



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRABAJO

**EVALUACIONES CUANTITATIVAS DEL FACTOR DE RIESGO FÍSICO RUIDO
DE LOS TRABAJADORES OPERATIVOS DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS
PÚBLICAS DE UN MUNICIPIO Y SU IMPORTANCIA PARA PROYECTAR UNA
GESTIÓN ADECUADA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al
Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos de Trabajo**

Autora:

Edilma Gabriela Sandoval Sánchez

Directora:

Dra. Lilian Pinos Mora, MSc.

Quito -Ecuador

Marzo - 2015

Certificación del Estudiante de Autoría del Trabajo

Yo, Edilma Gabriela Sandoval Sánchez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, el presente Trabajo de Investigación pertenecen todos los derechos a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Edilma Gabriela Sandoval Sánchez

C.I. 1713895132

Informe del Director del Trabajo de Grado

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por la señora Edilma Gabriela Sandoval Sánchez, previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos de Trabajo, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los 04 días del mes de marzo de 2015

Dra. Lilian Pinos

CI. 1708304520

DEDICATORIA

A Dios por permitirme seguir con vida, tener salud y sobre todo por guiarme para seguir mi camino con su bendición, a mi esposo por su apoyo incondicional y desinteresado durante toda mi carrera, a mis hijas quienes se han convertido en el motor que me impulsa a seguir creciendo espiritual y profesionalmente, a mi madre por su amor incondicional y apoyo constante, a todos quienes son parte de mi familia, porque siempre están a mi lado en los buenos y malos momentos, apoyándome y enseñándome que aquellos tropiezos con los que te encuentras en el camino, no son más que experiencias de vida, de las que debemos aprender,

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, Dirección General de Posgrados y sus docentes por fortalecer mi crecimiento profesional.

Al Municipio que me permitió realizar esta investigación y a los trabajadores por su cooperación y participación.

A la Unidad de Becas ABC del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, por la beca otorgada a mi persona para continuar con mis estudios.

A mi directora de tesis la Dra. Lilian Pinos, por su apoyo, dedicación y guía en el desarrollo de la presente investigación.

A mis Evaluadores Eco. Julia Iglesias y Dr. Rodrigo Pozo, por su aporte con su conocimiento en la investigación realizada.

Índice de Contenidos

Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Gráficos.....	xii
Índice de Anexo	xiii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I.....	5
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3 SISTEMATIZACIÓN.....	7
1.4 OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
1.5 Justificación.....	9
1.6 ALCANCE	9
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 Marco Histórico y Referencial	10
2.2 Marco teórico el ruido.....	16
2.2.1 Teoría del sonido	18
2.2.1.1 Potencia acústica.....	19
2.2.1.2 Intensidad acústica:	21
2.2.1.3 Duración del sonido	22
2.2.1.4 Longitud de onda	22

2.2.1.5	Presión acústica	23
2.2.1.6	Medición del ruido y evaluación de la exposición	24
2.2.1.7	Instrumentos de medida	24
2.2.1.8	Métodos de Medida.....	25
2.2.1.9	Método Control	25
2.2.1.10	Método de Ingeniería	26
2.2.1.11	Método de Precisión.....	26
2.2.1.12	Análisis de las Condiciones de Trabajo con exposición a ruido.....	27
2.2.1.13	Grupos de Exposición Homogénea (GEH):	27
2.2.1.14	Estudio de una Jornada de Trabajo Nominal	27
2.2.1.15	Estrategias de medición de ruido.....	27
2.2.1.16	Metodología para la Medición de ruido.....	29
2.2.1.17	Tiempo de medición y número de mediciones	30
2.2.1.18	Evaluación de la Exposición al ruido del trabajador	31
2.2.1.19	Criterios de Exposición.....	31
2.2.1.20	Límites de exposición a niveles de ruido en el trabajo.	32
2.2.1.21	Dosis Diaria	33
2.2.2	Técnicas de control de ruido	35
2.2.2.1	Selección de las opciones apropiadas del control de ruido.....	35
2.2.3	Elementos de Protección Personal (EPP) y Auditiva (EPA).....	36
2.2.4	Evaluación del riesgo	36
2.2.5	Vigilancia de la Exposición a Ruido.....	38
2.3	Marco Teórico Conceptual.....	39
2.3.2	Clasificación de los factores de riesgo.....	39
2.3.3	Ruido.....	41
2.3.4	Tipos de Ruido	41
2.3.5	Rango de Frecuencias Audibles:	42
2.3.6	Período	42
2.3.7	Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq):.....	42
2.3.8	Decibel (dB):.....	42

2.3.9	Audiometría:.....	43
2.3.10	Sonómetro	43
2.3.11	Sonómetro integrador promediador	43
2.4	Marco teórico legal	43
2.5	Marco teórico Temporal y Espacial.....	44
 CAPÍTULO III.....		45
 MARCO METODOLÓGICO.....		45
3.1	Diseño de la Investigación.....	45
3.2	Tipo de Investigación	45
3.3	Método de Investigación	46
3.4	Población y Muestra	46
3.5	Proposición	46
3.6	Sistema de Variables:.....	46
3.7	Operacionalización de Variables	47
3.8	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	48
3.9	Técnicas para el Tratamiento de los Datos	49
3.10	Confiabilidad y Validez.....	49
3.10.1	Confiabilidad	49
3.10.2	Validez.....	49
3.11	Evaluación del Riesgo.....	49
3.11.1	Etapas de un proceso general de evaluación	50
3.12	Evaluación Cuantitativa de Ruido:	53
 CAPÍTULO IV		54
 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		54
4.1.1	Análisis de las condiciones de trabajo e identificación de riesgos físicos. 54	
4.1.1.1	Datos Generales de la Dirección de Obras Públicas del Municipio . 54	

4.1.1.2	Identificación de la tareas que realizan los trabajadores operativos de la Dirección de Obras Públicas:	55
4.1.1.3	Descripción de las actividades de trabajo por tarea (Condiciones de Trabajo).....	55
4.1.1.5	Resultados de la Estimación de Riesgos en porcentaje.....	63
4.1.1.5.1	Estimación de los riesgos por tarea en porcentaje.	63
4.1.1.5.2	Estimación de los Riesgos en porcentaje.	64
4.2	Evaluación Cuantitativa de ruido	69
4.2.1	Identificación de tareas que realizan los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas.	70
4.2.1	Mediciones de Ruido	72
4.2.1.1	Instrumento	72
4.2.1.2	Resultados de las mediciones de ruido.....	73
4.2.2	Cálculos del Nivel de presión sonora continuo equivalente.	78
4.2.2.1	Determinación del Nivel de presión sonora continuo equivalente para cada Tarea $LA_{eq, T, M}$	78
4.2.2.2	Determinación del nivel de exposición diario equivalente ($LA_{eq, d, M}$)	80
4.2.2.3	Determinación de la incertidumbre combinada estándar de medición del nivel de exposición diario equivalente ($u_{2LA_{eq, d}}$)	82
4.2.2.4	Determinación de la incertidumbre expandida	85
4.2.2.5	Evaluación de los niveles de exposición diario equivalente de ruido para cada tarea.....	87
4.2.2.6	Comparación de los niveles de exposición diario equivalente de ruido de los trabajadores operativos de parques y jardines y la normativa Ecuatoriana.	87
4.3	Calculo de la Dosis Diaria	91
4.4	Discusión de Resultados	93
4.5	Medidas de Control de ruido	95

4.6 Propuesta de una Gestión Adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional para los Trabajadores operativos del área de parques y jardines.....	98
CAPÍTULO V	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
5.1 Conclusiones	107
5.2 Recomendaciones	109
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS.....	116

Índice de Tablas

Tabla 1: Límite de Nivel Sonoro con el Tiempo de Exposición.....	32
Tabla 2: Número de Impulsos por Jornada de Trabajo.....	33
Tabla 3: Tareas por puesto de trabajo.....	70
Tabla 4: Medición de Ruido Tarea: Corte de Césped	74
Tabla 5: Medición de Ruido Tarea: Corte de Césped	74
Tabla 6: Medición de Ruido Tarea: Corte de Césped	75
Tabla 7: Medición de Ruido Tarea: Podado de Césped.....	75
Tabla 8: Medición de Ruido Tarea: Podado de Césped.....	75
Tabla 9: Medición de Ruido Tarea: Podado de Césped.....	76
Tabla 10: Medición de Ruido Tarea: Corte de árboles o ramas.....	76
Tabla 11: Medición de Ruido Tarea: Podado de árboles.....	77
Tabla 12: Medición de Ruido Tarea: Limpieza y recolección manual de residuos (césped).....	77
Tabla 13: Medición de Ruido Tarea: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora.....	78
Tabla 14: Resultados del nivel de presión sonora equivalente LA,eq,T,m.....	79
Tabla 15: Resultados del nivel de exposición diario equivalente LA,eq,d,m.	81
Tabla 16: Resultados de la incertidumbre combinada estándar de medición del nivel de exposición diario equivalente.	84
Tabla 17: Valor de cobertura k, para una distribución normal y en función del intervalo	85
Tabla 18: Resultados del nivel de exposición diario equivalente con la incertidumbre por tarea.....	86
Tabla 19: Comparación entre el LA,eq,d,m de los trabajadores operativos de parques y jardines y la Normativa Ecuatoriana.	88
Tabla 20: Mediciones de Ruido Ambiental.....	90
Tabla 21: Dosis Diaria	92
Tabla 22: Atenuación del protector tipo orejera o copa	97
Tabla 23: Atenuación del tapón tipo tapón	97
Tabla 24: Propuesta de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional.....	99

Índice de Gráficos

Grafico 1 : Corte de Césped.....	63
Gráfico 2 : Podado de Césped.....	63
Gráfico 3 : Corte de árboles	64
Gráfico 4 : Podado de árboles	64
Gráfico 5: Limpieza y recolección manual de residuos	64
Gráfico 6: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	64
Gráfico 7: Atrapamiento entre objetos.....	65
Gráfico 8: Atrapamiento entre objetos.....	65
Gráfico 9: Atropello o golpe con vehículo.....	65
Gráfico 10: Caída de personas al mismo nivel.....	65
Gráfico 11: Trabajo en alturas.....	65
Gráfico 12: Caídas Manipulación de objetos.....	65
Gráfico 13: Desplome derrumbamiento.....	66
Gráfico 14: Superficies irregulares.....	66
Gráfico 15: Proyección de Partículas	66
Gráfico 16: Manejo de Herramientas cortopunzantes.....	66
Gráfico 17: Exposición a radiación solar.....	66
Gráfico 18: Exposición a temperaturas extremas.....	66
Gráfico 19: Temperatura ambiente.....	67
Gráfico 20: Ruido	67
Gráfico 21: Vibraciones	67
Gráfico 22:Exposición a emisiones gaseosas.....	67
Gráfico 23:Contaminantes Biológicos.....	67
Gráfico 24: Sobreesfuerzos.....	67
Gráfico 25: Manipulación de cargas.....	68
Gráfico 26: Posiciones forzadas	68
Gráfico 27: Movimientos repetitivos	68
Gráfico 28: Trabajo a presión.....	68
Gráfico 29: Minuciosidad en la Tarea.....	68
Gráfico 30: Trabajo Monótono.....	68
Gráfico 31: Inadecuada Supervisión	69
Gráfico 32: Nivel de exposición diario equivalente de los trabajadores operativos de obras públicas por tarea.....	88

Índice de Anexo

Anexo 1 : Evaluaciones cualitativas de riesgo físicos.....	117
Anexo 2 : Norma Técnica de Prevención NTP 950.....	124
Anexo 3 : Norma Técnica de Prevención NTP 951.....	127
Anexo 4 : Certificados de Calibración del Sonómetro.....	134
Anexo 5: Fotografías del Trabajo de campo.....	140

RESUMEN

En esta investigación se realizó el análisis de las evaluaciones cuantitativas del factor de riesgo físico ruido de los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio y su importancia para proyectar una gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional.

Se determinaron las condiciones de trabajo del personal operativo, mediante la identificación de tareas y actividades desempeñadas; y se efectuó el análisis cualitativo de los riesgos laborales a los que están expuestos con la ayuda del método denominado Evaluación general del riesgo del Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (INSHT).

Tomando como base las normas técnicas de prevención 950 y 951 del INSHT, se realizaron las evaluaciones cuantitativas de ruido. La estrategia seleccionada se fundamentó en el análisis de la tarea, debido a que los trabajadores operativos de esta área tienen tareas específicas, por lo que las mediciones se realizaron a las seis tareas identificadas en la investigación. Se utilizó un sonómetro integrador tipo II, calibrado y en perfecto estado.

Se encontró que el 47,6 % de los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio, están expuestos a ruido, debido a que la dosis diaria es mayor a dos y por tanto existe un riesgo crítico de daño auditivo, conforme la legislación vigente en el Ecuador, determinándose que las mediciones cuantitativas del factor de riesgo físico ruido son importantes y sirven de base para proyectar una gestión adecuada en seguridad y salud ocupacional.

En función de los resultados se realizó una propuesta de gestión en seguridad y salud ocupacional para reducir los riesgos laborales a los que están expuestos los

trabajadores operativos, especialmente los niveles de exposición diario equivalentes de ruido.

PALABRAS CLAVES:

TRABAJADORES OPERATIVOS/ RIESGO LABORAL/ EXPOSICIÓN A RUIDO.

ABSTRACT

In this research the analysis of quantitative assessments of the risk factor physical noise of operational workers in the area of parks and gardens of the direction of public works of the municipality and its importance to project management in occupational safety and health

The conditions of work of the operational staff, were determined, through the identification of tasks and activities carried out; and qualitative analysis of the risks to which they are exposed with the help of the method named general risk assessment of the National Institute of hygiene and security at work (INSHT) was done.

On the basis of technical standards of prevention 950 and 951 of the INSHT, the quantitative assessments of noise were. The selected strategy was based on the analysis of the task, since the workers operating in this area have specific tasks, so measurements were taken in six tasks identified in the research. We used an integrating sound level meter type II, calibrated and in perfect condition.

Found that 47.6% of the workers operating in the area of parks and gardens of the direction of public works in the municipality, are exposed to noise, since the daily dose is greater than two and therefore there is a critical risk of hearing damage, according to the current legislation in the Ecuador, determined that quantitative measurements of noise physical risk factor are important and provide the basis for project management in occupational safety and health.

Depending on the results was a proposal to management on occupational safety and health to reduce the risks to which they are exposed worker operations, especially the equivalent daily exposure levels of noise.

Keywords:

OPERATING WORKERS/ OCCUPATIONAL HAZARD / EXPOSURE TO NOISE

CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los Trabajadores operativos del área de Parques y Jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio están expuestos a varios factores de riesgo, uno de éstos es el ruido, que se genera por la maquinaria y herramientas de trabajo que utilizan para desarrollar el mismo y en las vías por diferentes causas como son: tráfico vehicular, actividades comerciales y personas en general.

Al existir niveles de ruido que superan los límites máximos permitidos según la normativa nacional durante la jornada laboral de ocho horas diarias, se expone a los trabajadores a problemas de salud como la hipoacusia, por lo que es importante determinar los niveles de ruido a los que están expuestos, con el fin de disminuir este tipo de riesgo mediante una propuesta de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

Dentro de los problemas a la salud que se pueden producir por el ruido se pueden citar los siguientes: acufenos (percepción de silbido en el sentido del oído), la interrupción en la comunicación al hablar y en la sensación de señales de alarma, alteraciones del rendimiento laboral, los efectos y las molestias "extra auditivas" (Suter, 2001).

El Municipio está conformado por 21 Dependencias, una de las cuales es la Dirección de Obras Públicas, siendo los trabajadores operativos de esta, uno de los grupos que se encuentran más expuestos al factor de riesgo físico ruido, debido a que sus actividades se desarrollan fuera de la institución.

La Dirección de Obras Públicas está dividida en tres áreas: Obras Civiles, Vías y Topografía y Parques y Jardines, los mismos que se rigen por el Código de Trabajo.

Es importante tomar en cuenta que los trabajadores operativos es uno de los grupos más vulnerable no únicamente a los factores de riesgos físicos, sino también a riesgos psicosociales por las labores que desempeñan y por la remuneración que perciben, así como la condición socioeconómica de los mismos.

Gómez, Pérez & Meneses (2008) en un estudio realizado en España con trabajadores del sector de la construcción concluyen que “más de un 20% de los trabajadores de la construcción presentan hallazgos bilaterales compatibles con la exposición a ruido. La mayor parte de estos hallazgos han sido traumas leves e hipoacusias leves” (p.39).

Polanco & Céspedes (2012) afirmaron que “El control del ruido en los ambientes de trabajo está estrechamente relacionado con el rendimiento de los trabajadores, los niveles de pérdidas, la accidentalidad y sin lugar a duda las enfermedades profesionales” (p.1).

Existen varios estudios sobre seguridad y salud ocupacional realizado en varios municipios, sin embargo, no se encuentran estudios en el que se realice una investigación específica en lo que respecta al factor de riesgo físico ruido a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas, investigación que se realizará debido a las funciones externas que desempeñan, entre las que se puede citar: mantenimiento de parques y jardines, ornamentación de parques, colocación de plantas ornamentales y forestales, entre otras, por lo que es importante evaluar

cuantitativamente el factor de riesgo físico ruido a los que están expuestos los mismos.

En el Municipio existe un Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional, sin embargo, no existe una proposición para mejorar la gestión de la misma, por lo que la medición cuantitativa de los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores del área de parque y jardines de la Dirección de Obras Públicas, servirán como base para realizar una propuesta de mejora a la Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cuál es la importancia de las evaluaciones cuantitativas del factor de riesgo físico ruido de los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas de un Municipio, para proyectar una Gestión Adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional?

1.3 SISTEMATIZACIÓN

- Cuáles son las condiciones de trabajo del personal operativo del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio?
- Cuáles son los riesgos físicos a los que están expuestos los trabajadores operativos de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio?
- Cuáles son los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio?

- Cuál es la propuesta de una gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional para los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Analizar las evaluaciones cuantitativas del factor de riesgo físico ruido de los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas de un Municipio y su importancia para proyectar una Gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones de trabajo del personal operativo del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio.
- Identificar los riesgos físicos a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio.
- Identificar los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio.
- Plantear una propuesta de una gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional para los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio.

1.5 Justificación

La realización de esta investigación se fundamenta en determinar los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio, que se produce por la maquinaria y herramientas de trabajo, congestión vehicular, actividades productivas y la población en general.

Es importante realizar una evaluación cuantitativa del factor de riesgo físico ruido para proyectar una gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional, de tal forma que la misma tenga una base con la cual se fortalezca la gestión.

El presente estudio servirá como base para realizar otros estudios similares, tanto en otras dependencias del Municipio en las que existan trabajadores operativos que laboren en las calles, así como en otros Municipios que tienen este tipo de personal.

1.6 ALCANCE

El presente estudio se llevará a cabo con el personal operativo del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas de un Municipio, en el que se identificará el nivel de ruido laboral al que están expuestos sus trabajadores, para en función de los resultados proyectar una propuesta adecuada de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Histórico y Referencial

La contaminación acústica es un problema actual, pero no es nuevo, debido a que desde hace dos mil años, se tiene conocimiento que la exposición a ruido produce pérdida auditiva. En los años 600 AC en la ciudad griega de Síbaris, se promovió la primera normalización frente a la contaminación acústica, en la cual se prohibía la posesión de gallos porque los mismos perturbaban el descanso nocturno de la comunidad y la residencia en la ciudad de todo tipo de actividad que produzca sonidos desagradables. El ruido ha existido desde la antigüedad, sin embargo es a partir del siglo XIX como resultado de la Revolución Industrial, de la evolución del transporte y de la ampliación de las ciudades, cuando inicia el problema de la contaminación acústica y con ella una serie de trastornos con efectos fisiológicos, psicológicos, económicos y sociales (Chávez , 2006).

Hernández S et al. (2000) en su investigación referente a la prevalencia de la pérdida auditiva y factores correlacionados en una industria de cemento en la ciudad de México, la metodología utilizada fue un estudio transversal, mediante dosimetrías, sonometría y pruebas audiométricas, a través de un análisis estadístico determinó que en varias áreas de esta el ruido es un serio riesgo y que un 55 % de los casos estudiados presentó pérdidas auditivas inducidas por ruido y que varios de los casos están relacionados con la exposición ocupacional en este tipo de industria.

Restrepo (2002) afirma que “La maquinaria industrial, el uso de equipos con motor en los hogares, restaurantes y cafeterías, los medios de transporte aéreo y terrestre, la música estridente, pero también la falta de consideración entre unos y otros en la sociedad, hacen que la suma de todos estos ruidos, creen un

ambiente bullicioso que necesariamente interfiere en el bienestar de las personas” (p.58).

El ruido ocasionado por las obras públicas es posiblemente uno de los que más molestias causa a los ciudadanos, sin embargo, se ve atenuado debido a que se produce sólo durante el día en el transcurso de la jornada laboral, permitiendo descansar a los ciudadanos por la noche. El aumento de las ciudades y la necesidad de entregar infraestructura o mejorar las existentes, ha provocado que se incremente las obras públicas, lo que ha hecho que los vecinos consideren habitual que se realicen trabajos en la calle (De Esteban Alonso, 2003).

García A (2004) en la investigación realizada a una extensa serie de medidas de exposición cotidiana al ruido ambiental, las cuales fueron tomadas mediante dosimetría o sonometría, se evaluó los niveles sonoros a los que están expuestos un total de 48 individuos, en diferentes condiciones, por uno o varios días. Con la referida información se calculó la dosis media diaria, obteniéndose un total de 5640 datos, con los cuales se evaluaron los niveles medios para caracterizar a varias actividades en el trabajo, hogar, desplazamientos y tiempo libre. De los resultados obtenidos se concluyó que varias personas generalmente están expuestas en su vida diaria a niveles sonoros relativamente altos, de tal forma que no es posible determinar la presencia de efectos negativos a su salud, al menos a largo plazo.

Sánchez D (2005), en la tesis sobre la Evaluación de la exposición a ruido en lugares de trabajo, mediante estimaciones estadísticas de un muestreo aleatorio de niveles de presión sonora, determinó un valor representativo con su nivel de error. Realizó una caracterización de las condiciones ambientales de ruido por puesto de trabajo, así como, una comparación entre los criterios establecidos en normativas nacionales e internacionales, relacionadas con exposición a ruido. Se

llegó a la conclusión, que en el caso de poca fluctuabilidad, los intervalos de confianza encontrados son cercanos a 1 dB A y en cambio para mucha fluctuabilidad, están en un promedio de 3 dBA, existiendo una mayor variación de los niveles de presión sonora en las estimaciones con fluctuabilidad cercana a los 3 dB A, lo que implica una desviación estándar e intervalo de confianza mayor.

Gómez, Pérez & Meneses (2008), realizó una investigación en España, sobre las pérdidas auditivas inducidas por ruido (PAIR) en trabajadores de la construcción, mediante un estudio descriptivo de audiometrías en 223 trabajadores de esta área, que se comparó con 262 administrativos, utilizando el método desarrollado por Klockhoff, encontrándose que la prevalencia de PAIR ha sido significativamente superior en los trabajadores de la construcción (K: OR=3,1 %. IC 95%:1,801-5,435.).

García A, Garrigues J & García A (2009) en el estudio que se realizó en veinte empresas del sector textil en las provincias de Valencia y Alicante de España, mediante la metodología de medición basada en tres estrategias de medida como son: Medidas estáticas y dinámicas de niveles sonoros, y Medidas de emisión sonora, con el fin de evaluar los niveles diarios equivalentes de una muestra de los puestos de trabajo. Se determinó que un 33 % de los trabajadores se encontraron expuestos a niveles diarios equivalentes ($L_{Aeq,d}$) sobre los 85 dBA, teniendo en cuenta que únicamente una pequeña parte de los trabajadores utilizaba los equipos de protección personal contra ruido. Las pérdidas de la capacidad Auditiva de los trabajadores (audiometrías), se encuentran relacionadas con los niveles de exposición sonora en los respectivos puestos de trabajo. También concluyó que un 48 % de los trabajadores expuestos a niveles $L_{Aeq,d}$ superiores a 85 dBA, presentan un trauma acústico.

Maqueda et al. (2009) en la investigación que realizó a la población trabajadora española denominada “efectos de la exposición a ruido en entornos laborales

sobre la calidad de vida y rendimiento“(p. 35), cuyo objetivo fue estimar la relación entre la exposición a ruido en entorno laborales y la manifestación de alteraciones en el rendimiento, conducta y síntomas psicosomáticos, a través de un estudio de prevalencia con la técnica de la encuesta, así como, el análisis de la relación entre la exposición y efecto mediante la prueba de χ^2 y OR de prevalencia con IC de 95 %, se determinó que el 36,5 % de los trabajadores están expuestos a ruido en su puesto de trabajo y que existe una mayor prevalencia de los grupos con síntomas conductuales, psicosomáticos y de rendimiento ($p < 0,001$), entre los expuestos y no expuestos. Además se obtuvo un valor mayor de OR para los que presentan síntomas conductuales $OR=2,53$ [1,71-3,75] y de rendimiento ($OR=2,26$, [1,43-3,56]), y que el mayor grado de relación entre exposición a ruido y síntomas psicosomáticos, se presenta en la Industria Química con ($OR=5,37$, [1,13-25,55]). Se concluyó que existe una relación estadísticamente significativa entre la exposición a ruido y alteraciones de rendimiento, conducta y síntomas psicosomáticos.

Racero (2009) en el estudio realizado en Colombia en el Municipio de Pereira sobre Salud y Trabajo en el Sector de la Construcción , cuyo objetivo principal fue identificar las condiciones de vinculación laboral de los trabajadores del sector de la construcción y definir el impacto que este produce en la accidentalidad y enfermedad laboral, concluyó que “el sector de la construcción cuenta con serias dificultades en el desarrollo de aprendizajes organizacionales que permitan a los empleadores tener una visión proyectiva y de responsabilidad social para con sus colaboradores lo cual reduciría de manera significativa los niveles de riesgo y los índices de accidentalidad. El aprendizaje organizacional implica no sólo conocer la normatividad y mejorar los procesos administrativos, sino cambiar la actitud y la percepción que se tiene en cuanto a los colaboradores del sector” (p. 104).

Ganime et al. (2010) en la revisión bibliográfica realizada a 26 artículos de la base de datos Scielo nacionales e internacionales, a libros y revistas presentes en universidad pública, periódicos y revistas electrónicas, sobre ruido industrial, sus efectos y medidas de prevención, encontró evidencias de que al existir este riesgo en el lugar de trabajo y en ciertas condiciones ambientales puede afectar la salud de los trabajadores, la inversión en el ambiente de trabajo con la ejecución de programas de promoción y prevención a través de la identificación de riesgos y educación continua, puede mejorar la productividad y de esta manera mejorar la salud de los trabajadores, es decir, existe una relación directa entre ambiente de trabajo sano y trabajador sano.

Kolodziej & Cruz (2013) menciona que el ruido es un agresor físico con el cual vive a diario, en su trabajo el objetivo general fue determinar si los operarios de una industria maderera de un Municipio de Argentina están expuestos a niveles de ruido que sobrepasan los límites determinados por la legislación, en su lugar de trabajo y residencia. La metodología empleada fue identificar los puestos de trabajo con niveles de ruido alto y determinar el sitio de residencia de la mayoría de trabajadores, para realizar mediciones de ruido en estos sectores. Se comparó los niveles de ruido tanto laboral como ambiental con los establecidos en la legislación vigente. El estudio permitirá a los operarios conocer si en los sectores en los que residen existe contaminación acústica y para el empleador tener datos de ruido tanto de su industria como del entorno urbano en los que viven sus trabajadores.

En el trabajo de investigación realizado por Martín (2014) sobre la exposición a ruido en una fábrica de material higiénico de Cuba, a través de un estudio descriptivo, en el que se evaluó varios puestos de trabajo, para lo cual se utilizó la metodología de la norma cubana (NC 19-01-14/83), se determinó que el nivel equivalente (L_{eq}) para 8 horas de trabajo supera los 85 dB A, concluyéndose

que el 100 % de los trabajadores se encuentran expuestos a niveles de ruido por encima de los límites establecidos por la legislación vigente en Cuba.

En Ecuador en la zona sur oriente de la ciudad de Loja se realizó una investigación sobre la contaminación acústica del Parque Automotor, en la cual uno de los objetivos planteados fue establecer el ruido ocasionado por el funcionamiento de vehículos concluyéndose que “El ruido vehicular está determinado por el abuso del claxon, el tipo de vehículos automotores (pesados, livianos); la pendiente de las calles y avenidas; y al número y velocidad de los mismos” (Aguirre, 2010, p.96).

Jachero (2010) realizó un estudio en Cuenca-Ecuador referente a los niveles de ruido en las industrias de procesamiento de madera, extracción de áridos y procesamiento de cárnicos, mediante un análisis y evaluación de los datos en cada empresa, así como, de los diferentes parámetros que están relacionados con los niveles de presión sonora. Además a través de herramientas estadísticas se determinó que las industrias de procesamiento de madera presentan mayor número de mediciones que superan el patrón establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, sobre los límites máximos permisibles. Finalmente se llegó a la conclusión de que la media aritmética no es un dato representativo de comparación a excepción de los casos en los que la desviación de los valores no se aleja en gran proporción del promedio.

Tarira & Orces (2006), en su tesis realizaron una investigación sobre contaminación sonora, con el objetivo de analizar las condiciones de trabajo y así proponer los controles necesarios para reducir el riesgo de daños auditivos a los trabajadores, que se producen debido a la continua exposición a altos niveles de ruido. Se tomó una muestra de alrededor de 200 puntos para obtener datos de tiempo de exposición y dosis de ruido. Los resultados fueron comparados con lo determinado en el Decreto Ejecutivo 2393, observándose que varios puntos no

cumplían los límites máximos permisibles. Adicional se realizó un análisis de las fuentes y medios de transmisión para atenuar las emisiones de ruido.

2.2 Marco teórico el ruido

Raes (citado por De Esteban Alonso, 2003) define al ruido como: “un sonido no deseado o un sonido molesto e intempestivo que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos, no deseados en una persona o en un grupo” (p.74), físicamente, el ruido es un sonido y son los receptores los que determinan la calificación del ruido, misma que es subjetiva.

La intensidad de las diferentes actividades o fuentes de ruido se mide en decibeles (dB), la escala va desde 0 dB, que es el límite mínimo hasta el peligroso determinado en 160 dB por la OMS (Morales, 2006).

A nivel internacional se establece que un nivel de ruido entre 45 y 55 dB es molesto. Estar expuesto a valores superiores a 85 y 120 dB puede causar la pérdida permanente de la capacidad auditiva (Morales, 2006).

“Cristian Carriel, tecnólogo médico con especialidad en otorrinolaringología, asegura que el 40% de los trabajadores expuestos a niveles de ruido de 90 dB o más tendrá pérdida auditiva a los 65 años. Incluso muchos podrían presentar sordera” (Morales, 2006, p.47).

Una causa frecuente de pérdidas auditivas en las sociedades desarrolladas son los altos niveles de ruido, cuando éste se asocia a actividades recreacionales, es decir, no relacionada a la actividad laboral, la pérdida auditiva se denomina Socioacusia, en cambio cuando esto sucede por el trabajo se

conoce como hipoacusia laboral. La exposición permanente a altos niveles de ruido también disminuye la capacidad de concentración, lo que aumenta el costo de un trabajo específico y predispone al trabajador a un estado más irritable, después de la jornada laboral, lo que impide un descanso y recuperación adecuados (Otarola Merino, Otarola Zapata & Finkelstein, 2006).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos mostró que los ambientes laborales más ruidosos se encuentran en los sectores de la minería, construcción, metalmecánica, agricultura, textiles, transporte y fuerzas armadas. Cabe recalcar que no sólo la exposición a ruido puede ocasionar a pérdida auditiva, sino también la exposición a químicos, barotraumas y accidentes. (Otarola, et al., 2006).

Es importante diferenciar los tipos de ruido a los que está expuesto el ser humano, los que se distinguen dependiendo de su efecto en la Salud Ocupacional. El ruido desde el punto de vista de Salud Ocupacional se refiere a todos los tipos de ruido a los que se expone un trabajador durante la jornada laboral (Sánchez y Albornoz, 2006).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su Guidelines for Community Noise, declaró que “el deterioro de la audición inducido por ruido es el riesgo ocupacional más prevalente e irreversible en el mundo, y se estima que 120 millones de personas alrededor del mundo tienen dificultades de audición incapacitantes” (Sánchez y Albornoz, 2006, p. 58).

Los Factores que están relacionados en el daño del sistema auditivo se pueden dividir en dos grupos: Los factores relacionados con la fuente emisora, entre los que tenemos: Fuente de exposición, Intensidad, Duración, Frecuencia, Naturaleza, y los factores correspondientes con el receptor como son: Susceptibilidad Individual, Sexo, Edad, Daño existente. Estos factores inciden en

que los niveles máximos permisibles para una jornada laboral no son absolutos (85dB(A) en 8 horas), sino que son referenciales. En otras palabras si un trabajador está expuesto a 84 dB (A) durante 8 horas, no se puede garantizar que éste no sufrirá daño auditivo (Sánchez y Albornoz, 2006).

2.2.1 Teoría del sonido

Al sonido se lo define como una variación de presión sonora sobre la presión atmosférica que se produce por la vibración de un cuerpo y que el oído humano lo detecta a través de una sensación percibida a través de éste sentido. Debido a que se origina por un movimiento vibratorio que se transmite en un medio que puede ser sólido, líquido o gaseoso, se lo puede definir también como una vibración acústica capaz de producir una sensación auditiva (Falagán et al., 2000)

Se puede considerar subjetivamente bajo dos puntos de vista el sonido al referirse a la sensación auditiva en el cerebro, cuando por ejemplo un bailarín en una discoteca en la cual la música ambiental alcanza los 100 dB A, para él será un sonido agradable, en cambio para el vecino del mismo edificio, que lo que desea es conciliar el sueño y que le llega el ruido atenuado, con un nivel de 40 dB A, sentirá que es un ruido insoportable. Cada persona desarrolla sus actividades en ambientes acústicos, cuyos niveles de presión sonora varían de 20 dB A a 110 dB A (Falagán et al., 2000).

Los golpes, remolinos que se producen por un escape de gas, movimientos vibrantes, entre otros, alteran la atmósfera circundante, lo que causa contracciones y dilataciones de volúmenes de aire, que bajo ciertas condiciones, afectan el oído, produciéndose la sensación que se conoce como sonido. Por lo que se define al sonido como una serie de vibraciones que se propagan en los sólidos, los líquidos y los gases. Es necesario entonces de un medio elástico para

que el sonido se genere y se transmite, es decir, ningún sonido se puede transmitir en el vacío (ausencia de materia) (Falagán et al., 2000).

Cuando un cuerpo vibra comprime las moléculas cercanas y se producen las ondas que se propagan a una determinada velocidad, que es de 340 m/seg, a la presión atmosférica normal (Alonso & Rojo, 1981)

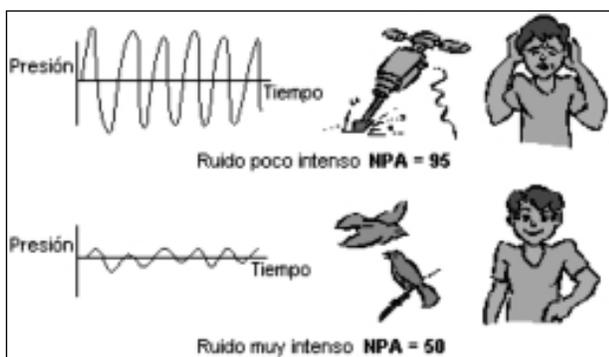


Figura 1 Ejemplo de propagación del sonido
Fuente: Falagán et al., 2000.
 Elaborado por la Fuente.

2.2.1.1 Potencia acústica

Se considera como la cantidad de energía en forma acústica que emite un foco sonoro en el tiempo, se mide en watios (W). Esta energía es transmitida rápidamente y se reparte teóricamente, en una superficie esférica envolvente cada vez más grande, con lo que se explica la reducción del sonido conforme se aleja de la fuente sonora (Falagán et al., 2000).

La potencia acústica es una característica inherente a cada fuente, independientemente de dónde y cómo está localizada. Con este criterio sirve para comparar las características acústicas de diversas fuentes sonoras (Falagán et al., 2000).

Generalmente, existen varias fuentes sonoras que emiten ruido en forma simultánea, observándose que la fuente más potente es la que prevalece al comparar con la de menos potencia. Por tal motivo, para disminuir el ruido, entre las primeras medidas se debe empezar sobre las sonoras de mayor potencia acústica (Falagán et al., 2000).

“La potencia acústica oscila en un campo amplísimo de 10.000 billones de picowatios (10⁻¹² watos), desde el tic-tac de un reloj de pulsera hasta el estruendo de un volcán en erupción (10.000 watos)” (Falagán et al., 2000, p.139).

El margen de la variación de la potencia acústica es extenso, se utiliza el nivel de potencia acústica en dB L_w, según la fórmula:

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

Donde W₀ es la potencia acústica de referencia y es 1 picowatio (10⁻¹² watos), que corresponde con el nivel 0 dB de la escala de decibelios (Falagán et al., 2000).

“El nivel de potencia acústica ponderado A (L_{wa}) de una fuente sonora se expresa en decibelios A (dBA) y puede calcularse a partir de la medición del nivel de presión acústica en dBA. Esta es una unidad muy útil para estimar la magnitud del problema del ruido y para comparar diversas fuentes sonoras en lo que se refiere a su agresividad acústica” (Falagán et al., 2000, p.139).

Por el amplísimo margen o rango de las medidas acústicas, se la representa en escala logarítmica, cuya unidad de medida es el decibel, siendo la unidad de esta escala un bel, en honor a su inventor Alexander Graham Bell, así se definieron también el nivel de presión acústica, el nivel de potencia acústica, nivel

de intensidad acústica y otros, similarmente mediante el empleo de logaritmos (Giancoli, 2008).

2.2.1.2 Intensidad acústica:

“Es la cantidad de energía que, en la unidad de tiempo atraviesa una unidad de superficie situada perpendicularmente a la dirección de propagación de las ondas sonoras. Se mide en w/m². La intensidad acústica es la propiedad del sonido que hace que éste se oiga fuerte o débil. Cuanto más fuertes sean las compresiones y dilataciones de las capas de aire, más intenso será el sonido. En la escala de intensidades el umbral auditivo es 10⁻¹² w/m² y el umbral doloroso 25 w/m²” (Falagán et al., 2000, p.139).

Conforme la onda sonora se aleja de la fuente de origen cubre una mayor superficie, con lo que su intensidad se reduce hasta que es imperceptible. A través de mecánica de fluidos y cálculo diferencial, se demuestra que la intensidad de sonido vale:

$$I = \frac{p^2}{\rho c}$$

Donde p^2 es el valor eficaz (r.m.s) de la presión sonora, ρ es la densidad del medio y c es la velocidad del sonido. También se utiliza la siguiente expresión:

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB}$$

Comúnmente se utiliza 10⁻¹² w/m² como intensidad de referencia. (Falagán et al., 2000).

2.2.1.3 Duración del sonido

Conforme la causa que produce el sonido disminuye, este desaparece en el tiempo, pero no sus efectos, como por ejemplo, el ruido producido por una explosión, que dura menos de tres segundos y que alcanza los 140 dBA aproximadamente, puede producir daños permanentes en el sentido del oído de las personas que fueron alcanzadas por las ondas sonoras (Falagán et al., 2000).

2.2.1.4 Longitud de onda

Es la distancia que separa dos ondas sonoras. Los sonidos graves se diferencian de los agudos, porque tienen una longitud de onda mayor. La longitud de onda está dada por la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde c es la velocidad del sonido en m/s y f es el número de ciclos por segundo de la onda, en Hertzios (Cortés, 2013).

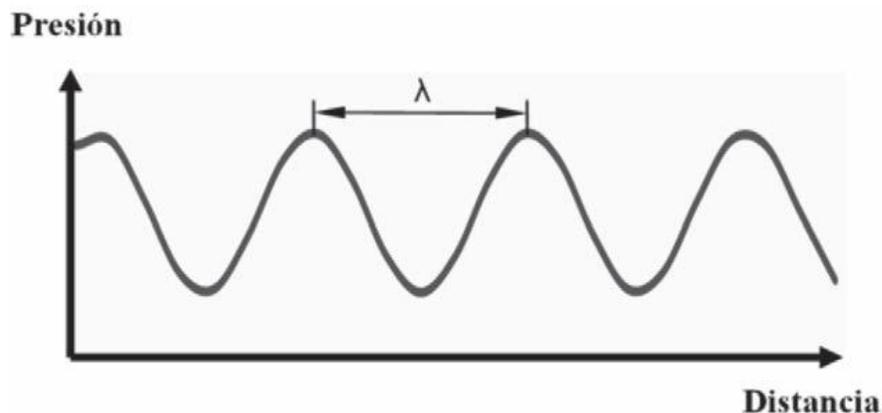


Figura 2: Representación gráfica de la longitud de onda
Fuente: (Cortés, 2013).
Elaborado por la Fuente:

2.2.1.5 Presión acústica

Es la energía acústica bajo la forma de variación de presión, se mide en N/m^2 , en otras palabras, la variación del aire a través de una onda sonora. Una persona joven y normal es capaz de oír un margen de presión acústica entre 20 N/m^2 y $2 \cdot 10^{-5}$ (umbral auditivo). Por el amplísimo margen, las medidas acústicas se representan en escala logarítmica, se mide en decibelios (dB). La siguiente expresión define el nivel de presión acústica en dB:

$$\text{Nivel de presión acústica (en dB)} = 10 \log (P/P_0)^2$$

La suma de niveles de presión acústica se realiza cuando se tiene varios ruidos que presentan presiones acústicas diferentes en dB y se debe tener en cuenta su definición, por lo que no es una suma aritmética. Es importante tener precaución al utilizar escalas logarítmicas, debido a que mínimas diferencias en el número de decibelios representa una diferencia importante en la energía de un ruido y por ende en su agresividad. Si en un lugar existe una máquina con una determinada emisión de ruido, al instalar una segunda que emita el mismo ruido que la primera, se puede suponer que este se duplicará en el ambiente, pero al aplicar la fórmula que define el concepto de nivel de presión sonora se tendrá:

$$L_2 = 10 \log \frac{2I}{I_0} = \log 2 + 10 \log \frac{I}{I_0} = L_1 + 3$$

Aproximadamente, cada 3 dB, interpreta el doble de nivel de ruido. En general se puede decir que los ruidos hasta 60 dB A son tolerables, entre 60 y 80 dBA resultan fatigosos, entre 80 y 115 dB A pueden producir sordera y los superiores a 120 dB resultan dolorosos e insoportables (Falagán et al., 2000).

2.2.1.6 Medición del ruido y evaluación de la exposición

Los instrumentos de medición de ruido, métodos y procedimientos hay que seleccionarlos con cuidado, ya que a través de los mismos se va a evaluar el ruido al que están expuestos los trabajadores y así prevenir los efectos perjudiciales que este puede causar. Es necesario evaluar los tipos de ruido, diferenciar los ambientes ruidosos con los espectros de frecuencia, así como tener en cuenta las situaciones laborales. Entre los principales objetivos de la medición de ruido en ambientes laborales son: Identificar a los trabajadores que se encuentran sobrepuestos para cuantificar esta exposición y determinar la importancia de implementar controles técnicos de ruido (OIT, 2001).

2.2.1.7 Instrumentos de medida

Existen varios instrumentos de medida de ruido como son los sonómetros, los dosímetros y los equipos auxiliares. El más conocido y básico es el sonómetro que de acuerdo a su precisión tenemos los tipo 0 que son los menos precisos hasta el tipo 3 que son los más precisos. Los tipo 0 generalmente se utilizan en laboratorios, el tipo 1 en otro tipo de mediciones del nivel sonoro, el tipo 2 es el de uso general y el tipo 3 es de inspección, no recomendado para uso industrial. Estos equipos tienen dispositivos de ponderación de frecuencias, que son filtros que realizan una selección de las frecuencias. El filtro más utilizado es la red de ponderación A, a través de la cual se simula la curva de respuesta del oído humano a niveles de escuchas moderados. Los sonómetros tienen varias respuestas de medición: la lenta con la constante de tiempo de 1 segundo, la respuesta rápida, cuya constante de tiempo es de 0.125s y la impulsivo que tiene una respuesta de 35 ms para la sección creciente de la señal y 1500 ms para la parte decreciente de la señal. En algunos sonómetros modernos se puede conectar o incluir filtros de banda de octava y tercio de banda de octava. Cuando

el ruido es variable, es preferible utilizar un sonómetro integrador, debido a que se puede medir en forma simultánea los niveles de ruido equivalente pico y máximo, así como, calcular, registrar y almacenar varias medidas automáticamente. El dosímetro que es un medidor de dosis de ruido, es un sonómetro integrado que se puede llevar sujeto en la ropa del trabajador. Sus datos pueden informatizarse e imprimirse. Estos equipos de medición deben estar calibrados, por lo que es importante comprobar si calibración antes y después de utilizarse (OIT, 2001).



Figura 3: Sonómetro. Control de calibración



Figura 4: Sonómetro con guardavientos

Fuente: OIT, 2001.
Elaborado por la Fuente.

2.2.1.8 Métodos de Medida

Estos dependen de los objetivos, para lo cual se puede tomar en cuenta el riesgo de deterioro auditivo, los tipos de controles, la compatibilidad del ruido con el trabajo y el ruido de fondo. La norma internacional ISO 2204 especifica tres tipos de métodos de medida de ruido como son: Método de Control, método de ingeniería y el método de precisión (OIT, 2001).

2.2.1.9 Método Control

Para este método el equipo es básico y se lo hace en poco tiempo. Los niveles de ruido son medidos con un sonómetro, con un número limitado de puntos. No se realiza un análisis detallado del ambiente acústico, sin embargo, se observan factores temporales, como tiempo de exposición, tipo de ruido. Se utiliza la red de ponderación A y la C o respuesta lineal en caso de existir un componente de baja frecuencia (OIT, 2001).

2.2.1.10 Método de Ingeniería

Este método se complementa con mediciones que utilizan filtros de banda de octava o de tercio de octava, el número de puntos de medición y las gamas de frecuencias se determinan en función de los objetivos. Este método se utiliza para analizar la interferencia con la comunicación hablada, para establecer programas de control de ruido y elaborar estimaciones de los efectos auditivos y no auditivos de ruido (OIT, 2001).

2.2.1.11 Método de Precisión

Se utiliza cuando se necesita detallar minuciosamente el problema de ruido. Las mediciones de ruido se realizan con mediciones en banda de octava o tercio de octava y en función de la duración y fluctuaciones se registran historiales en intervalos de tiempo apropiados. Por ejemplo para medir niveles pico de los impulsos con captación pico del dispositivo. Para utilizar este método es necesario que el margen dinámico del instrumento es adecuado para evitar sobrecargas al medir impulsos, así como, que la respuesta es amplia para el caso de mediciones de infrasonidos o ultrasonidos (OIT, 2001).

2.2.1.12 Análisis de las Condiciones de Trabajo con exposición a ruido

Una de las fuentes más importantes de incertidumbre es el no conocer las características de las condiciones de trabajo en lo que respecta a ruido, las mismas que no son medibles, por lo que su control y reducción son indispensables. Por lo que es necesario realizar un análisis previo de éstas condiciones (García & Luna, NTP.951, 2012).

2.2.1.13 Grupos de Exposición Homogénea (GEH):

Se trata de un grupo de trabajadores que tienen tareas similares o puesto de trabajo, que están expuestos a fuentes de ruido semejantes. Para determinar los GEH se toma en cuenta diferentes criterios como: según el puesto de trabajo, de las tareas que realiza, área de trabajo o puesto productivo. Los GEH permiten muestrear sobre un número representativo de trabajadores con exposición parecida (García & Luna, NTP.951, 2012).

2.2.1.14 Estudio de una Jornada de Trabajo Nominal

Es importante realizar una visión general de los factores que influyen la exposición a ruido, lo que se puede hacer mediante una jornada de trabajo nominal, teniendo en cuenta lo siguiente: Tareas, principales fuentes de ruido y las áreas de trabajo más ruidosas. También es importante determinar si existe algún patrón de trabajo, descansos, reuniones, entre otros ((García & Luna, NTP.951, 2012).

2.2.1.15 Estrategias de medición de ruido

Existen tres estrategias de medición de ruido que son las siguientes:

- a) Basada en la tarea:** “El trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente” (García & Luna, NTP.951, 2012, pp. 2).
- b) Basada en el puesto de trabajo (función):** “La medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y por lo general en el marco de un GEH” (García & Luna, NTP.951, 2012, pp. 2).
- c) Jornada completa:** “la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral” (García & Luna, NTP.951, 2012, pp. 2).

Para determinar la estrategia de medición es importante tener en cuenta factores como el objeto de medición, complejidad de las condiciones de trabajo, número de trabajadores, duración de la exposición, entre otros (García & Luna, NTP.951, 2012).

La selección de la estrategia de medición se resume en la figura 5:

PATRON DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICION		
		Basada en la tarea	Basada en el puesto de trabajo (función)	Basada en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación	Si	-	-
Puesto fijo SI APLICABLE	Tarea compleja o varias operaciones	Si	Aplicable	Aplicable
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	Si	Aplicable	Aplicable
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo	Aplicable	Aplicable	Si

	complejo			
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	Aplicable	SI
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	—	SI	Aplicable
Puesto fijo o móvil	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	—	SI	Aplicable

Figura 5: Selección de la estrategia de medición

Fuente: García & Luna, NTP.951, 2012.

Elaborado por la fuente.

2.2.1.16 Metodología para la Medición de ruido

La figura 6, muestra la metodología utilizada para realizar las mediciones de ruido:

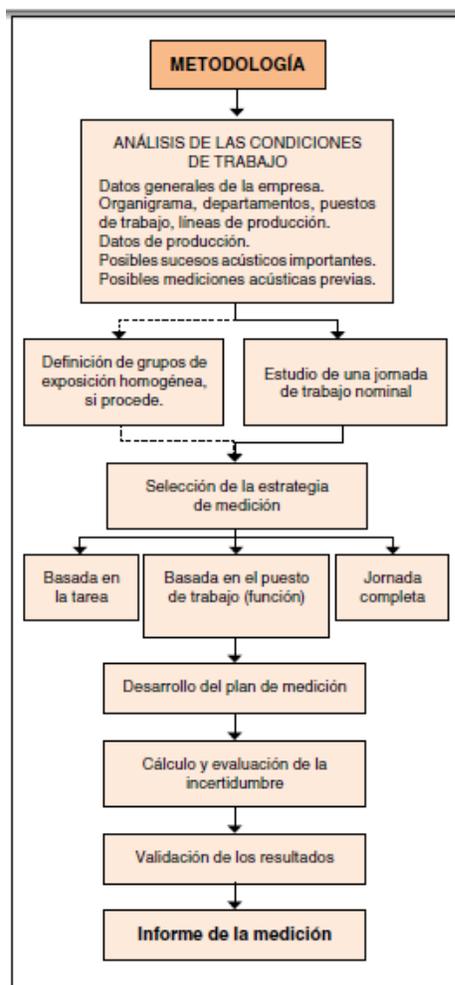


Figura 6: Metodología para la Medición de Ruido

Fuente: García & Luna, NTP.951, 2012.
Elaborado por la fuente.

2.2.1.17 Tiempo de medición y número de mediciones

El número de puntos y tiempo de medición depende de la estrategia a seleccionar, para la estrategia basada en la tarea se toma en cuenta lo siguiente:

- La duración de la medición será el tiempo que dure la tarea, si esta es menor que cinco minutos.

- Cuando la tarea dura más de cinco minutos la tarea durará al menos cinco minutos.
- Al tener un ruido cíclico a lo largo de la tarea, cada medida debe cubrir 3 ciclos bien definidos. Si la duración de los 3 ciclos es menor a 5 minutos, la medición se debe realizar como mínimo 5 minutos. La duración de cada medición debe estar de acuerdo con la duración de un determinado número de ciclos enteros.
- Si se tiene un nivel de ruido constante o la tarea esta poco relacionada con el nivel de exposición global, puede optarse por tiempos de mediciones menores.

2.2.1.18 Evaluación de la Exposición al ruido del trabajador

La exposición al ruido de un trabajador se mide cerca del oído y no debe realizarse restas que tengan en cuenta la atenuación que aportan los protectores auditivos, debido a que actualmente no existe ninguna norma internacional en la que estime la atenuación que ofrecen los protectores auditivos. En trabajos que necesitan de concentración es importante reducir los efectos del estrés o fatiga que están relacionados con la exposición al ruido, practicando medidas de control incluso cuando los niveles de ruido son moderados, menores de 85 dbA (OIT, 2001).

2.2.1.19 Criterios de Exposición

Para determinar los criterios de exposición al ruido se deberá tener en cuenta los objetivos a conseguir, por ejemplo, la prevención de la pérdida auditiva o la prevención del estrés o fatiga. Los límites máximos permisibles pueden variar de acuerdo al país, de 80 a 85 ó 90 dBA, con factores de acumulación de 3, 4 o 5 dBA (OIT, 2001).

2.2.1.20 Límites de exposición a niveles de ruido en el trabajo.

Generalmente las autoridades fijan el límite máximo permisible de exposición, aplicables a ocho horas de la jornada laboral y mediante cálculo los límites permisibles en otros períodos de exposición, varias autoridades son más rigurosas que otras en ciertos ámbitos (Asfah, 2000).

Las normas con respecto a los límites máximos permisibles en países desarrollados se encuentran en constante revisión y tienden al conservacionismo, ya que tienden a un límite de 85 dBA, y a un factor de acumulación de 5 dBA (Suter, 1998)

En el Ecuador se fija como límite máximo de nivel de presión sonora 85 dBA, para el caso de ruido continuo, durante la jornada laboral de 8 horas de trabajo (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

Conforme el Decreto Ejecutivo 2393 (1986), en los puestos de trabajo cuyas actividades sea fundamentalmente la intelectual, tarea de regulación o vigilancia, concentración o cálculo, el límite máximo permisible es de 70 dBA de ruido. En el caso de ruido continuo los niveles de ruido, medidos con el filtro A, en posición lenta, están relacionados con el tiempo de exposición, conforme la tabla 1:

Tabla 1: Límite de Nivel Sonoro con el Tiempo de Exposición

Nivel sonoro/db (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1

105	0.5
110	0.25
115	0.125
120	0.0625

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393, 1986
Elaborado por la fuente.

Los niveles de exposición sonora máxima de exposición para el ruido de impacto, para 8 horas de trabajo, dependen del número de total de impactos, conforme la tabla 2:

Tabla 2: Número de impulsos por jornada de trabajo.

Número de impulsos o impactos por jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima dB
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393, 1986
Elaborado por la fuente.

A los trabajadores que trabajen en estas condiciones, se les debe realizar anualmente un estudio y control audiométrico (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

2.2.1.21 Dosis Diaria

Para evaluar el riesgo de daño auditivo se utiliza el criterio de dosis de ruido diaria (D), la que no debe ser mayor de 1. La "D" se puede calcular mediante mediciones realizadas con el sonómetro u obtenerlas directamente con el dosímetro. Cuando la exposición es intermitente a ruido continuo debe

considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o superiores a 85 dB. Para este caso la dosis diaria se calcula según la siguiente fórmula y no debe ser mayor a 1 (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

$$D = \left(\frac{Te1}{Tp1} + \frac{Te2}{Tp2} \dots \dots \dots + \frac{Ten}{Tpn} \right)$$

Donde:

Te = Tiempo total de exposición a un determinado NPS, en horas.

Tp=Tiempo total permitido a el NPS, en horas

El riesgo de sordera esta presente si la dosis es mayor a 1.

Los tiempos permitidos (Tp) se pueden calcular a partir de :

$$Tp = \frac{16}{2^{N-80/5}}$$

Donde:

Tp= Tiempo permitido de exposición, en horas

16= Tiempo de descanso (24-5016)

N= Lp al que se va a calcular el Tp

80= Lp umbral

5= tasa de cambio o factor q.

Dosis menor a 0.5. Riesgo bajo: No hay sobrexposición.

Dosis entre 0.5 y 1. Riesgo Moderado: Nivel de acción. Realizar seguimientos y correctivos.

Dosis entre 1 y 2. Riesgo alto: Nivel de control. Existe sobrexposición.

Dosis mayor a 2. Riesgo Crítico: Nivel de control. Es imposible trabajar si no existe control de ruido.

No se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) para ningún caso, cualquiera que sea el tipo de actividad o trabajo (Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

2.2.2 Técnicas de control de ruido

Idealmente uno de los medios que son más eficientes para el control del ruido es evitar desde un inicio que la fuente de ruido ingrese en la empresa, implantando un programa eficaz de adquisición de productos sin ruido, para que en los sitios de trabajo se cuente con equipos diseñados para disminuir los niveles de ruido. Este tipo de programas se planifican en función de normas claras que limiten las características para disminuir los niveles de ruido de las máquinas, equipos, instalaciones y procesos (OIT, 2001).

Un programa realizado correctamente tiene en cuenta la vigilancia y el mantenimiento. Cuando los equipos se encuentren instalados se identifica el exceso de ruido por mediciones del nivel de presión sonora, aunque el control del ruido es mucho más complejo, ya que existen equipos y maquinarias que las empresas ya tienen desde tiempo atrás. Además, suele haber más de una opción de control del ruido para cada problema que se presenta. Por lo tanto, es importante determinar los medios viables y económicos para reducir el ruido, lo que se deberá tener en cuenta en el programa de control (OIT, 2001).

2.2.2.1 Selección de las opciones apropiadas del control de ruido

Después de identificadas las fuentes de ruido y la emisión de este en las áreas de trabajo, el siguiente paso consiste en seleccionar entre las diferentes opciones para controlar el ruido, entre las cuales se tiene, control en la fuente, en la vía de transmisión y en el receptor, en ciertos lugares será suficiente con controlar uno de estos elementos, pero en otras puede ser necesario tratar más de un elemento para mejorar el ambiente con un nivel de ruido aceptable (OIT, 2001).

2.2.3 Elementos de Protección Personal (EPP) y Auditiva (EPA).

Se diseñó con el fin de proteger a los trabajadores en el lugar de trabajo, de lesiones o enfermedades que resultan por la exposición a ruido. El elemento de protección personal es la última barrera que utiliza el trabajador y se debe tomar en cuenta que no es una garantía que éste no sufrirá pérdida auditiva por utilizar el EPA. Es importante que el EPA cumpla con los requisitos establecidos en la normativa tanto internacional como nacional los Equipos de Protección Personal (INN 2001)(ISO 1994), por otro lado es importante tener en cuenta que se debe trabajar primero en la fuente para disminuir los niveles de ruido, luego en el medio y por último en el receptor, aunque en muchas industrias los costos de aplicar medidas de control de tipo técnico u organizativo representa una alta inversión, motivo por el cual muchas empresas optan por el EPA. La correcta utilización de éstos esta relacionad por diferentes variables como son: Calidad certificada, confortable y compatible con otros EPP, además de factores anatómicos y ambientales, problemas de salud y agentes contaminantes, así como, capacitación para su utilización y mantenimiento (Sánchez & Albornoz, 2006).

2.2.4 Evaluación del riesgo

La Evaluación de los riesgos laborales es muy importante para una gestión activa de la seguridad y salud en el trabajo, por lo que se debe planificar la acción preventiva a partir de una evaluación inicial del riesgo y evaluar los riesgos (INSHT, 2006).

La Evaluación de los riesgos laborales se realiza con el fin de estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se pueden evitar, para obtener información suficiente para que se adopten las medidas necesarias para prevenirlos (INSHT, 2006).

La evaluación de riesgos se divide en las siguientes etapas:

- **Análisis del riesgo:** mediante el cual se identifica el peligro y se estima el riesgo, evaluando la probabilidad y consecuencia de que se materialice el peligro (INSHT, 2006).
- **Valoración del riesgo:** Se compara el valor del riesgo obtenido con el tolerable y se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo (INSHT, 2006)

La evaluación inicial de riesgos se debe realizar en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa, teniendo en cuenta:

- a) Las condiciones de trabajo que existen o previas.
- b) La posibilidad que el trabajador que lo ocupe sea sensible, por sus características personales o estado biológico, a cualquiera de dichas condiciones.

Se deben volver a evaluar los puestos de trabajo que puedan verse afectados por:

- a) La selección de equipos de trabajo, sustancias o compuestos químicos, nuevas tecnologías en el acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- b) Incorporación de un trabajador con características personales o estado biológico, lo hagan sensible a las condiciones del puesto.

Las evaluaciones deberán revisarse periódicamente, según lo acordado entre la empresa y trabajadores. Además éstas deben quedar documentadas, teniendo en cuenta los siguientes datos:

- a) Identificación del puesto de trabajo
- b) Los riesgos existentes
- c) La relación de los trabajadores afectados
- d) Resultados de la evaluación y acciones preventivas
- e) Referencias de los métodos o procedimientos utilizados (INSHT, 2006).

Las fases de la evaluación del riesgo se sintetizan en la figura 7.

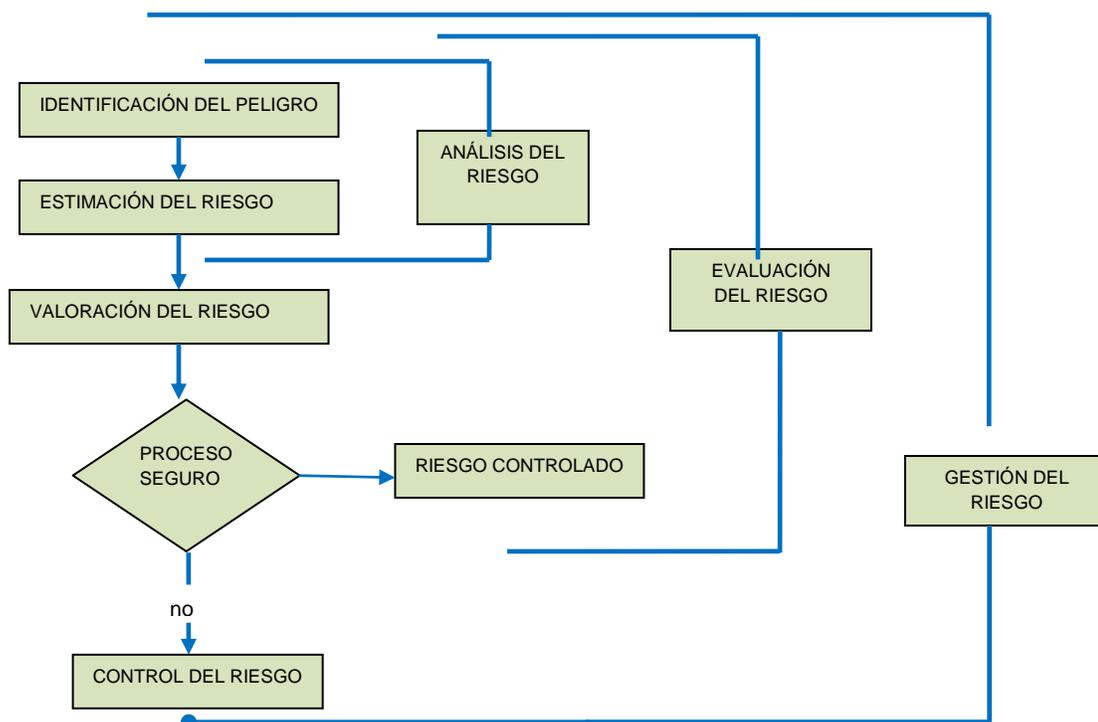


Figura 7: Evaluación del Riesgo
 Fuente: INSHT, 2006.
 Elaborado por el autor.

2.2.5 Vigilancia de la Exposición a Ruido

Un programa de vigilancia se debe fundamentar en la prevención de efectos que puedan causar daños a la audición, para lo que se debe realizar un monitoreo ambiental del lugar de trabajo, conjunto con un monitoreo de salud auditiva, para de esta forma implementar medidas preventivas y correctivas a partir de los resultados (Ministerio de Salud de Chile, 2011).

El programa de vigilancia se lo debe hacer con un equipo multidisciplinario que debe estar compuesto por las áreas de salud ocupacional y prevención de riesgos e higiene industrial, es importante definir el equipo de acuerdo a las necesidades

propias de la organización, teniendo en cuenta la frecuencia de las audiometrías, la sensibilidad y especificidad de los métodos para evaluación y monitoreo, así como las adecuadas medidas de control de ruido para el ambiente de trabajo, medidas con las cuales se puede identificar el universo de trabajadores con exposición a ruido y que deben ser objeto de la vigilancia de la salud auditiva (Ministerio de Salud de Chile, 2011).

2.3 Marco Teórico Conceptual

“Combinación de la frecuencia o probabilidad que puedan derivarse de la materialización de un peligro” (Rubio, 2004, p.50).

2.3.2 Clasificación de los factores de riesgo

- **Factor de Riesgos Físicos:** Son aquellos factores ambientales de naturaleza física, que al ser percibidos por la personas pueden afectarlas. Entre los factores de riesgo físico se tienen el ruido, temperaturas extremas, humedad relativa, ruido, iluminación, radiaciones, vibraciones y presiones anormales (Leñero y Solís, 2008).
- **Factores de riesgo mecánicos:** Son los que están relacionados con objetos, máquinas, herramientas y equipos, que por su estado o condiciones de funcionamiento, se encuentran en contacto con las personas y pueden provocar daños o lesiones, pueden ser estáticos (Pisos, paredes, escaleras, etc.) y dinámicos (Montacargas, poleas, rodillos, bandas, entre otros) (Leñero y Solís, 2008).
- **Factores de riesgo eléctrico:** Son los referentes a sistemas eléctricos de máquinas, equipos que generan o conducen energía dinámica o estática que al entrar en contacto con las personas, por diferentes razones técnica

o humanas, pueden provocar lesiones, según la intensidad o tiempo de contacto con la corriente, entre los que podemos citar alta tensión o electricidad estática (Leñero y Solís, 2008).

- **Factores de riesgos Químico:** Son los elementos y sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden ingresar al organismo por inhalación, absorción e ingestión, que depende de la concentración y tiempo de exposición, por su estado físico en el ambiente se clasifican en líquidos, sólidos o gases y por sus efectos en el organismos en Irritantes, Neumoconióticos, tóxicos sistémicos, alergénicos, anestésicos y narcóticos (Leñero y Solís, 2008).
- **Factores d riesgos Biológicos:** Son los micro y macroorganismos patógenos y los residuos que pueden afectar a las personas que estén en contacto con éstos, produciéndose enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas e intoxicaciones, por ejemplo: exposición a virus, bacterias, hongos y parásitos (Leñero y Solís, 2008).
- **Factores de riesgos ergonómico:** Son los objetos, puestos y herramientas de trabajo, que por el peso, forma, tamaño o diseño, pueden producir fatiga física o desórdenes músculo esqueléticos, debido a que el trabajador tiene que realizar sobreesfuerzos, posturas repetitivas o forzadas, estos pueden ser mobiliarios (sillas, mesas), dinámicos (movimientos repetitivos, posturas, esfuerzos) y estáticos (trabajo de pie o sentado) (Leñero y Solís, 2008).
- **Factores de riesgos psicosociales:** Se produce por la interrelación de las personas (vida familiar, cultura, género, edad, entre otros), dentro y fuera del lugar de trabajo, está relacionado con la capacidad potencial de las personas, se pueden producir por diferentes causas como: organización del trabajo, relaciones interpersonales, ambiente de trabajo y contenido de la tarea (Leñero y Solís, 2008).

2.3.3 Ruido

“El ruido es un sonido desagradable que interfiere con la actividad humana”
(Floría, 2009, p. 307).

2.3.4 Tipos de Ruido

El ruido se clasifican en:

- **Ruido de Impacto**

“En este tipo de ruido el nivel de presión acústica disminuye exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúan en un tiempo mayor a un segundo, con un tiempo de acción menor a 0.2 segundos” (Falagan, 2005).

- **Ruido Continuo:** “Es aquel en el que el nivel de presión acústica no varía con el tiempo, es decir, se mantiene constante y si posee máximos, estos se producen en intervalos menores de un segundo” (Falagan 2005, p.587).

- **Ruido Estable:** “Cuando el nivel de presión acústica ponderado A en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo” (Falagan 2005, p.587).

Cumple con esta condición cuando la diferencia entre el valor máximo y mínimo es inferior a 5 dB A. (INSL, 2006)

- **Ruido variable:** “Cuando el nivel de presión acústica oscila más de 5 dBA en el tiempo” (Falagan 2005, p.587).

2.3.5 Rango de Frecuencias Audibles:

“El rango de frecuencias audibles que el oído humano es capaz de detectar está comprendido entre 20 y 20.000 Hz, estas son, por tanto, las frecuencias audibles. El campo de frecuencias inferior a los 20 Hz se denomina vibraciones y el superior a 20.000 Hz son los ultrasonidos” (Floría, 2009, p.309).

2.3.6 Período

“El período es el tiempo que corresponde a un ciclo completo de la onda sonora” (Floría, 2009, p.309).

2.3.7 Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq):

“Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total o dosis que el ruido medido” (Calisto, 2009, p.24).

2.3.8 Decibel (dB):

“El decibelio (dB), no es una unidad de medida absoluta sino una unidad sin dimensiones que expresa la diferencia entre dos niveles de intensidad, mismo que es igual a 10 veces el logaritmo decimal entre una cantidad dada y otra que se toma como referencia [$L = 10 \log_{10} (I : I_0)$]; generalmente esa referencia es la del umbral de audición de 1.000 Hz con una presión de 20 μPa (ó 10-12 W/m^2), que es la menor presión acústica audible para un oído joven y sano, por

lo que su valor en la escala logarítmica es 0 dB”(Comisión de Salud Pública Mérida, 2000,).

2.3.9 Audiometría:

“Es la prueba básica para conocer la audición de la persona. Existen diferentes tipos de test que nos permiten visualizar mejor el estado auditivo según interese saber la lesión y la repercusión social de la misma, etc” (Tolosa & Badenes, 2008, p.13).

2.3.10 Sonómetro

Es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión sonora expresado en decibelios, independientemente de su efecto fisiológico (Falagán et al., 2000).

2.3.11 Sonómetro integrador promediador

Permite medir el LpA de cualquier tipo de ruido. Estos equipos miden de forma simultánea los niveles de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores automáticamente (Rejano de la Rosa, 2000).

2.4 Marco teórico legal

- Constitución Política de la República del Ecuador, art. 326, numeral 5, en la que se garantiza que todas las personas tienen derecho a desarrollar

sus labores en un ambiente adecuado y propicio (Asamblea Constituyente, 2008).

- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584, en su artículo No. 9, sobre las tecnologías de información y los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con el fin de reducir los riesgos laborales” (Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, 2004).
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Art. 55. Ruidos y vibraciones (Decreto Ejecutivo 2393,1986).
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 5, sobre los límites permisibles de niveles de ruido ambiente (Decreto Ejecutivo 3516, 2003).

2.5 Marco teórico Temporal y Espacial

La investigación se realizó en un Municipio, en la Dirección de Obras Públicas, en el departamento de Parques y Jardines, durante el año 2014. Las mediciones se realizaron en los principales parques del cantón.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la Investigación

La investigación se realizó a través de un diseño Transversal, para determinar la exposición de los trabajadores operativos del área de parques y jardines de un Municipio, al factor de riesgo físico ruido, adicionalmente se determinó la situación actual del problema.

La investigación fue realizada en campo, por lo que los datos se recolectaron en los puestos de trabajo de los trabajadores operativos, sin manipulación ni control de variables.

3.2 Tipo de Investigación

La investigación es descriptiva cuantitativa y de campo, al realizar las mediciones de ruido como la evaluación de los factores de riesgo, se presentaron inconvenientes que se deben tener en cuenta, como son:

- En lo que respecta al uso del sonómetro, cualquier cambio tanto en la calibración como en el normal funcionamiento del equipo tiene un impacto en el valor de medición, motivo por el cual se verificó que el equipo se encuentre calibrado antes y después de la medición.
- También existe influencia por la persona que realizó las mediciones, debido a que de forma consciente o inconsciente pudo cambiar los datos.

- Existen otros factores que influyen en la medición que pueden limitar la validez del método, como son: posición del micrófono, número y tiempo de mediciones, factores ambientales como viento y corrientes de aire y fuentes de ruido tales como conversaciones y música.

3.3 Método de Investigación

Según el diseño de investigación que se utilizó, los métodos seleccionados fueron la observación y medición.

3.4 Población y Muestra

El ruido que se midió es ambiental y laboral, por lo tanto son todos los trabajadores operativos del área de parques y jardines (21 trabajadores).

3.5 Proposición

Las evaluaciones cuantitativas del factor de riesgo físico ruido de los trabajadores operativos de la Dirección de Obras Públicas de un Municipio son importantes para proyectar una Gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional.

3.6 Sistema de Variables:

Dentro de este tema de investigación se tiene la siguiente estructura sobre las variables que interviene en el mismo, que se detalla a continuación:

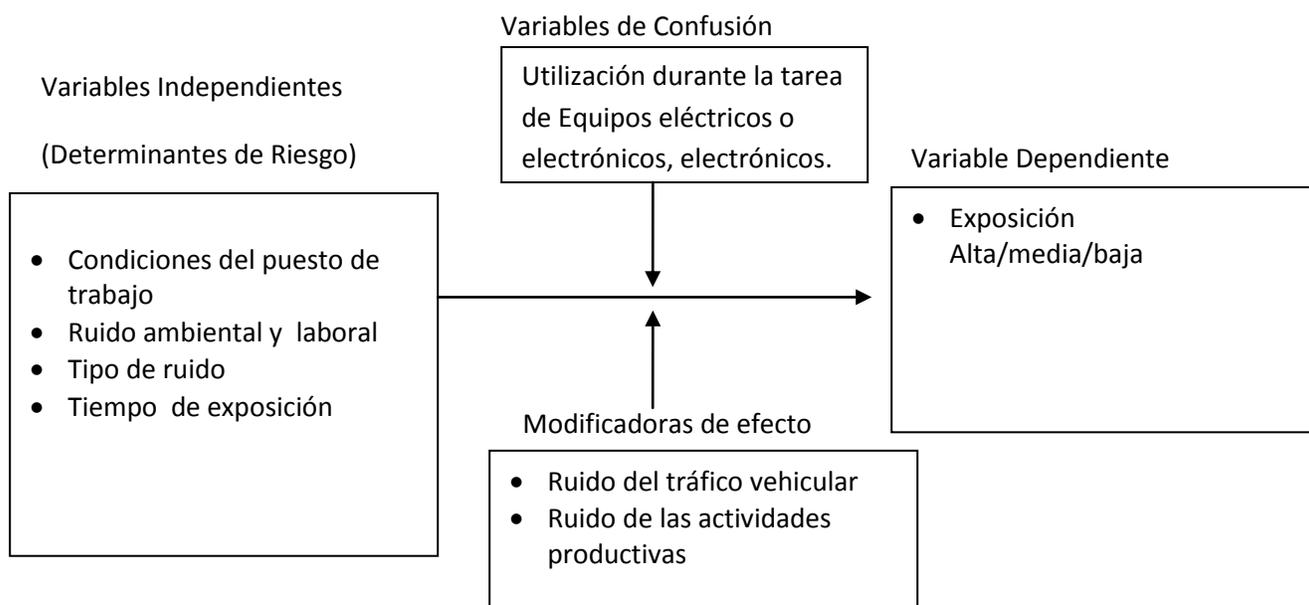


Figura 8: Variables
Fuente: UTE, 2011
Elaborado por el Autor

3.7 Operacionalización de Variables

Variable Conceptual	Variable Real Dimensional	Variable Operacional Indicadores	Escala
Condiciones del puesto de trabajo	Condiciones actuales en las que trabaja el personal operativo	Condiciones Ambientales	Temperatura Humedad
		Equipo de Protección Personal	Si / No.
		Tipo de Maquinaria	Maquinaria que causa ruido Maquinaria que no causa ruido
Ruido ambiental y Laboral	Factor de Riesgo Físico	Nivel de Presión Sonora	Nivel de Presión Sonora Equivalente., máximo y mínimo.
		Frecuencia	Rangos de frecuencias Banda de Octavas Ponderación
Tipo de ruido	Factor de Riesgo Físico	Nivel de Presión Sonora	Estable Fluctuante

			Intermitente Impulsivo
Tiempo de exposición	Tiempo al que el trabajador se encuentra expuesto al nivel de presión sonora	Horas	Horas de exposición
Utilización durante la tarea de Equipos eléctricos o electrónicos.	Equipos que se utilizan en la realización de la tarea, que no son parte del trabajo	Equipos eléctricos y electrónicos	SI/NO
Ruido del tráfico vehicular	Ruido que se produce en los parques como producto de la congestión vehicular	Nivel de Presión Sonora	Nivel de Presión Sonora Equivalente.
Ruido de las actividades productivas	Ruido que se produce por la actividades externas que se desarrollan en los parques	Nivel de Presión Sonora	Nivel de Presión Sonora Equivalente.
Exposición	Nivel de exposición al factor de riesgo físico ruido	Nivel de exposición	Alta/Media/Baja

Figura 9: Matriz de Operacionalización de Variables

Fuente: UTE, 2011
Elaborado por el Autor

3.8 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumento de Registro	Instrumentos de Recolección de Datos
Evaluación cuantitativa de ruido ambiental laboral	Registro de Mediciones Papel, lápiz	Sonómetro
Observación	Guía de Observación Matriz de Análisis	Papel, Lápiz, cámara fotográfica.

Figura 10: Matriz de Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Fuente: UTE, 2011
Elaborado por el Autor

3.9 Técnicas para el Tratamiento de los Datos

Los datos se ordenaron en tablas, se utilizó estadística descriptiva como son: Cálculo de la media de los datos de nivel de presión sonora obtenidos e incertidumbre de medición, en base a las Normas Técnicas de Prevención NTP 950 y 951 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Además se realizaron gráficos comparativos a través de Excel.

3.10 Confiabilidad y Validez

3.10.1 Confiabilidad

Por tratarse de una investigación de tipo cuantitativo, para realizar las mediciones de ruido, se utilizó un sonómetro que se encuentre calibrado por un laboratorio certificado y además se verificará la calibración del sonómetro antes de cada medición. Se presentará el certificado de calibración del sonómetro.

3.10.2 Validez

La validez de los datos que se obtuvieron se sustentó en las metodologías de Normas Técnicas de Prevención 950 y 951 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

3.11 Evaluación del Riesgo

Para realizar la evaluación del riesgo se realizó como primer paso un análisis de las áreas de trabajo del área de parques y jardines de la Dirección de Obras

públicas y se evaluó de esta manera las condiciones de trabajo tanto laboral como ambientalmente. La evaluación de los riesgos laborales se realizó mediante el método general del INSHT.

3.11.1 Etapas de un proceso general de evaluación

Las etapas de un proceso general de evaluación son las siguientes:

- a) Clasificación de las actividades de trabajo
- b) Análisis de riesgos
- c) Valoración de riesgos
- d) Plan de control de riesgos, (INSHT, 2006).

a) Clasificación de las actividades de trabajo: Se realizó una lista de las actividades de trabajo agrupándolas de manera racional y manejable. Una de las formas de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:

- Identificar las condiciones ambientales
- Identificar las tareas o puestos de trabajo.
- Para cada actividad es importante definir: Tarea su duración y frecuencia; Sitios de trabajo; Formación de los trabajadores; Procedimientos escritos de trabajo; Maquinaria, equipos, herramientas utilizadas; Instrucciones de fabricantes y suministradores; Tamaño, forma, peso de los materiales; Distancia y altura a las que se mueven los materiales; Sustancias y productos utilizados; Medidas de control; Organización del trabajo (INSHT, 2006).

b) Análisis de Riesgos: Para iniciar con el análisis de riesgo se realizó lo siguiente:

- **Identificación del Peligro:** Para lo cual es importante realizar tres preguntas:
 - ¿**Existe** una fuente de daño?

- ¿Quién (o qué) puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño? (INSHT, 2006).

Después se señalan los factores de riesgos detallando los peligros que se encuentran en las diferentes áreas:

- Mecánicos
 - Físicos
 - Químicos
 - Biológicos
 - Ergonómicos
 - Psicosociales
- **Estimación del Riesgo:** Es importante estimarse el riesgo para cada peligro identificado, identificando la potencial severidad del daño y la probabilidad que ocurra. Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la Potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra. En el siguiente cuadro detalla un método simple para estimar los niveles de riesgo, según la probabilidad estimada y consecuencia esperadas: (INSHT, 2006).

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

Figura 11: Estimación del riesgo

Fuente: INSHT, 2006

Elaborado por la fuente.

Probabilidad de que ocurra el daño: Se puede estimar desde baja a alta, teniendo en cuenta el siguiente criterio:

Probabilidad	Criterio
Alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre
Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
Baja	El daño ocurrirá raras veces

Figura 12: Criterios de Probabilidad

Fuente: INSHT, 2006.

Elaborado por el autor.

c) Valoración del Riesgo: Decidir si los riesgos son tolerables.

En la figura 13 se indica un criterio sugerido para toma de decisiones en cuanto al riesgo.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el

Figura 13: Valoración de Riesgos

Fuente: INSHT, 2006

Elaborado por la fuente.

3.12 Evaluación Cuantitativa de Ruido:

Para la evaluación cuantitativa de ruido, se utilizó como guía de la misma las Normas Técnicas de Prevención NTP 951 y NTP 950 del INSHT.

- a)** Se inició con un análisis de las condiciones de trabajo de los trabajadores operativos del área de parques y jardines con relación a la exposición a ruido, en base a lo siguiente:
- Datos generales del Municipio
 - Tareas por puesto de trabajo
 - Delimitación de áreas de trabajo en las que se llevó a cabo la evaluación de la exposición a ruido.
- b)** Se identificó si existe o no grupos de exposición homogénea.
- c)** Se realizó el estudio de una jornada de trabajo nominal para lo cual se identificará lo siguiente:
- Las tareas que realiza el personal operativo, características de las mismas, duración y variación.
 - Descansos o reuniones existentes en la jornada laboral
- d)** Se identificó la estrategia de medición según la norma NTP 951.
- e)** Según la estrategia seleccionada se realizó las evaluaciones cuantitativas de ruido.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis

El análisis de las condiciones de trabajo y riesgos físicos se lo realizó mediante un método cualitativo, conforme la Evaluación de riesgos del INSHT y el nivel de ruido al que está expuesto el personal operativo de parques y jardines se lo determinó mediante un método cuantitativo, basado en las normas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 950 y 951.

4.1.1 Análisis de las condiciones de trabajo e identificación de riesgos físicos.

Para la identificación de las condiciones de trabajo y riesgos físicos a los que están expuestos los trabajadores operativos, se utilizó el método de evaluación general de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

4.1.1.1 Datos Generales de la Dirección de Obras Públicas del Municipio

La Dirección de Obras Públicas del Municipio se encuentra dentro de los procesos agregadores de valor y tiene como misión “Proyectar, desarrollar, supervisar y controlar la ejecución de la obra pública municipal, en función a los planes de desarrollo y estratégicos del cantón y la comunidad” (Resolución No. 2014-05-105, 2014).

La Dirección de Obras Públicas se encuentra conformada por tres áreas que son las siguientes:

- **Obras Civiles:** Se encarga del plan de obras municipales, proyectos y estudios, informes de obras ejecutadas, realizar especificaciones técnicas para contratación de obras y recepción, entre otras.
- **Vías y Topografía:** Esta área tiene a su cargo el mantenimiento y mejoramiento de las vías, inventario vial de la ciudad, levantamiento topográfico de vías, replanteo de vías, plan de utilización y control de maquinaria municipal, entre otros.
- **Parques y Jardines:** EL área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas realiza actividades de mantenimiento de las áreas verdes del cantón (parques, canchas, redondeles, parterres entre otras, también se realizan actividades de ornamentación y reforestación.

4.1.1.2 Identificación de la tareas que realizan los trabajadores operativos de la Dirección de Obras Públicas:

Se identificó las tareas que realizan los trabajadores operativos de la Dirección de obras públicas, mediante la observación y se las clasifíco en las siguientes tareas:

- a) Corte de Césped
- b) Podado de Césped
- c) Corte de árboles
- d) Podado de árboles
- e) Limpieza y recolección manual de Césped
- f) Limpieza y recolección con la minicargadora de residuos.

4.1.1.3 Descripción de las actividades de trabajo por tarea (Condiciones de Trabajo).

Tarea: CORTE DE CESPED	
Condiciones de Trabajo	
Horario de Trabajo	Un solo Turno 7 :00 a 15:00 Descansos: Dos de media hora a media mañana y Almuerzo Una hora entre traslado y regreso a la bodega Municipal.
No. de trabajadores	4
Maquinaria	Tractor cortador de césped; Tienen en tres marcas Murray, Craftsman y Jonh Deere.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El inicio de la jornada laboral empieza con el traslado de los trabajadores operativos al lugar de trabajo, mismo que es los parques o áreas verdes del cantón. 2. Verificar que no existan personas alrededor 3. Encender el tractor 4. Corte de Césped 	
	
<p>Observaciones: Los trabajadores operativos que realizan esta tarea, generalmente no usan el equipo de protección personal que le entrega la Unidad de Seguridad.</p>	

Figura 14: Corte de Césped

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas
Elaborado por el autor.

Tarea: Podado de Césped	
Condiciones de Trabajo	
Horario de Trabajo	Un solo Turno 7 :00 a 15:00 Descansos: Dos de media hora a media mañana y Almuerzo Una hora entre traslado y regreso a la bodega Municipal.
No. de trabajadores	6
Maquinaria	Desbrozadora o Motoguadaña: Marca Stihl.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El inicio de la jornada laboral empieza con el traslado de los trabajadores operativos al lugar de trabajo, mismo que es los parques o áreas verdes del cantón. 2. Verificar que no existan personas alrededor 3. Encender la desbrozadora 4. Podar el césped 5. A las tres horas, se debe parar la misma, para que se refrigere y no se dañe. 	
	
<p>Observaciones: Los trabajadores operativos que realizan esta tarea, generalmente no usan el equipo de protección personal que le entrega la Unidad de Seguridad. Adicionalmente en la Máquina tiene marcado como LWA 115 dB A.</p>	

Figura 15: Podado de Césped

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas
Elaborado por el autor.

Tarea: Corte de árboles y /o ramas	
Condiciones de Trabajo	
Horario de Trabajo	Un solo Turno 7 :00 a 15:00 Descansos: Dos de media hora a media mañana y Almuerzo Una hora entre traslado y regreso a la bodega Municipal.
No. de Trabajadores	2
Maquinaria	Motosierra Stihl.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El inicio de la jornada laboral empieza con el traslado de los trabajadores operativos al lugar de trabajo, mismo que es en los parques o áreas verdes del cantón. 2. Verificar que no existan personas alrededor 3. Encender la motosierra 4. Corte de árboles o ramas. 	
	
<p>Observaciones: Los trabajadores operativos que realizan esta tarea, generalmente no usan el equipo de protección personal que le entrega la Unidad de Seguridad, esta tarea se realiza de dos a cuatro veces al mes. La motosierra la operan los trabajadores que utilizan el tractor o la motoguadaña, debido a que esta actividad se realiza de dos a cuatro veces al mes</p>	

Figura 16: Corte de árboles y/o ramas

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas

Elaborado por el autor.

Tarea: Podado de árboles	
Condiciones de Trabajo	
Horario de Trabajo	Un solo Turno 7 :00 a 15:00 Descansos: Dos de media hora a media mañana y Almuerzo Una hora entre traslado y regreso a la bodega Municipal.
No. de trabajadores	2
Maquinaria	Podadora de altura Stihl.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El inicio de la jornada laboral empieza con el traslado de los trabajadores operativos al lugar de trabajo, mismo que es en los parques o áreas verdes del cantón. 2. Verificar que no existan personas alrededor 3. Encender la podadora de 4. Podado de árboles. 	
	
<p>Observaciones: Los trabajadores operativos que realizan esta tarea, generalmente no usan el equipo de protección personal que le entrega la Unidad de Seguridad, esta tarea se realiza de dos a cuatro veces al mes. La podadora de árboles la operan los trabajadores que utilizan el tractor o la motoguadaña, debido a que esta actividad se realiza de dos a cuatro veces al mes.</p>	

Figura 17: Podado de árboles

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas
Elaborado por el autor.

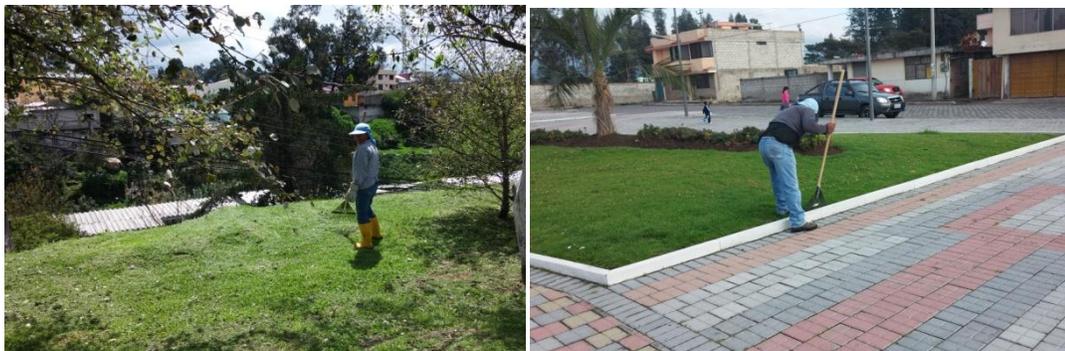
Tarea: Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	
Condiciones de Trabajo	
Horario de Trabajo	Un solo Turno 7 :00 a 15:00 Descansos: Dos de media hora a media mañana y Almuerzo Una hora entre traslado y regreso a la bodega Municipal.
No. Trabajadores	7
Herramientas	Pico, Azadón, Barra, rastrillo.
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El inicio de la jornada laboral empieza con el traslado de los trabajadores operativos al lugar de trabajo, mismo que es en los parques o áreas verdes del cantón. 2. Verificar que no existan personas alrededor 3. Se realiza la recolección manual de los residuos. 	
	
<p>Observaciones: Los trabajadores operativos generalmente realizan esta tarea, una vez que el operador de cualquiera de las máquinas, se aleja del área de trabajo.</p>	

Figura 18: Limpieza y recolección manual de residuos

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas

Elaborado por el autor.

Tarea: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	
Condiciones de Trabajo	
Horario de Trabajo	Un solo Turno 7 :00 a 15:00 Descansos: Dos de media hora a media mañana y Almuerzo Una hora entre traslado y regreso a la bodega Municipal.
No. Trabajadores	4
Maquinaria	Minicargadora
<p>Actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El inicio de la jornada laboral empieza con el traslado de los trabajadores operativos al lugar de trabajo, mismo que es en los parques o áreas verdes del cantón. 2. Verificar que no existan personas alrededor 3. Limpiar con la minicargadora, aquellos residuos sólidos que no se pueden recoger manualmente. 	
	
Observaciones: Esta tarea se realiza mientras la minicargadora se encuentra operando.	

Figura 19: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas

Elaborado por el autor.

4.1.1.4 Evaluación e identificación de riesgos

Mediante el método de evaluación general de riesgos del INSHT y conforme la matriz establecida para este método, se realizarón las evaluaciones cualitativas por tarea.

EVALUACIÓN DE RIESGOS										Evaluación Fecha Evaluación: 17/11/2014 Estimación del Riesgo					
Localización: Parques y áreas verdes del cantón															
Tarea: Corte de césped															
No. Trabajadores:4															
Tiempo de exposición: 6 horas															
Maquinaria: Tractor															
Riesgo	No.	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo						
			B	M	A	LD	D	ED	T	To	Mo	I	IN		
Mecánicos	1	Atrapamiento entre objetos	x				x				x				
	2	Atrapamiento por vuelco de máquinas o carga	x					x			x				
	3	Atropello o golpe con vehículo	x						x			x			
	4	Caída de personas al mismo nivel	x					x			x				
	5	Trabajo en alturas (Caídas de personas a distinto nivel)	x				x				x				
	6	Caídas manipulación de objetos	x				x				x				
	7	Desplome, derrumbamiento	x					x			x				
	8	Superficies irregulares		x				x				x			
	9	Proyección de partículas			x			x					x		
	10	Manejo de herramientas cortopunzantes (golpes o cortes)	x				x				x				
Físicos	11	Exposición a radiación solar			x			x						x	
	12	Exposición a temperaturas extremas			x			x						x	
	13	Temperatura ambiente			x			x						x	
	14	Ruido			x			x						x	
	15	Vibraciones			x	x						x			

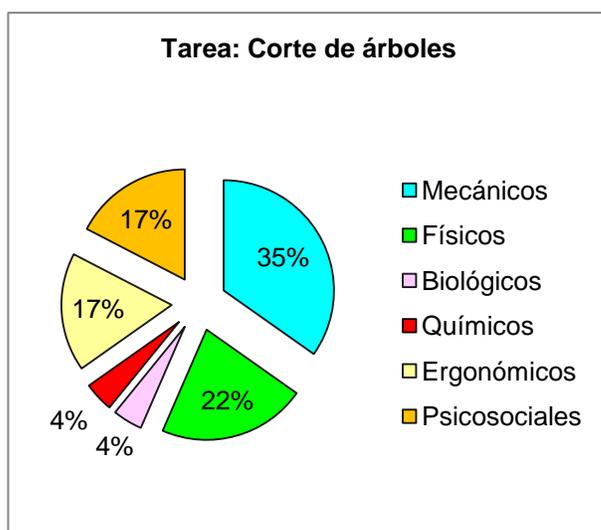


Gráfico 3: Corte de árboles

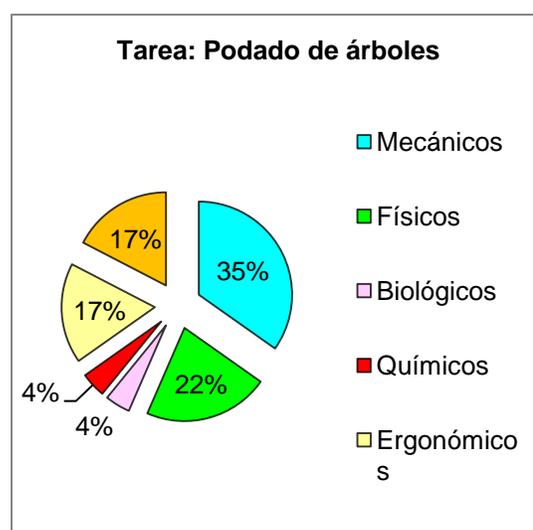


Gráfico 4: Podado de árboles

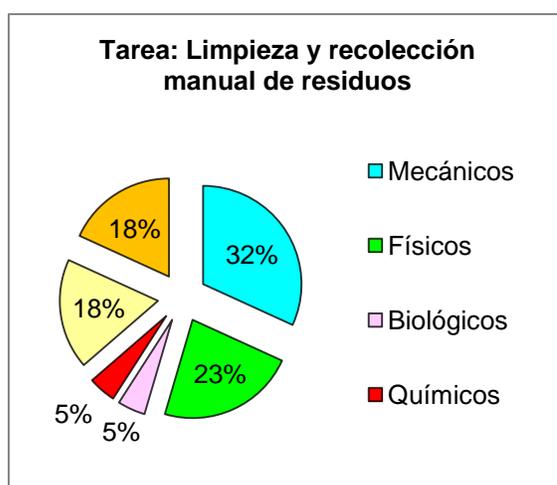


Gráfico 5: Limpieza y recolección manual de residuos

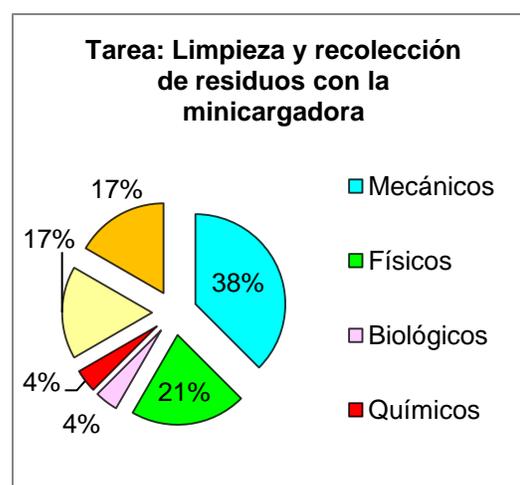


Gráfico 6: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora

Fuente: Autor 2015.
Elaborado por el autor.

4.1.1.5.2 Estimación de los Riesgos en porcentaje.

1. Corte de Césped
2. Podado de Césped
3. Corte de árboles
4. Podado de árboles
5. Limpieza y recolección manual de Césped

6. Limpieza y recolección con la minicargadora de residuos

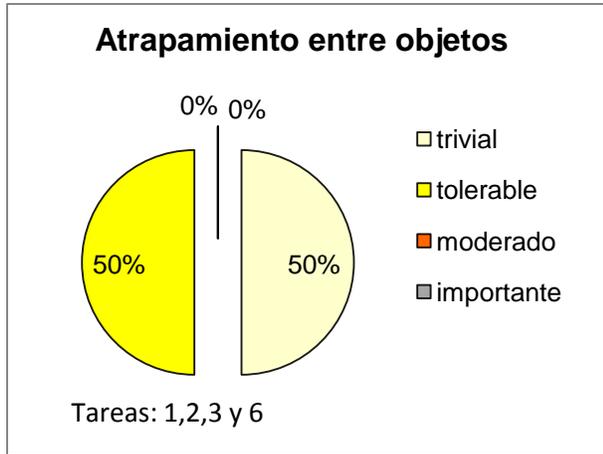


Gráfico 7: Atrapamiento entre objetos

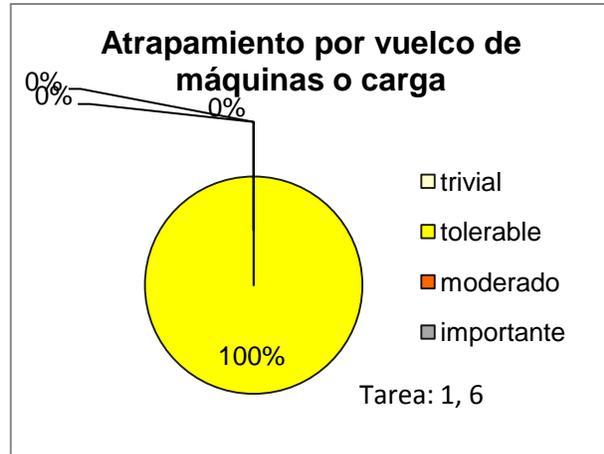


Gráfico 8: Atrapamiento entre objetos

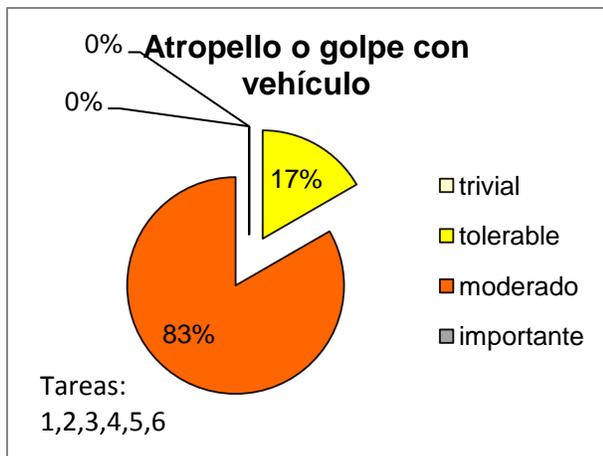


Gráfico 9: Atropello o golpe con vehículo

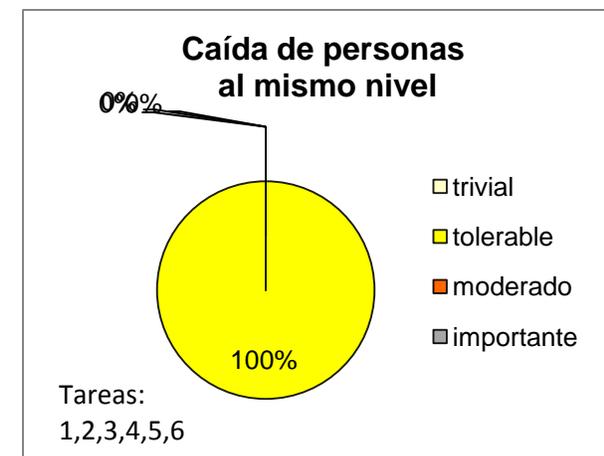


Gráfico 10: Caída de personas al mismo nivel

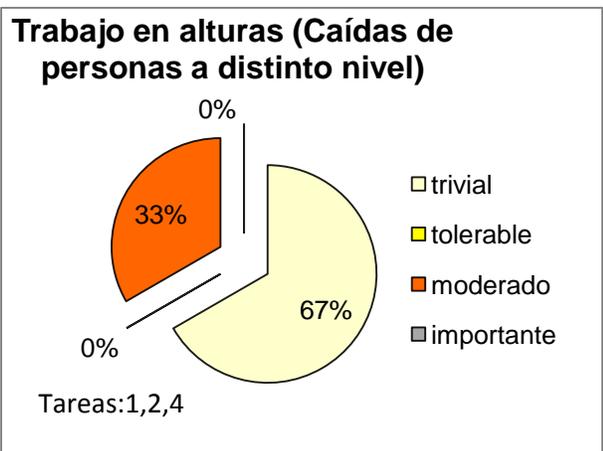


Gráfico 11: Trabajo en alturas

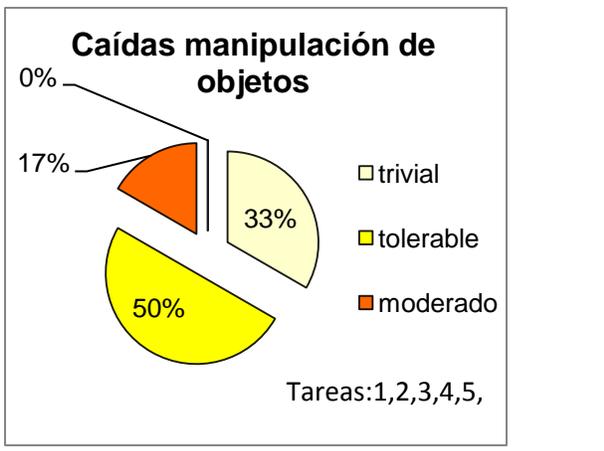


Gráfico 12: Caídas Manipulación de objetos

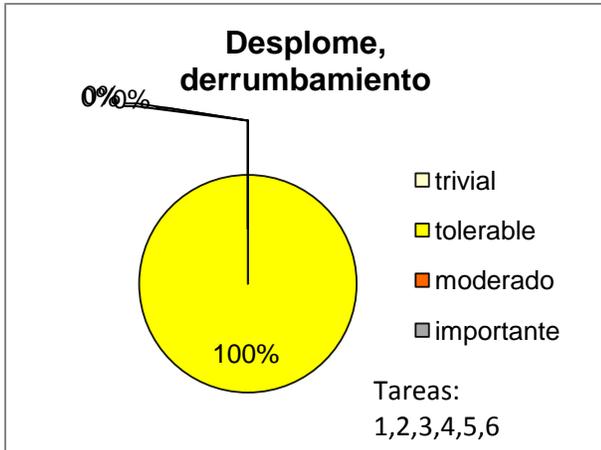


Gráfico 13: Desplome derrumbamiento

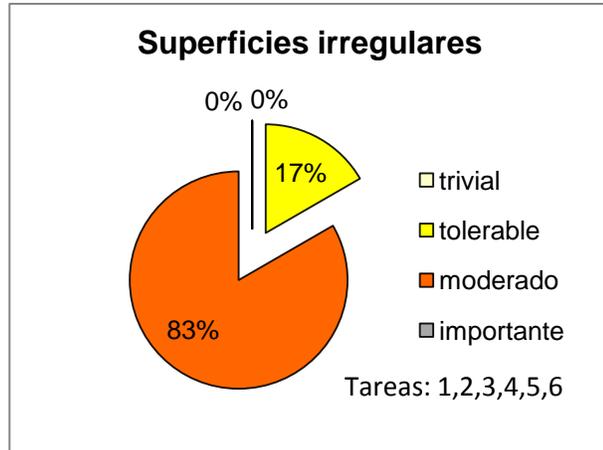


Gráfico 14: Superficies irregulares

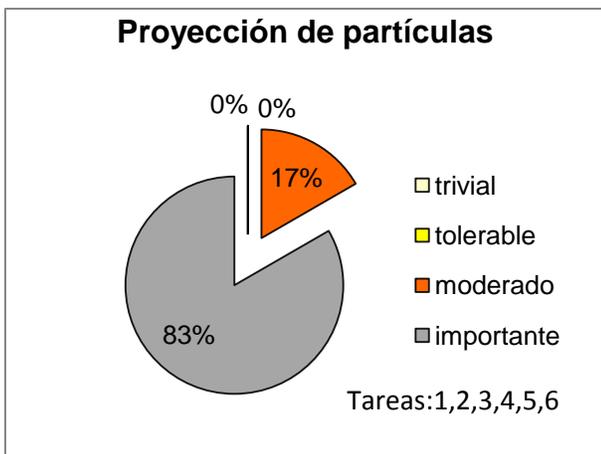


Gráfico 15: Proyección de Partículas

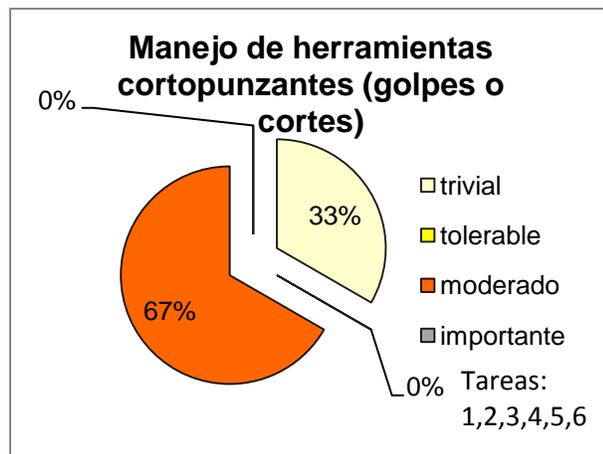


Gráfico 16: Manejo de Herramientas cortopunzantes

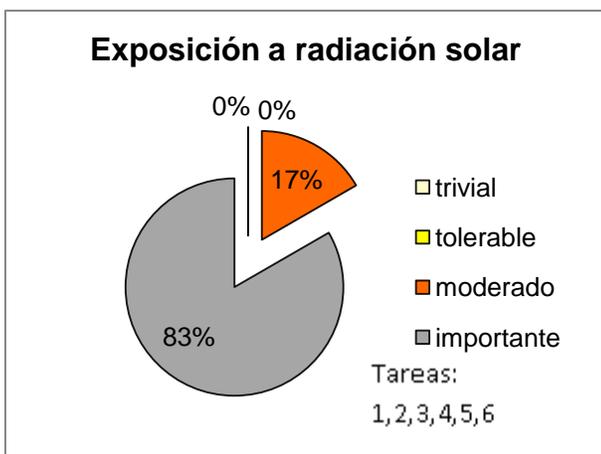


Gráfico 17: Exposición a radiación solar

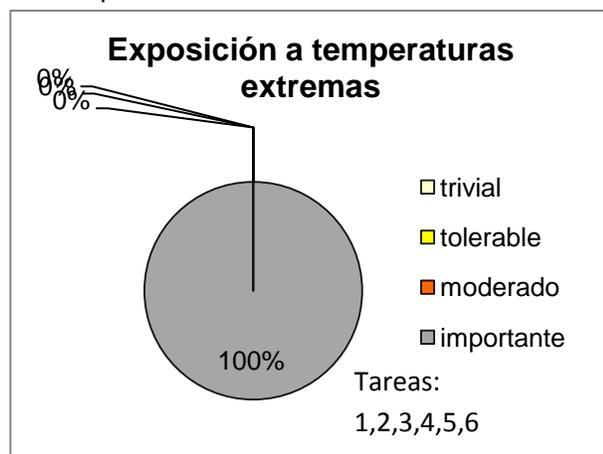


Gráfico 18: Exposición a temperaturas extremas

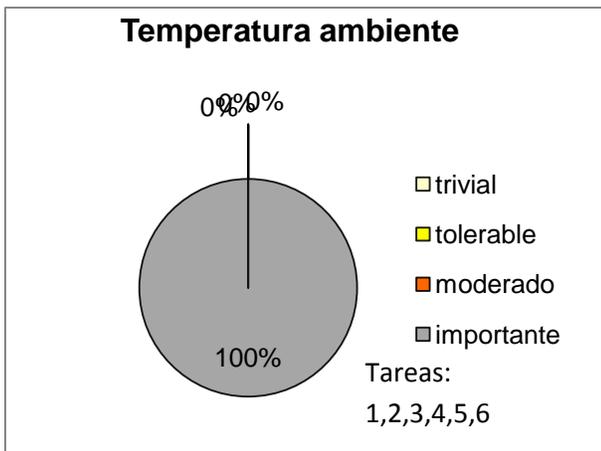


Gráfico 19: Temperatura ambiente

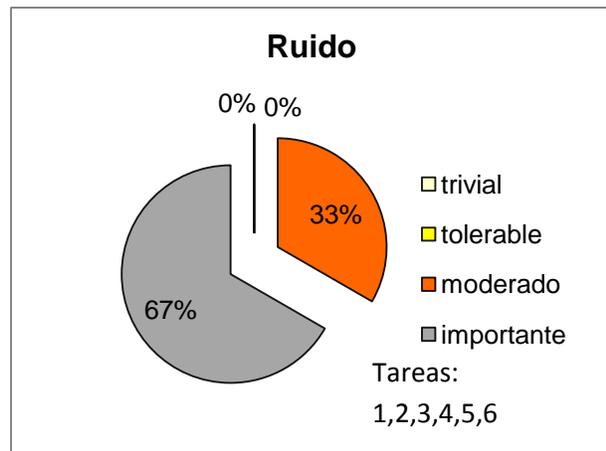


Gráfico 20: Ruido

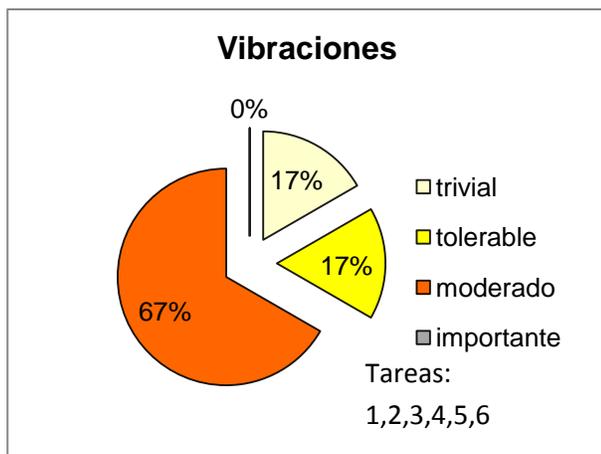


Gráfico 21: Vibraciones

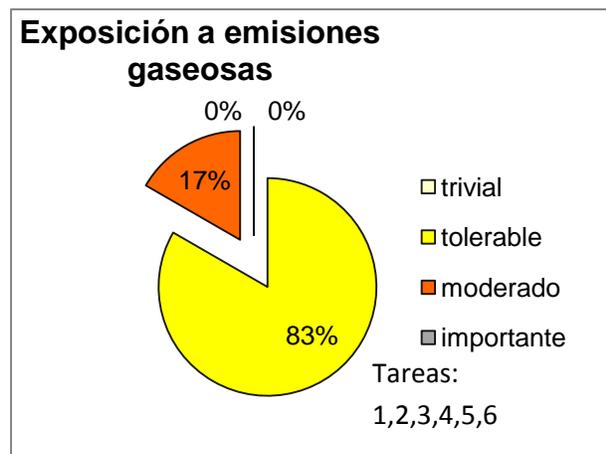


Gráfico 22: Exposición a emisiones gaseosas

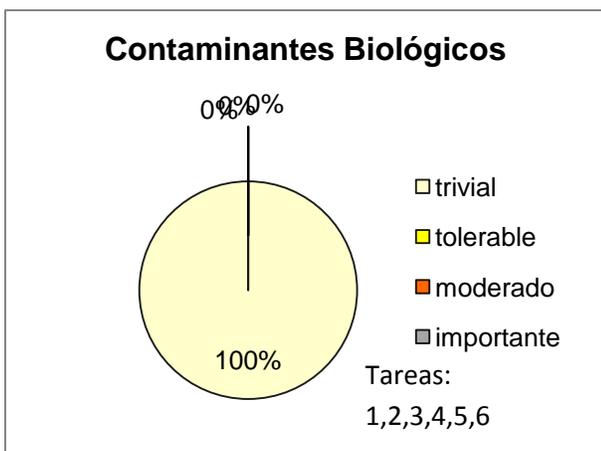


Gráfico 23: Contaminantes Biológicos

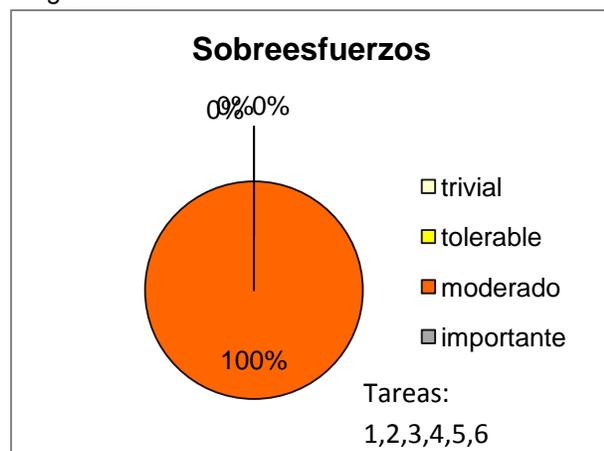


Gráfico 24: Sobreesfuerzos

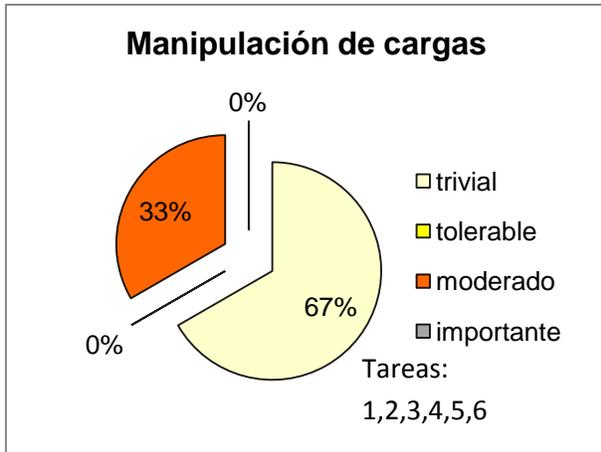


Gráfico 25: Manipulación de cargas



Gráfico 26: Posiciones forzadas

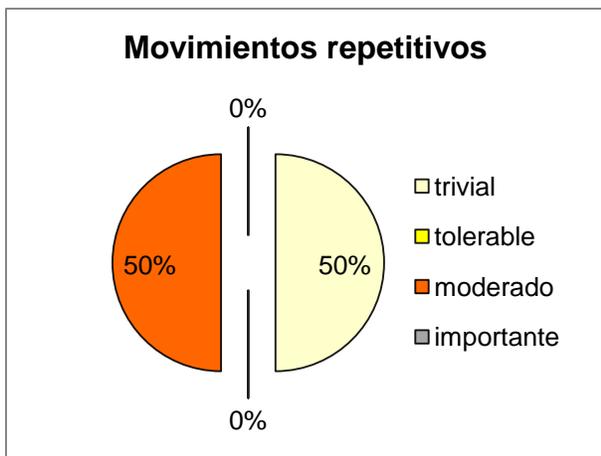


Gráfico 27: Movimientos repetitivos

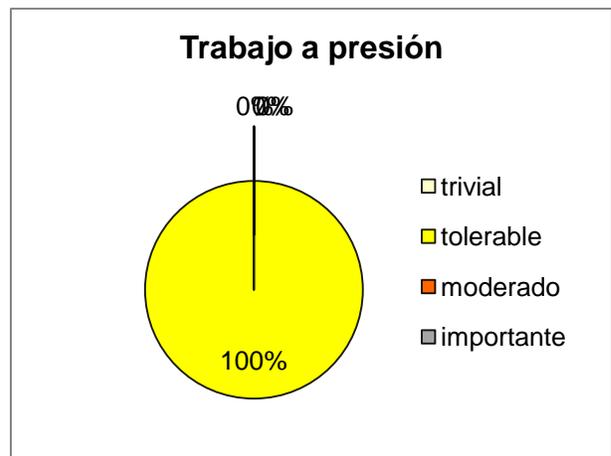


Gráfico 28: Trabajo a presión

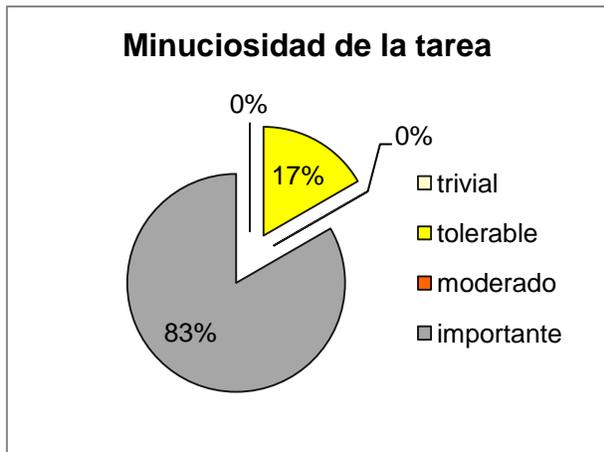


Gráfico 29: Minuciosidad en la Tarea

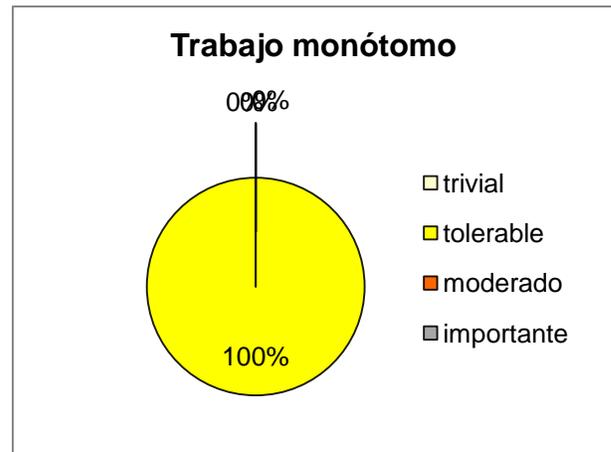


Gráfico 30: Trabajo Monótono

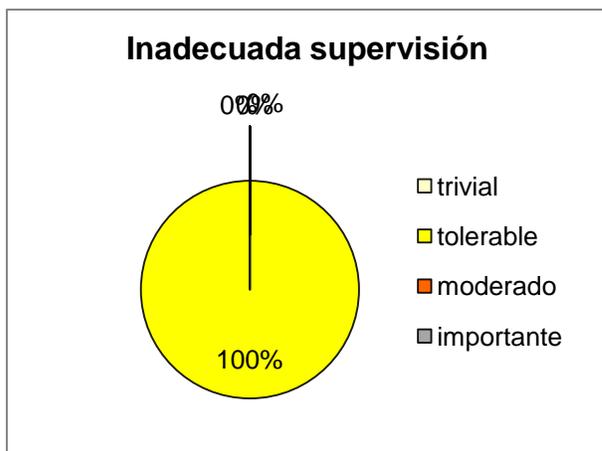


Gráfico 31: Inadecuada Supervisión

Fuente: Municipio
Elaborado por el autor.

De los Gráficos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se observa que el mayor porcentaje de riesgos a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines son de tipo mecánico entre un 32 % a 40 %, seguidos por los físicos (20% a 23%), continuando los químicos y ergonómicos (16% a 18%), y en una pequeña fracción los biológicos y químicos (4% a 5%)

De los Gráficos 7 a 31, se observa que se tiene como riesgos importantes la proyección de partículas, exposición a radiación solar, exposición a temperaturas extremas, temperatura ambiente, ruido y minuciosidad en la tarea, y como riesgos moderados el atropello o golpe de vehículo, superficies irregulares, manejo de herramientas corto punzantes, vibraciones, posiciones forzadas, sobreesfuerzos y movimientos repetitivos, sin embargo, hay que tomar en cuenta todos los riesgos investigados.

4.2 Evaluación Cuantitativa de ruido

Para las evaluaciones cuantitativas de ruido se utilizaron como base las normas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 950 y 951, siendo necesarios realizar los siguientes pasos:

4.2.1 Identificación de tareas que realizan los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas.

Tabla 3: Tareas por puesto de trabajo

Puesto	Maquinaria y/o Herramientas	No. de Trabajadores	Actividad-Tarea	No. de Medidas	Tiempo de Exposición
Operadores de Tractores cortadores de césped	Tractor cortador de Césped	4	Corte de Césped	10	6
Operadores de Desbrozadora o Motoguadaña	Desbrozadora o Motoguadaña	6	Podado de Césped	10	6
Operadores de Motosierra	Motosierra	2 Operadores del Tractor o Motoguadaña.	Corte de árboles o ramas	10	6
Operadores de Podadora de altura	Podadora de altura	2 Operadores del Tractor o Motoguadaña.	Podado de árboles	10	6
Ayudantes	Pico, Azadón, Barra, rastrillo	7	Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	10	6
Operadores de Minicargadora	Minicargadora	4	Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	10	6

Fuente: Municipio

Elaborado por el autor.

- ✓ Delimitación de áreas de trabajo en las que se llevó a cabo la evaluación de la exposición a ruido: La evaluación cuantitativa de exposición a ruido se llevó a cabo en el área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio.

4.2.2 Identificación de Grupos de Exposición Homogénea: En el área de parques y jardines se identificó que existes grupos de exposición homogénea por tarea, debido a que las tareas se encuentran bien definidas, como se detallan en el numeral 4.1.1.2.

4.2.3 Estudio de la Jornada de Trabajo

Para obtener una visión global de los factores que influyen en la exposición a ruido, se realizó el estudio de la jornada de trabajo, tomando en cuenta lo siguiente:

- Las tareas que realizan los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio que se encuentran detalladas en el numeral 4.1.1.2.
- Los trabajadores operativos cuentan con dos descansos de media hora cada uno y aproximadamente una hora entre traslado y retorno desde la bodega municipal a las áreas de trabajo y viceversa, por lo que el tiempo de exposición de los trabajadores operativos es de aproximadamente 6 horas diarias.
- El patrón de trabajo es puesto fijo, en vista de que cada operador tiene sus tareas específicas de trabajo.

4.2.4 La estrategia seleccionada para realizar las mediciones de ruido de acuerdo a la Norma Técnica de Prevención NTP 951, fue la basada en la tarea, debido a que al realizar el estudio de la jornada laboral se observó que esta los trabajadores operativos del área de parques y jardines, tienen tareas específicas para cada trabajador, las mismas que pueden ser medidas independientemente.

- 4.2.5** Para realizar las mediciones a través de la estrategia basada en la tarea, se realizó un estudio de las condiciones de trabajo como se detalla en el numeral 4.1.1.3.
- 4.2.6** Se realizó una estimación de la duración de la tarea y del tiempo de exposición, actividad que se realizó en campo.
- 4.2.7** Las tareas se realizan en un tiempo aproximado de tres horas, con una exposición total de seis, por lo que se realizó mediciones de al menos 5 minutos cada una.
- 4.2.8** En cada medición se comprobó la calibración del equipo al inicio y al final de la misma.
- 4.2.9** Se utilizó una pantalla de viento para realizar las mediciones con el sonómetro.
- 4.2.10** Las mediciones se realizaron en presencia del trabajador, debido al tipo de maquinaria que utilizan los operadores, el micrófono se colocó en una esfera imaginaria de 60 cm, alrededor de la cabeza del trabajador (OHSAS, 1985). En la Tabla 3 se detalla el tiempo de medición, número de mediciones, tareas y maquinarias.

4.2.1 Mediciones de Ruido

4.2.1.1 Instrumento

Para las mediciones de ruido se utilizó un sonómetro promediador integrador tipo 2, que cumple con lo determinado en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto Ejecutivo 2393). Adicionalmente se utilizó un calibrador para comprobar que el equipo se encuentre en buen estado.

Equipo	Características del Equipo
<p data-bbox="305 310 716 342">Sonómetro Intearador Tipo II</p> 	<p data-bbox="787 310 1365 598"> Marca: Quest Modelo: 2900 Serie: CDF 020005 Certificado de Calibración: Anexo 4, fecha:28/08/2014 Cumple con las Normas ANSI 51.4-1983 Tipo 2, ICE 651-1979 Tipo 2 e ICE 804- 1985 Tipo 2. </p>
<p data-bbox="305 730 610 762">Banda de Frecuencia</p> 	<p data-bbox="787 730 1300 947"> Marca : Quest ANSI S1.11-1986, order 3. IEC R 225-1966 Serie: HW3110048 Certificado de Calibración: Anexo 4, fecha:28/08/2014 </p>
<p data-bbox="305 1150 456 1182">Calibrador</p> 	<p data-bbox="787 1150 1300 1367"> Marca: Quest Modelo: QC-10 Rango: 114 dB-1000 Hz IEC 942:1988, CLASE 1 ANSI S1.40-1984 Certificado de Calibración: Anexo 4, fecha:28/08/2014 </p>

Figura 21: Características del Equipo

Fuente: Municipio
 Elaborado por el Autor.

4.2.1.2 Resultados de las mediciones de ruido.

Tabla 4: Medición de Ruido Tarea: corte de césped

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB A	LA max dB A	LA mín. dB A	LA max - LA min	Tipo de ruido
Tractor cortador de césped Murray 1	8:00	1	91,9	92,9	91,7	1,2	Estable
	8:00	2	92,5	93,1	92	1,1	Estable
	8:00	3	92,6	93,1	92,1	1	Estable
	9:30	4	91,8	92,7	91,2	1,5	Estable
	9:30	5	91,9	92,8	91,6	1,2	Estable
	9:30	6	92,1	93	91,8	1,2	Estable
	11:00	7	92,4	93,1	92	1,1	Estable
	11:00	8	92,3	93,1	91,9	1,2	Estable
	11:00	9	92,7	93,3	92,2	1,1	Estable
	11:00	10	92,6	93	92	1,0	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 5: Medición de Ruido Tarea: Corte de Césped

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín dB	LA max - LA min	Tipo de ruido
Tractor cortador de césped Murray 2	8:00	1	91,2	92,5	91,1	1,4	Estable
	8:00	2	91,4	92,7	90,9	1,8	Estable
	8:00	3	91,6	92,8	90,8	2	Estable
	9:30	4	92,1	93,1	91,7	1,4	Estable
	9:30	5	91,7	92,9	90,9	2	Estable
	9:30	6	92,3	93	92	1	Estable
	11:00	7	92,6	93	92,1	0,9	Estable
	11:00	8	92,7	93,2	92,1	1,1	Estable
	11:00	9	92	92,9	91,5	1,4	Estable
	11:00	10	92,8	93,4	92,3	1,1	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 6: Medición de Ruido Tarea: Corte de Césped

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Tractor cortador de césped Crafsman	8:00	1	91,7	92,9	91,2	1,7	Estable
	8:00	2	92,3	93,1	91,5	1,6	Estable
	8:00	3	92,5	93	91,4	1,6	Estable
	9:30	4	91,8	92,7	91,1	1,6	Estable
	9:30	5	92,6	93,1	91,3	1,8	Estable
	9:30	6	92,1	93	91,6	1,4	Estable
	11:00	7	92,8	93,3	92,1	1,2	Estable
	11:00	8	91,5	92,8	90,9	1,9	Estable
	11:00	9	92,4	93,1	91,9	1,2	Estable
	11:00	10	92,2	93,1	91,8	1,3	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 7: Medición de Ruido Tarea: Podado de Césped

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Motoguadaña Stihl 1	8:00	1	95,3	97,5	94,9	2,6	Estable
	8:00	2	95,4	97,5	94,9	2,6	Estable
	8:00	3	95,3	97,6	94,8	2,8	Estable
	9:30	4	95,2	97,5	94,7	2,8	Estable
	9:30	5	95,1	97,4	94,6	2,8	Estable
	9:30	6	95	96,9	94,2	2,7	Estable
	11:00	7	95,5	97,7	94,9	2,8	Estable
	11:00	8	95,4	97,4	95	2,4	Estable
	11:00	9	94,9	96,8	94,5	2,3	Estable
	11:00	10	95,6	97,8	95,1	2,7	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 8: Medición de Ruido Tarea: Podado de Césped

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Motoguadaña Stihl 2	8:00	1	95,8	98,5	95,5	3	Estable
	8:00	2	96	98,7	95,8	2,9	Estable

	8:00	3	95,7	98,2	95,4	2,8	Estable
	9:30	4	95,6	97,7	94,9	2,8	Estable
	9:30	5	96,1	97,5	95,4	2,1	Estable
	9:30	6	95,9	97,8	95,1	2,7	Estable
	11:00	7	96,2	97,7	95,3	2,4	Estable
	11:00	8	95,5	97,4	94,8	2,6	Estable
	11:00	9	95,4	98,3	95,5	2,8	Estable
	11:00	10	96,2	98,1	95,4	2,7	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 9: Medición de Ruido Tarea: Podado de Césped

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Motoguadaña Stihl 3	8:00	1	95,8	98,4	95,6	2,8	Estable
	8:00	2	95,9	97,9	95,2	2,7	Estable
	8:00	3	95,7	98,3	95,4	2,9	Estable
	9:30	4	95,4	97,8	94,9	2,9	Estable
	9:30	5	95,9	97,5	95,1	2,4	Estable
	9:30	6	96,1	97,9	95,2	2,7	Estable
	11:00	7	96,3	98,2	95,4	2,8	Estable
	11:00	8	96,2	98,2	95,3	2,9	Estable
	11:00	9	96,1	97,8	95,3	2,5	Estable
	11:00	10	96,3	98,1	95,3	2,8	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 10: Medición de Ruido Tarea: Corte de árboles o ramas

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Motosierra	8:00	1	99,5	101,3	98,7	2,6	Estable
	8:00	2	99,4	101,8	98,9	2,9	Estable
	8:00	3	99,6	101,1	98,6	2,5	Estable
	9:30	4	99,3	101,3	98,5	2,8	Estable
	9:30	5	99,7	101,8	98,8	3	Estable
	9:30	6	99,6	101,3	98,9	2,4	Estable

	11:00	7	99,5	101,4	98,7	2,7	Estable
	11:00	8	99,2	101,1	98,3	2,8	Estable
	11:00	9	99,8	101,7	98,5	3,2	Estable
	11:00	10	99,6	100,6	98,4	2,2	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 11: Medición de Ruido Tarea: Podado de árboles

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Podadora de altura	8:00	1	88,9	90,2	87,5	2,7	Estable
	8:00	2	89,2	89,9	87,1	2,8	Estable
	8:00	3	89,1	89,7	87,1	2,6	Estable
	9:30	4	89,5	90,3	88,2	2,1	Estable
	9:30	5	88,8	90,4	88,4	2	Estable
	9:30	6	90,2	91,2	88,5	2,7	Estable
	11:00	7	88,7	90,8	88,1	2,7	Estable
	11:00	8	90,3	91,3	88,5	2,8	Estable
	11:00	9	88,5	90,9	88,1	2,8	Estable
	11:00	10	88,8	89,7	87,1	2,6	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 12: Medición de Ruido Tarea: Limpieza y recolección manual de residuos (césped)

Función	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Ayudantes	8:00	1	77,2	79,2	76,6	2,6	Estable
	8:00	2	77	79,2	76,3	2,9	Estable
	8:00	3	77,1	79,1	76,5	2,6	Estable
	9:30	4	76,5	78,7	75,8	2,9	Estable
	9:30	5	76,8	78,9	75,9	3	Estable
	9:30	6	76,7	78,7	75,8	2,9	Estable
	11:00	7	76,2	77,5	75,1	2,4	Estable
	11:00	8	76,8	78,8	76	2,8	Estable
	11:00	9	76,2	77,4	75,2	2,2	Estable
	11:00	10	76,3	77,5	75,3	2,2	Estable

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

Tabla 13: Medición de Ruido Tarea: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora

Maquinaria	Hora	Medida	LA eq dB	LA max dB	LA mín d>	LA max - LA min	Tipo de ruido
Minicargadora	8:00	1	79,4	80,6	71,3	9,3	Fluctuante
	8:00	2	78,4	80,5	71,3	9,2	Fluctuante
	8:00	3	78	80,6	71,5	9,1	Fluctuante
	9:30	4	78,3	80,4	71,7	8,7	Fluctuante
	9:30	5	78,3	80,4	71,2	9,2	Fluctuante
	9:30	6	78,2	80,3	71,1	9,2	Fluctuante
	11:00	7	78,5	80,7	71,4	9,3	Fluctuante
	11:00	8	78,4	80,6	71,6	9	Fluctuante
	11:00	9	78,3	80,5	71,4	9,1	Fluctuante
	11:00	10	78,2	80,2	71,3	8,9	Fluctuante

Fuente: Municipio
Elaborado por el Autor.

4.2.2 Cálculos del Nivel de presión sonora continuo equivalente.

4.2.2.1 Determinación del Nivel de presión sonora continuo equivalente

para cada Tarea $L_{Aeq,T,M}$.

El nivel de presión sonora continuo equivalente ($L_{Aeq, T, m}$) para cada tarea, se calculó utilizando la ecuación 4.1, conforme la norma técnica de prevención NTP-951 del INSHT (Anexo 3).

$$L_{Aeq,T,M} = 10 \log \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0.1 * L_{Aeq,T,mi}} \right] dBA \quad (4.1)$$

Donde I es el número total de mediciones de la tarea llevado a cabo.

En cuanto a los valores de presión sonora máximo y mínima, con ponderación A, se tomó como valor máximo y mínimo del número total de mediciones por tarea, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 14: Resultados del nivel de presión sonora equivalente LA,eq,T,m.

Tarea	Máquina Herramientas	LA,eq,T m	Laeq max dBA	Laeq min dBA	Laeq mx-Laeq min	Tipo de ruido
Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 1	92,29	93,3	91,2	2,1	Estable
Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 2	92,07	93,4	90,8	2,6	Estable
Corte de Césped	Tractor cortador de césped Craftsman	92,21	93,3	90,9	2,4	Estable
Podado de Césped	Motoguadaña Stihl 1	95,28	97,8	94,2	3,6	Estable
Podado de Césped	Motoguadaña Stihl 2	95,85	98,7	94,8	3,9	Estable
Podado de Césped	Motoguadaña Stihl 2	95,98	98,4	94,9	3,5	Estable
Corte de árboles o ramas	Motosierra	99,52	101,8	98,3	3,5	Estable
Podado de árboles	Podadora de altura	89,24	91,3	87,1	4,2	Estable
Limpieza y	Pico, Azadón,	76,69	79,2	75,1	4,1	Estable

recolección manual de residuos (césped, tierra)	Barra, rastrillo					
Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	Minicargadora/Palas.	78,42	80,7	71,1	9,6	Fluctuante

Fuente: Autor
Elaborado por el Autor.

En la Tabla 14 se muestran los resultados del nivel de presión sonora equivalente $L_{A,eq,T,m}$, que se calcularon con la ecuación 4 y los valores obtenidos en las diferentes mediciones.

4.2.2.2 Determinación del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d,M}$)

Para determinar el nivel de exposición diario equivalente se utiliza la siguiente ecuación que se recomienda en la Norma Técnica de Prevención 951 del INSHT, (anexo 3).

$$L_{Aeq,d,M} = L_{Aeq,T,M} + 10 \log \left[\frac{T_m}{T_o} \right] \text{ dBA} \quad (4.2)$$

Donde T_m es el tiempo de duración de la tarea que para esta investigación es de 6 horas y T_o es el tiempo estándar (8 horas diarias), los resultados se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15: Resultados del nivel de exposición diario equivalente
LA,eq,d,m.**

Tarea	Máquina Herramientas	LA,eq,T, m	LA,eq,d,m
Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 1	95,30	91,04
Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 2	92,07	90,82
Corte de Césped	Tractor cortador de césped Craftsman	92,21	90,96
Podado de Césped	Motoguadaña Stihl 1	95,70	94,03
Podado de Césped	Motoguadaña Stihl 2	92,50	94,6
Podado de Césped	Motoguadaña Stihl 2	95,98	94,73
Corte de árboles o ramas	Motosierra	99,52	98,27
Podado de árboles	Podadora de altura	89,24	87,99
Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	Pico, Azadón, Barra, rastrillo	76,69	75,44
Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	Minicargadora/Palas.	78,42	77,17

Fuente: Autor
Elaborado por el Autor.

4.2.2.3 Determinación de la incertidumbre combinada estándar de medición del nivel de exposición diario equivalente ($u^2(L_{Aeq,d})$)

García & Luna, (2012), en la Norma Técnica de Prevención NTP 951 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, indica que la incertidumbre combinada estándar para el nivel de exposición diario equivalente $u(L_{Aeq,d})$, se debe calcular a través de las contribuciones c_{iui} de las diferentes componentes de incertidumbre, conforme la siguiente ecuación:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = (\sum_{m=1}^M C_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2a,m}^2 + u_3^2) + (C_{1b,m} + u_{1,bm})^2) \quad (4.3)$$

Donde m corresponde a cada Tarea definida y M es el número total de tareas y además:

$u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar por el muestreo por tarea.

$u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida al cálculo del tiempo de duración de la tarea, la misma que no aplica para nuestro caso, ya que el tiempo de duración de la tarea se observó y no se calculó.

$u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar por el instrumento de medida que se utilizó.

u_3 es la incertidumbre estándar por la posición del micrófono.

$C_{1a,m}$ y $C_{1b,m}$, son los coeficientes de sensibilidad, sin embargo, el coeficiente $C_{1b,m}$ no aplica para esta caso al tratarse de una sola tarea.

La ecuación modificada para una sola tarea sería la siguiente:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = (\sum_{m=1}^M C_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2a,m}^2 + u_3^2)) \quad (4.4)$$

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 considera que los coeficientes de sensibilidad tanto del instrumento de medida empleado ($c_{2,m}$) y de la posición del micrófono ($c_{3,m}$) son similares al del muestreo por tareas ($c_{1a,m}$) de tal manera que en la fórmula se ha simplificado y únicamente se refleja éste último.

Los valores de $u_{2,m}$ es 1,5 y de u_3 es 1, conforme la NTP-950 del INSHT. El coeficiente de sensibilidad del muestreo por tareas $c_{1a,m}$, se calcula según la siguiente ecuación:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_o} 10^{0.1X(L_{Aeq,Tm} - L_{Aeq,d})} \quad (4.5)$$

Donde T_m es el tiempo de duración de la tarea y T_o es el tiempo estándar (8 horas diarias).

La incertidumbre estándar debido al muestreo por tareas se calcula según la siguiente ecuación:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\int_{I=1}^I (L_{Aeq,Tmi} - \bar{L}_{Aeq,Tm})^2 \right]} \quad (4.6)$$

En la tabla 16 se muestran los resultados para la incertidumbre de medición del nivel de exposición diario equivalente ($u^2(L_{Aeq,d})$).

Tabla 16: Resultados de la incertidumbre combinada estándar de medición del nivel de exposición diario equivalente.

Tarea	Número de Mediciones	Máquina Herramientas	$L_{A,eq,d,m}$ dBA	$C_{1a,m}$	$u_{1a,m}$	$u_{2,m}$	u_3	u
Corte de Césped	10	Tractor cortador de césped Murray 1	91,04	1,00	0,11	1,5	1	1,81
Corte de Césped	10	Tractor cortador de césped Murray 2	90,82	1,00	0,18	1,5	1	1,81
Corte de Césped	10	Tractor cortador de césped Crafsman	90,96	1,00	0,13	1,5	1	1,81
Podado de césped	10	Motoguadaña Stihl 1	94,03	1,00	0,07	1,5	1	1,80
Podado de césped	10	Motoguadaña Stihl 2	94,6	1,00	0,09	1,5	1	1,81
Podado de césped	10	Motoguadaña Stihl 3	94,73	1,00	0,09	1,5	1	1,81
Corte de árboles	10	Motosierra	98,27	1,00	0,06	1,5	1	1,80
Podado de árboles	10	Podadora de altura	87,99	1,00	0,20	1,5	1	1,81
Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	10	Pico, Azadón, Barra, rastrillo	75,44	1,00	0,12	1,5	1	1,81
Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	10	Minicargadora/P alas.	77,17	1,00	0,12	1,5	1	1,81

Fuente: Autor
Elaborado por el Autor.

4.2.2.4 Determinación de la incertidumbre expandida

Con base en la incertidumbre estándar combinada u , se calcula la incertidumbre expandida U , misma que indica el intervalo dentro del cual se encuentra el valor del mensurando con un determinado nivel de confianza. U se calcula multiplicando la incertidumbre estándar combinada, u , por un factor de cobertura k , que es función del nivel de confianza que queramos asumir, como se detalla en la tabla 17 (García & Luna, NTP.951, 2012).

$$U = k \times u \quad (4.7)$$

Tabla 17: Valor de cobertura k , para una distribución normal y en función del intervalo

Nivel de confianza	k	
	Intervalo bilateral simétrico	Intervalo unilateral
90	1.645	1.2816
95	1.96	1.645
95.45	2	-
97.5	-	1.96

Fuente: García & Luna, NTP.951, 2012.

Elaborado por la fuente.

La Norma UNE EN ISO 9612:2009, propone utilizar un intervalo unilateral con un 95 % de nivel de confianza, de esta forma el resultado de la medición de la exposición a ruido vendría dado por la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,d} + U \quad (4.8)$$

Tabla 18: Resultados del nivel de exposición diario equivalente con la incertidumbre por tarea.

	Tarea	Máquina Herramientas	LA,eq,d,m dBA	u	k	U	LA,eq,d,m+U (dBA)
1	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 1	91,04	1,81	1,645	2,97	94,01
2	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 2	90,82	1,81	1,645	2,98	93,80
3	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Crafsman	90,96	1,81	1,645	2,97	93,93
4	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 1	94,03	1,80	1,645	2,97	97,00
5	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 2	94,6	1,81	1,645	2,97	97,57
6	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 3	94,73	1,81	1,645	2,97	97,70
7	Corte de árboles	Motosierra	98,27	1,80	1,645	2,97	101,24
8	Podado de árboles	Podadora de altura	87,99	1,81	1,645	2,98	90,97
9	Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	Pico, Azadón, Barra, rastrillo	75,44	1,81	1,645	2,97	78,41
10	Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	Minicargadora/Palas.	77,17	1,81	1,645	2,97	80,14

Fuente: Autor
Elaborado por el Autor.

4.2.2.5 Evaluación de los niveles de exposición diario equivalente de ruido para cada tarea.

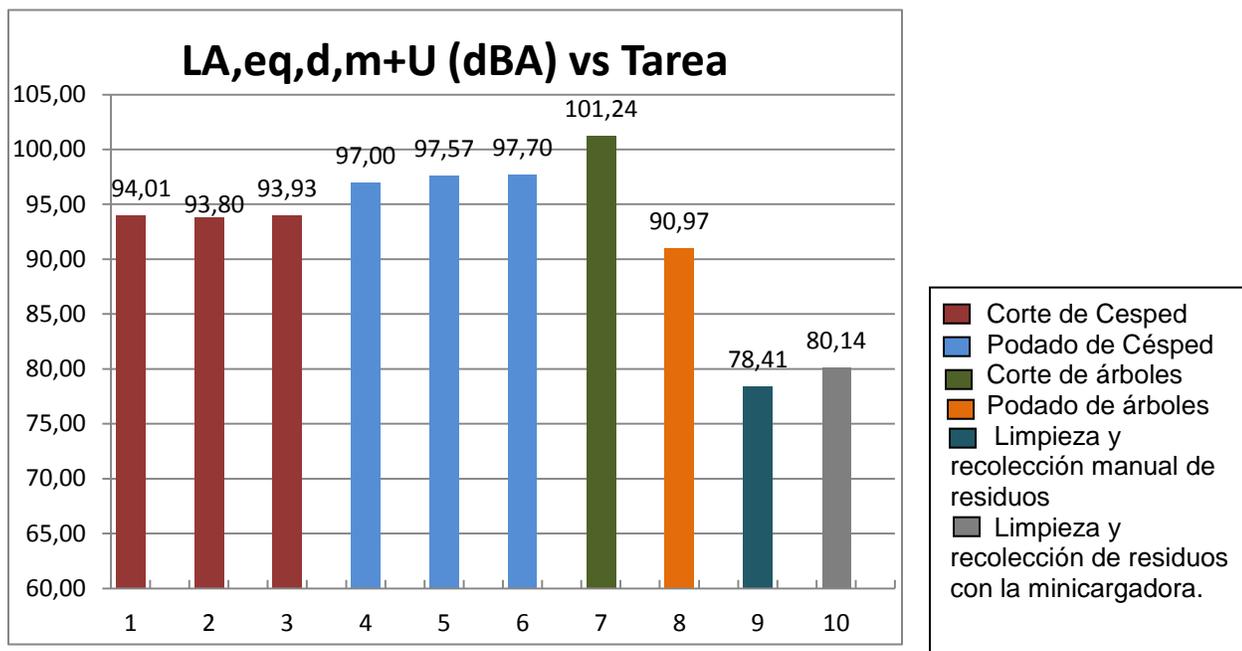


Gráfico 32: Nivel de exposición diario equivalente de los trabajadores operativos de obras públicas por tarea.

Fuente: Autor, 2014
Elaborado por el Autor.

En el gráfico 32 se determina que los trabajadores operativos del área de parques y jardines se encuentran sobreexpuestos a niveles de ruido alto, a excepción de los que realizan tareas de limpieza de residuos manual o con la minicargadora.

4.2.2.6 Comparación de los niveles de exposición diario equivalente de ruido de los trabajadores operativos de parques y jardines y la normativa Ecuatoriana.

En el Ecuador se fija como límite máximo de nivel de presión sonora 85 dBA , para el caso de ruido continuo, medidos con el filtro A, en posición lenta durante la jornada laboral de 8 horas de trabajo, por lo que está relacionado con el tiempo de exposición, como se detalla en la Tabla 1: Límite de Nivel Sonoro con el Tiempo de Exposición, obteniéndose que para 6 horas el límite máximo de nivel de presión sonora es 87 dBA , valor que se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$T = \frac{16}{2^{\frac{(L-80)}{5}}} + 80 \quad (4.9)$$

Tabla 19: Comparación entre el $L_{A,eq,d,m}$ de los trabajadores operativos de parques y jardines y la Normativa Ecuatoriana.

No.	Tarea	Máquina Herramientas	$L_{A,eq,d,m} + U$ (dBA)	87 dB A (6 horas)
1	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 1	94,01	No cumple
2	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 2	93,80	No cumple
3	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Craftsman	93,93	No cumple
4	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 1	97,00	No cumple
5	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 2	97,57	No cumple
6	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 3	97,70	No cumple
7	Corte de árboles	Motosierra	101,24	No cumple
8	Podado de	Podadora de altura	90,97	No cumple

	árboles			
9	Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	Pico, Azadón, Barra, rastrillo	78,41	Cumple
10	Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	Minicargadora/Palas.	80,14	Cumple

Fuente: Autor, 2014
Elaborado por el Autor.

En la Tabla 19, se determina que los trabajadores operativos de la Dirección de Parques y Jardines a excepción de los que realizan las tareas de Limpieza y recolección se encuentran sobre expuestos, debido a que el nivel de exposición diario equivalente más la incertidumbre expandida sobrepasa el límite máximo permisible, establecido en legislación Ecuatoriana.

Adicionalmente se realizaron mediciones del ruido ambiental, para lo cual se siguió la metodología indicada en el Anexo 5 del Libro VI del TULSMA, de la siguiente manera:

- “El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, y a una distancia de por lo menos 3 (tres) metros de las paredes de edificios o estructuras que puedan reflejar el sonido. El equipo sonómetro no deberá estar expuesto a vibraciones mecánicas, y en caso de existir vientos fuertes, se deberá utilizar una pantalla protectora en el micrófono del instrumento” (TULSMA, Libro VI, Anexo 5).
- Además se tomó en cuenta si el ruido a medirse es estable o fluctuante, para lo cual se dirige el instrumento de medición hacia la fuente, en el primer caso se determina el nivel de presión sonora equivalente durante un período de un minuto y en el segundo caso de 10 minutos (TULSMA, Libro VI, Anexo 5).

- El ruido ambiental se midió en los principales parques del cantón, sin la presencia del trabajador ni de la maquinaria,

En la Tabla 20 se observa los resultados del ruido ambiental.

Tabla 20: Mediciones de Ruido Ambiental

Lugar	Coordenada	Medición	Ruido Fondo dB A	Ruido Fuente dB A	Rfon-Rfuen dBa	Corrección	Valor corregido dBA
Parque Redondel Santa María	X: 17M0783722 Y: 9963505 +-8 m	1	68.4	72.2	3.8	-3	75.2
		2	68.4	72.1	3.7	-3	75.1
		3	68.4	72	3.6	-3	75
Parque Juan de Salinas	X: 17M0784019 Y: 9966640 +-5 m	1	55	58.7	3.7	-3	61.7
		2	55.1	58.8	3.7	-3	61.8
		3	54.9	59	4.1	-2	61
Parque Aurelio Naranjo	X: 17M0783545 Y: 9965451	1	65	68.4	3.4	-3	71.4
		2	64.6	68.6	4	-2	70.6
		3	64.4	68.3	3.9	-3	71.3
Parque EL Puron	X: 17M0782247 Y: 9964322	1	50.1	59.5	9.4	-1	60.5
		2	50.2	59.1	8.9	-1	60.1
		3	50.5	58.9	8.4	-1	59.9
Parque Señor de los puentes	X: 17M07883374 Y: 9965747	1	65	68.4	3.4	-3	71.4
			65.1	68.6	3.5	-3	71.6
			65	68.4	3.4	-3	71.4
Parque Fajardo	X: 17M0782074 Y: 9962317	1	60.6	75.9	15.3	0	75.9
		2	60.8	75.8	15	0	75.8
		3	60.7	75.7	15	0	75.7
Parque Rumiloma	X: 17M0780785 Y: 9963441	1	56.3	62.5	6.2	-1	63.5
		2	56.5	63.9	7.4	-1	64.9
		3	56.6	64.5	7.9	-1	65.5
Parque Santa Clara (frente al hospital)	X: 17M0784588 Y: 9963455	1	56.6	76.1	19.5	0	76.1
		2	57.6	77	19.4	0	77
		3	57.9	76.5	18.6	0	76.5
Parque Santa Clara (choclo)	X: 17M0784887 Y: 9963080	1	63.8	72	8.2	-1	73
			63.1	71.9	8.8	-1	72.9
			63.8	71.8	8	-1	72.8
Parque Selva Alegre	X: 17M0785789 Y: 9962269	1	56.2	66.6	10.4	0	66.6
		2	56	66.7	10.7	0	66.7

		3	55.7	66.4	10.7	0	66.4
Parque El Ejido	X:17M0785245 Y:9962618	1	54.8	64.1	9.3	-1	65.1
		2	55	64	9	-1	65
		3	55.5	63.9	8.4	-1	64.9
Parque Lucía de Albornoz	X:17M0784992 Y:9961354	1	42	58	16	0	58
		2	41.7	58.7	17	0	58.7
		3	41.6	57.9	16.3	0	57.9
Redondel Bulevar ESPE	X: 17M0784004 Y: 9964731	1	55.8	58.9	3.1	-3	61.9
		2	56.1	59.2	3.1	-3	62.2
		3	56.4	59.7	3.3	-3	62.7
Parque La Palma	X: 17M0784393 Y: 9962675	1	54.5	59.5	5	-2	61.5
		2	54	59.2	5.2	-2	61.2
		3	54.3	60.7	6.4	-1	61.7
Redondel El Colibrí	X: 17M0785574 Y: 9963180	1	68.2	75.1	6.9	-1	76.1
		2	69.9	75.4	5.5	-2	77.4
		3	70.2	75.2	5	-2	77.2

Fuente: Autor

Elaborado por el Autor.

De la tabla 20 se observa que los valores corregidos son menores al ruido laboral ocasionado por las máquinas, lo que se observó en campo, debido a que la influencia del ruido ambiental en comparación con el que ocasionan las máquinas es menor. Las mediciones del ruido de las máquinas se realizaron durante la ejecución de la tarea y en las condiciones ambientales del parque, en vista de que no se puede paralizar las actividades externas, para realizar las mediciones.

4.3 Cálculo de la Dosis Diaria

El cálculo de la dosis diaria se realizó con las ecuaciones establecidas en el Decreto Ejecutivo 2393 y con la siguiente:

$$D = \left(\frac{Te1}{Tp1} + \frac{Te2}{Tp2} \dots \dots \dots + \frac{Ten}{Tpn} \right) \quad (4.10)$$

Donde:

Te = Tiempo total de exposición a un determinado NPS, en horas.

Tp=Tiempo total permitido a el NPS, en horas

$$Tp = \frac{16}{2^{N-80/5}}$$

Donde:

Tp= Tiempo permitido de exposición, en horas

16= Tiempo de descanso (24-5016)

N= Lp al que se va a calcular el Tp

80= Lp umbral

5= tasa de cambio o factor q

En la tabla 21 se muestra el resultado de la dosis diaria :

Tabla 21: Dosis Diaria

Número	Tarea	Máquina Herramientas	LA,eq,d,m+ U (dBA)	Tiempo permitido Tp	Tiempo de exposición Te	Dosis
1	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 1	94,01	2,29	6	2,6
2	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Murray 2	93,80	2,36	6	2,5
3	Corte de Césped	Tractor cortador de césped Crafsman	93,93	2,32	6	2,6
4	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 1	97,00	1,52	6	4,0
5	Podado de césped	Motoguadaña Stihl 2	97,57	1,40	6	4,3
6	Podado de	Motoguadaña Stihl 3	97,70	1,38	6	4,4

	césped					
7	Corte de árboles	Motosierra	101,24	0,84	6	7,1
8	Podado de árboles	Podadora de altura	90,97	3,50	6	1,7
9	Limpieza y recolección manual de residuos (césped)	Pico, Azadón, Barra, rastrillo	78,41	19,94	6	0,3
10	Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora	Minicargadora/Palas.	80,14	15,69	6	0,4

Fuente: Autor

Elaborado por el Autor.

En la tabla 21 se observa que en todas las tareas a excepción de la Limpieza y recolección de residuos tanto con la minicargadora como manual, existe un riesgo crítico, es decir, es imposible trabajar si no existe control de ruido, conforme el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente. Reglamento, Decreto Ejecutivo 2393 .

Al realizar un análisis del total de trabajadores que laboran en el área de parques y jardines que son 21, y encontrar que los 11 ayudantes que realizan la tarea de limpieza manual y con la minicargadora de residuos no se encuentran sobreexuestos, se determina que el 47.6 % de los trabajadores del áreas de parques y jardines se encuentran con riesgo crítico en lo que respecta a niveles de ruido.

4.4 Discusión de Resultados

De los Gráficos 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se determina que los riesgos físicos se encuentran en un porcentaje de (20% a 23%), siendo considerados como riesgos

importantes la exposición a radiación solar , temperaturas extremas, temperatura ambiente y ruido , lo que se observa en los gráficos 7 a 31.

En la Tabla 19 se determina que los Trabajadores operativos de la Dirección de Parques y Jardines que realizan las tareas de corte y podado de césped, así como, corte y podado de árboles se encuentran expuestos a niveles de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d}$, debido a que el $L_{Aeq,d}$ más la incertidumbre expandida sobrepasa el límite máximo permisible 85 dB A para una jornada laboral de 8 horas de trabajo, establecido en el Decreto Ejecutivo 2393 de Ecuador.

En la tabla 20 se observa que los valores corregidos del ruido ambiental son menores al ruido laboral ocasionado por las máquinas, comprobando la premisa determinada por De Esteban Alonso, en el 2003, cuando menciona que el ruido ocasionado por las obras públicas es posiblemente uno de los que más molestias causa a los ciudadanos, sin embargo, se ve atenuado debido a que se produce sólo durante el día en el transcurso de la jornada laboral, permitiendo descansar a los ciudadanos por la noche.

Al realizar un análisis del total de trabajadores que laboran en el área de parques y jardines que son 21, y al encontrar que los 11 ayudantes que realizan la tarea de limpieza manual y con la minicargadora de residuos no se encuentran expuestos, se determina que el 47.6 % de los trabajadores del áreas de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas se encuentran expuestos a niveles diarios equivalentes $L_{Aeq,d}$ mayores a los 85 dBA, tomando en cuenta que muy pocos trabajadores utilizaban el equipo de protección personal contra ruido, demostrando de esta forma lo mencionado por García A, Garrigues J & García A,

en el 2009, en el estudio realizado a veinte empresas del sector textil, en el que se determinó que un 33 % de los trabajadores se encontraba expuesto a $L_{Aeq,d}$, mayores a 85 dBA y de igual forma que únicamente un número reducido de trabajadores utilizaba el equipo de protección personal contra ruido.

Al analizar la tabla 21, con el porcentaje de trabajadores expuestos a $L_{Aeq,d}$, se determina que el 47,6 % de los trabajadores se encuentran dentro del riesgo crítico de daño auditivo, debido a que la dosis diaria es mayor que 2 para el total de trabajadores expuestos a niveles de exposición diarios equivalentes, por lo que se debe realizar un nivel de control urgente, debido a que es imposible trabajar si no existe control de ruido, conforme el Decreto Ejecutivo 2393 de 1986.

Con respecto a la protección auditiva, los protectores tipo copa y tapón, atenúan los niveles de ruido entre un 21 y 20 dbA, respectivamente, y al estar los trabajadores expuestos dentro de un riesgo crítico de daño auditivo, estos deben ser utilizados durante toda la jornada laboral.

4.5 Medidas de Control de ruido

El Municipio realiza como medidas de control de ruido a nivel administrativo, actuando en el receptor, en vista de que las máquinas que se encuentran operando actualmente, no pueden ser cambiadas por falta de presupuesto.

Es importante actuar sobre la fuente que produce ruido, luego sobre las vías de propagación y al final en el receptor. Pero en el caso de las máquinas adquiridas es muy difícil realizar cambios para disminuir el ruido en la fuente y las vías de propagación, por tratarse de maquinaria de campo, lo que se ha realizado es evitar que los ayudantes realicen su trabajo al mismo tiempo que las máquinas, para que el ruido al que están expuestos sea menor, motivo por el cual estos

trabajadores realizan su tarea alejados de la fuente que produce ruido para reducir la cantidad de trabajadores expuestos.

Para disminuir la exposición a niveles de ruido, se está actuando sobre el receptor, a través de la entrega de protectores auditivos a los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas, mediante la Unidad de Seguridad que está a cargo de la Dirección de Talento Humano, quien informo de este particular.

Como una medida de control de ruido, también se han implementado capacitaciones en la correcta utilización de los equipos de protección personal, sin embargo, los trabajadores no utilizan los equipos de protección personal que les provee el Municipio, como casco, protectores auditivos, chalecos.

Los protectores auditivos que se entregan a los trabajadores operativos son los tipo orejera o copa, debido a que estos protegen el oído en lugares con intensidades de ruido y frecuencias son altas, para que se utilicen en las diferentes tareas, sin embargo, durante la investigación se observó a un solo trabajador utilizando los protectores.



Figura 22: Protector auditivo tipo orejera **Figura 23: Protector Auditivo tipo tapón**

Fuente: Arseg.
Elaborado por la fuente.

Tabla 22: Atenuación del protector tipo orejera o copa

Frecuencia (Hz) Protector	125	250	500	1000	2000	4000	6000	8000	
<i>Promedio de atenuación dB</i>	14,1	18,8	28,1	36,2	35,6	35	35,5	36	NRR
<i>Desviación estándar</i>	2,1	2	3	2,1	2,2	2,1	2,1	2,4	21 dBA

Fuente: Arseg.

Elaborado por el autor.

Adicionalmente también se entregan protectores auditivo tipo tapón que protege contra el ruido por inserción en el canal auditivo, es más utilizado para ruidos moderados.

Tabla 23: Atenuación del tapón tipo tapón

Frecuencia (Hz) Protector	250	500	1000	2000	4000	8000	
<i>Promedio de atenuación dB</i>	16	23.4	30.6	31.9	38	28.1	NRR
<i>Desviación estándar</i>	4.1	4	4.13	4.4	4.2	4.1	20 dBA

Fuente: Arseg.

Elaborado por el autor.

Otros Equipos de Protección Personal: La Unidad de seguridad informó que anualmente el personal operativo de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio recibe la dotación de equipos de protección personal como: Protectores auditivos, mascarillas, guantes de cuero con refuerzo en el dorso, protectores visuales con ventilación lateral, botas de caucho de caña alta punta de acero, chaleco reflectivo, Terno impermeable de PVC, Delantal de Jardinería calibre 12 y Ropa de Trabajo.

4.6 Propuesta de una Gestión Adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional para los Trabajadores operativos del área de parques y jardines

4.6.1 Objetivo General

Realizar una propuesta para una gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional, para los trabajadores de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio, con el fin de que se asegure la prevención con la participación de los empleados, a fin de reducir los riesgos laborales y evitar los accidentes de trabajo.

4.6.2 Justificación

La propuesta se justifica, en la necesidad de identificar los diferentes tipos de riesgos a los que están expuestos los trabajadores operativos, además se determinó que en las tareas de corte y podado de césped, así como las de corte y podado de árboles, los trabajadores se encuentran sobreexpuestos al riesgo físico ruido.

4.6.3 Propuesta

Para la realización de esta propuesta se tomó como base los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a las condiciones de trabajo, los riesgos identificados y los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio, además de la legislación laboral vigente.

A continuación se detalla la propuesta en función de la situación actual.

Tabla 24: Propuesta de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional

PROPUESTA DE GESTIÓN ADECUADA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA LOS TRABAJADORES OPERATIVOS DEL ÁREA DE PARQUES Y JARDINES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS.						
Situación actual	Estrategia	Actividades	Recursos		Fecha de inicio	Fecha de Fin
			Humanos	Materiales		
No existe un manual de procedimientos, instructivos, y registros, para la realización de tareas de los trabajadores, teniendo en cuenta los aspectos de SSO.	Elaborar manuales de procedimientos, para las diferentes tareas del personal del área de parques y jardines, en el que se incluya los requerimientos necesarios en SSO	Una vez elaborados los manuales, difundir a los trabajadores. Realizar capacitaciones continuas, para que los trabajadores sigan los lineamientos establecidos en los manuales.	Dirección de Obras Públicas Trabajadores operativos de parques y jardines. Unidad de Seguridad	Computadoras Papel Proyector Impresora	01/02/2015	01/07/2015
Los trabajadores operativos no utilizan los equipos de protección personal para ruido	De la investigación se observó que la exposición a ruido es un riesgo crítico, motivo por el cual se debe realizar un plan de capacitación en temas de ruido y sus riesgos a la salud	-Realizar un plan de capacitación en temas de ruido para el personal operativo de obras públicas. - Concientizar al personal operativo, de tal forma que	Unidad de Seguridad Dirección de Talento Humano.	Computadoras Papel Proyector Impresora	01/02/2015	01/07/2015

	al personal operativo, para que el mismo tome conciencia de la importancia de la utilización del equipo de protección contra ruido.	se incentive el uso de equipo de protección contra ruido.				
Aunque el personal está siendo capacitado, no se ha conseguido que los trabajadores sigan las reglas en SSO	-Planificar anualmente capacitaciones para los trabajadores, en temas de SSO.	Los temas de capacitación serían: Correcta Utilización de los EPP y mantenimiento de los mismos. -Riesgos a los que están expuestos los trabajadores. Prevención y Plan de emergencia.	Trabajadores operativos Unidad de Seguridad Dirección de Talento Humano.	Proyector Computadora Sala de reuniones Papelotes Marcadores Pizarra	01/02/2015	15/12/2015
Falta de identificación de riesgos en los puestos de trabajo del área de parques y jardines.	Realizar un análisis a través del cual se identifiquen los riesgos, según el tipo de riesgo.	-Identificar los riesgos y clasificarlos según el tipo. -Utilizar métodos validados para la identificación de los riesgos.	Dirección de Talento Humano Unidad de Seguridad	Matrices Computadores Papel Lápiz Impresora	01/02/2015	01/07/2015
Déficit de mediciones de riesgos ocupacionales (ruido,	Realizar la identificación de riesgos por tipo. Analizar cuáles son los	-Realizar mediciones de los riesgos que son factibles de cuantificar, que se	Dirección de Talento Humano Unidad de	Papel Lápiz Computadora	01/02/2015	01/07/2015

vibración, temperatura ambiental, entre otros)	riesgos que se deben medir.	identificaron en la matriz de riesgos como importantes y moderados. -Para realizar las mediciones se deben utilizar métodos y/o metodologías avaladas a nivel nacional e internacional.	Seguridad	Impresora Laboratorios		
No existe un programa de control y seguimiento del personal expuesto a ruido	Elaboración de un programa de control y seguimiento del personal expuesto a ruido, para mejorar las condiciones de trabajo del personal operativo.	-Realizar un programa de control y seguimiento de personal expuesto a ruido. -Mejorar las condiciones de trabajo de los operadores.	Dirección de Talento Humano Unidad de Seguridad	Papel Lápiz Computadora Impresora	01/02/2015	01/07/2015
Existen registros médicos de los trabajadores, sin embargo, no se lo realiza tomando en cuenta la población vulnerable	Con la identificación de los riesgos en la matriz, determinará la población vulnerable.	-Matriz de Identificación de riesgos -Realizar exámenes médicos a los trabajadores, según el tipo de exposición. -Métodos estadísticos para determinar la vulnerabilidad	Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad Medico Ocupacional	Laboratorios Computadora Papel Lápiz	01/02/2015	01/07/2015

		de los trabajadores.				
Déficit de programas técnicos para la investigación de accidentes implantado, mediante el cual se determine las causas básicas de los mismos.	Elaborar e implementar un programa técnico para la investigación de accidentes, mediante el cual se identifique las causas básicas por las que se produjo el accidente y de esta forma prevenir que se vuelva a producir.	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborar un programa técnico para la investigación de accidentes. -Implantar el programa de investigación de accidentes. -Identificar las causas básicas del accidente. - Propuesta de acciones necesarias para prevenir que vuelva a ocurrir. -Registrar los accidentes. -Difundir el programa de investigación de accidentes. 	Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad	Laboratorios Computadora Papel Lápiz Proyector Pizarra Marcadores Papelotes Resolución No. CD-390. Anexo 3. Registros de Accidentes e Incidentes. Informes.	01/02/2015	15/12/2015
Déficit de protocolos médicos para la investigación de	Elaborar un protocolo médico para la investigación de enfermedades	-Elaboración del protocolo médico para la investigación de	Dirección de Talento Humano.	Computadora Papel Lápiz	01/02/2015	01/07/2015

enfermedades ocupacionales.	ocupacionales, en el que se considere todos los riesgos ocupacionales.	enfermedades ocupacionales. -Difusión del protocolo con el personal técnico de la Unidad de seguridad y Dirección de Talento Humano.	Unidad de Seguridad Médico Ocupacional	Proyector Pizarra Marcadores Papelotes Resolución No. CD-390. Anexo 3. Registros de Accidentes e Incidentes. Informes.		
Se cuenta con exámenes médicos como audiometrías para los trabajadores que operan la desbrozadora y radiografías de tórax de todos los empleados.	Elaborar un cronograma de exámenes médicos, según los tipos de riesgos a los que están expuestos los trabajadores, teniendo en cuenta que el personal operativo que operan la desbrozadora, motosierra, tractor y podadora de altura tienen un riesgo crítico de daño auditivo.	- Considerar dentro del Plan Operativo Anual, el presupuesto para exámenes médicos. Elaboración del cronograma de exámenes médicos. -Difusión a los trabajadores.	Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad Médico Ocupacional	Computadora Papel Lápiz Proyector Pizarra Marcadores Papelotes Resolución No. CD-390. Anexo Matriz de riesgos	01/02/2015	15/12/205
No se realizan	Contar con el presupuesto	-Considerar dentro del Plan	Dirección de	Computadora	01/02/2015	15/12/205

exámenes médicos de pre empleo o inicio de contrato.	para realizar los exámenes médicos de pre empleo a los trabajadores que ingresen al Municipio, con el fin de determinar el grado de salud del trabajador.	Operativo Anual, el presupuesto necesario para exámenes de pre empleo. - Estos exámenes no se deben realizar con el fin de no contratar al trabajador, sino, únicamente para determinar el grado de salud, en función del cual se le desinará las tareas a realizar.	Talento Humano. Unidad de Seguridad Médico Ocupacional Dirección de Planificación.	Papel Lápiz Matriz de riesgos		
Existe un plan de emergencias en el Municipio, sin embargo, no existe uno específico para los trabajadores que laboran fuera de las instalaciones de la institución.	Elaborar un plan de emergencias para los trabajadores que laboran fuera de las instalaciones de la institución.	Realizar un plan de emergencias para los trabajadores que trabajan fuera de la institución, conforme a lineamientos nacionales e internacionales. Difundir el plan de emergencias a los trabajadores	Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad Dirección de Seguridad.	Matriz de Riesgos Mapas de las instalaciones de la institución Datos del Municipio.	01/02/2015	01/07/2015

No se realizan simulacros periódicos del plan de emergencia.	Elaborar cronogramas de simulacros, para aplicar el plan de emergencias, de tal forma que se evalúe la eficacia de los mismos y realizar acciones correctivas o preventivas de ser el caso.	-Elaborar un cronograma de simulacros del plan de emergencias. - Solicitar colaboración del cuerpo de bomberos del cantón. -Realizar las acciones correctivas o preventivas de ser el caso.	Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad Dirección de Seguridad. Brigada de Emergencias	Extintores Implementos de primeros auxilios.	01/02/2015	15/12/2015
Existe una Brigada de emergencias, a nivel de cantón, sin embargo, se debería tomar en cuenta en ésta a trabajadores que laboran fuera de las instalaciones del Municipio.	Incluir dentro de la Brigada de emergencias por lo menos a dos trabajadores operativos, para que colaboren con sus compañeros en caso de un siniestro.	- Capacitar por lo menos a dos trabajadores operativos que laboran fuera de las instalaciones del Municipio, para que sean parte de la Brigada de emergencias.	Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad Dirección de Seguridad. Brigada de Emergencias	Computadora Papel Lápiz Proyector Pizarra Marcadores Papelotes	01/02/2015	01/07/2015
No existe un programa de planificación de inspecciones y revisiones técnicas en	Elaborar un programa de planificación de inspecciones y revisiones técnicas en SSO, con el fin de incentivar el uso de equipos de protección	-Elaboración del programa de planificación de inspecciones y revisiones en SSO.	Dirección de Talento Humano. Unidad de	Computadora Papel Lápiz Proyector	01/02/2015	01/07/2015

SSO.	personal a los trabajadores operativos del Municipio.	-Elaboración de un check list, para las inspecciones. -Incentivos al personal. -Difusión del programa.	Seguridad	Pizarra Marcadores Papelotes		
No se cuenta con un programa para el mantenimiento de las máquinas.	Realizar un programa para el mantenimiento de las máquinas, preventivo y predictivo, para que éstas se encuentren en buenas condiciones.	-Inventario de mantenimiento de máquinas que existen el área de parques y jardines. -Elaboración del programa de mantenimiento preventivo y predictivo de las máquinas.	Dirección de Obras Públicas. Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad	Computadora Papel Lápiz Inventario de equipos	01/02/2015	01/07/2015
No existe un programa de vigilancia ambiental y de salud de los trabajadores operativos del área de parques y jardines.	Elaborar un programa de vigilancia ambiental y de salud de los trabajadores operativos, con el fin de verificar el cumplimiento de la propuesta planteada.	-Elaboración del programa de vigilancia ambiental y salud. -Implementar el programa -Difundir el programa.	Dirección de Obras Públicas. Dirección de Talento Humano. Unidad de Seguridad	Computadora Papel Lápiz Proyector Pizarra Marcadores Papelotes		

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El 47,6 % de los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras públicas del Municipio, tienen una dosis diaria mayor a dos, que significa que existe un riesgo crítico de daño auditivo, determinándose que son importantes las mediciones cuantitativas del factor de riesgo físico ruido para proyectar una Gestión Adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional.
- La Unidad de seguridad dota anualmente al personal operativo del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas de equipos de protección personal (EPP), sin embargo, en esta investigación se determinó que son muy pocos los trabajadores que utilizan los EPP, determinándose que las condiciones en las que realizan el trabajo, no siguen los lineamientos en Seguridad y Salud Ocupacional.
- Se determinó que del 20% al 23 % de los riesgos analizados cualitativamente por tareas mediante la matriz del INSHT son físicos, considerando como riesgos importantes el ruido (En un 67% de las tareas), exposición a radiación solar (En un 83% de las tareas), temperaturas extremas y temperatura ambiente (En un 67% de las tareas) y como riesgo moderado las vibraciones (En un 67% de las tareas).

- Los Trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio se encuentran expuestos a niveles de exposición diario equivalente de ruido superior al establecido en la legislación Ecuatoriana (85 dBA para 8 horas de exposición) en un 47,6 %, porcentaje que corresponde a los trabajadores que realizan las tareas de corte y podado de césped, así como, corte y podado de árboles y el 52,4 % restante que pertenece al grupo de los ayudantes que realizan tareas de limpieza y recolección tanto manual como con la minicargadora de residuos, no se encuentran expuestos a niveles de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) de ruido, conforme la normativa nacional. Sin embargo, se debe tomar medidas de control e vista de que el $L_{Aeq,d}$ se encuentra entre 78 y 80 dBA.
- La Unidad de Seguridad del Municipio realiza un control administrativo, a través de medidas organizativas, lo que permite reducir el tiempo de exposición al ruido, también se debe tomar en cuenta que el uso de equipos de protección personal contra ruido atenúa el nivel de presión sonora equivalente de tal forma que se protege al trabajador. Sin embargo es importante realizar una propuesta de una gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional para los trabajadores operativos del área de parques y jardines de la Dirección de Obras Públicas del Municipio, con el fin de minimizar los riesgos a los que se encuentran expuestos.
- Una propuesta de gestión adecuada en Seguridad y Salud Ocupacional no es suficiente para realizar el control de ruido al que están expuestos los trabajadores operativos del área de parques y jardines, para que esta sea aplicable es importante contar con programas de vigilancia ambiental y de salud con los que se verifiquen la efectividad de las acciones realizadas para disminuir la exposición a ruido.

5.2 Recomendaciones

- Durante la investigación de campo se observó que los trabajadores son trasladados a los lugares de trabajo en el balde de un camión, lo que no está permitido según la legislación de tránsito y además se pone en riesgo la integridad física de los trabajadores, por lo cual se sugiere que se busquen otras alternativas de transporte de los trabajadores operativos a los diferentes sitios de trabajo.
- No existe vigilancia en el trabajo, con respecto al riesgo físico ruido y conforme los resultados en el cual se determina que el riesgo a daño auditivo es crítico, es decir, no se puede seguir trabajando si no se realiza control, es necesario implementar un programa de monitoreo de ruido y exámenes de audiometría a todos los trabajadores expuestos.
- Durante la investigación se observó que los trabajadores operativos dentro de las tareas que realizan durante la jornada laboral existe actividades en las que se realizan en posiciones forzadas con movimientos repetitivos, por lo que se recomienda que se realice un estudio a profundidad con respecto a este tema.
- Concientizar a los trabajadores mediante capacitaciones sobre los efectos que puede causar la exposición a ruido a largo plazo, con el fin de conseguir que utilicen los protectores auditivos para atenuar los niveles de ruido a los que están expuestos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, F., & Iñiguez, P. (2010). *Estudio de la Contaminación Acústica derivada del parque automotor en la zona sur-oriente de la ciudad de Loja (Tesis de Pregrado)*, Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Alonso, R., y Rojo, O. (1981). *Física Campos y Ondas*. México D. F.: Fondo Educativo Interamericano, S. A.
- Arseg. (n.d.). Ficha Técnica: Protector auditivo tipo copa. Bogotá, recuperado de <http://eskudo.net/catalogos/arseg/proteccionauditiva.pdf>.
- Asfahl, R. (2000). *Seguridad Industrial y Salud*. 4ta ed. México: PRENTICE HALL.
- Calisto María, 2009, Higiene Industrial – Riesgos Físicos – presentación de power point, diapositiva No. 4.
- Chávez, J.R. (2006). Efectos sobre la Salud y Criterios de Evaluación al Interior de Recintos, *Ciencia y Trabajo C&T*,8(20), p.42, Recuperado de <http://190.98.232.14/cyt/EdicionesAnteriores/Volumen%2020.pdf#page=28>
- Comisión de Salud Pública Mérida. (2000). *Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica*. Recuperado de http://www.unex.es/organizacion/servicios-universitarios/servicios/servicio_preencion/archivos/ficheros/Protocolos/Ruido.pdf
- Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. (2004). *Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado de <http://www.prosigma.com.ec /pdf/nlegal/Decision-584-Instrumento-Andino.pdf>.
- Constituyente, A. (2008). *Constitución Política de la República del Ecuador*. Recuperado de <http://pdba.georgetown.edu/Parties/Ecuador/Leyes/constitucion.pdf>.
- Cortés, R. (2013). *Guía práctica para el análisis y gestión del ruido industrial*. España-Madrid. Imágenes Artes Gráficas S.A.

- Decreto Ejecutivo 2393. (1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente. Recuperado de <http://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>
- Decreto ejecutivo 3516. (2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 5. Recuperado de <http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%205.pdf>
- De Esteban Alonso, A. (2003). Contaminación Acústica y Salud, Universidad Rey Juan Carlos, Observatorio de Medio Ambiente, 6, p. 77, Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/download/OBMD0303110073A/21658>
- Denisov, E., Suvorov, G. (1998). Medición del ruido y evaluación de la exposición. En la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo (Vol VI, Capítulo 47, p 47.6). Madrid: OIT-Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Falagán, M. (2005). Higiene Industrial Aplicada “Ampliada”. Oviedo: Fundación Luis Fernández Velasco.
- Falagán, M., Canga, A., Ferrer, P. y Fernández J. (2000). Manual Básico de Prevención y Riesgos Laborales. Higiene Industrial, Seguridad y Ergonomía. Oviedo: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias
- Ganime, JF., Almedida da Silva, L., Robazzi, ML do CC., Valenzuela, S., & Faleiro, S. (2010). El Ruido como Riesgo Laboral: Una revisión de la Literatura. *Enfermería Global*. 19. 1-15.
- García, A. (2004). La Exposición cotidiana al Ruido Ambiental. *Revista de Acústica*, 35 (3-4), 36-41. Recuperado de
- García, A., Garrigues, J., & García, A. (1998). Estudio del ruido ambiental y sus efectos auditivos sobre los trabajadores en industrias del sector textil. *Arch Prev Riesgos Labor*, 97-102. Recuperado de <http://www.scsmt.cat/Upload/Documents/2/7/278.pdf>

- Giancoli, D. (2008). Física para Ciencias e Ingeniería (4ta ed.). México: Pearson Educación.
- Gómez, P., Pérez B. & Meneses, A. (2008). Pérdidas Auditivas Relacionadas con la Exposición a Ruido en Trabajadores de la Construcción. Med Segur Trab, 54(213), p.33. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S0465-546X2008000400004.
- García, J., y Luna, P. (2012). NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición. Madrid: INSHT.
- García, J., y Luna, P. (2012). NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias. Madrid: INSHT
- INSHT. (2006). Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relacionados con la Exposición de los Trabajadores al Ruido. Madrid.
- Hernández, S., Santos C., Becker, M., Macías, C., & López, M. (2000). Prevalencia de la pérdida auditiva y factores correlacionados en una industria cementera. Salud Pública de México, 42(2), 110-11. Recuperado de http://bvs.insp.mx/rsp/_files/File/2000/42_2/422_3_prevalencia.pdf.
- Jachero, L. (2010). Análisis estadístico de los niveles de presión sonora y Evaluación de los parámetros de ruido con respecto a la duración de la jornada laboral (Tesis de Maestría). Universidad de Cuenca: Centro de Estudios Ambientales. Cuenca-Ecuador
- Kolodziej, S., & Cruz, E. (2013). Exposición al ruido ambiental y laboral de los trabajadores de una industria maderera. VI Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2013 7 y 8 de noviembre de 2013 - Centro Tecnológico de Desarrollo Regional Facultad Regional San Rafael - Universidad Tecnológica Nacional Los Reyunos, San Rafael, Mendoza, Argentina. Recuperado de http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/ COA10_TC.pdf.
- Leñero, M., & Solís, G. (2008). Clasificación de Factores de Riesgo. Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina U.N.A.M... Recuperado de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza /spivst/spiv/seis.pdf>.

- Maqueda, J., Ordaz, E., Asúnsolo, A., Silva, A., Cortés R., & Bermejo, E., (2009). Efecto de la exposición a ruido en entornos laborales sobre la calidad de vida y rendimiento. *Medicina y Seguridad en el Trabajo*, 55(216), 35-45. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v55n216/original3.pdf>
- Martín S. (2014). Exposición a ruido en la fábrica de Materiales Higiénico Sanitarios de Sancti Spíritus. I Centro Provincial de Higiene y Epidemiología. Sancti Spiritus, Cuba. II Universidad de Ciencias Médicas de Sancti. Cuba, Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/gme/v16n1/gme04114.pdf>.
- Ministerio de Salud de Chile. (2011). Protocolo sobre normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la pérdida auditiva por exposición a ruido en los lugares de trabajo (PREXOR). Recuperado de http://www.ispch.cl/sites/default/files/protocolo_vigilancia_expuestos_a_ruido_minsal.pdf
- Morales C. (2006). El Ruido deja en Silencio al Planeta. *Ciencia y Trabajo C&T*, 8(20), p.46-47, Recuperado de <http://190.98.232.14/cyt/EdicionesAnteriores/Volumen%2020.pdf#page=28>
- OIT. (2001). Factores Ambientales en el Lugar de Trabajo. Ginebra: Autor. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>.
- Otarola Merino F., Otarola Zapata F & Finkelstein A. (2006). *Ciencia y Trabajo C&T*, 8(20), p.47, Recuperado de <http://190.98.232.14/cyt/EdicionesAnteriores/Volumen%2020.pdf#page=28>
- Polanco, R.H., & Céspedes Y.P. (2012). Impacto de Ruido en Ambiente de Trabajo. *Revista de la Escuela de Ingenierías y Arquitectura Cap&Cua Ciencia, Tecnología y Cultura*, edición 7, pp. 1, Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/>.

- Racero, V. (2009). Salud y Trabajo en el sector de la construcción en el Municipio de Pereira, (Tesis de Posgrado), Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.
- Rejano de la Rosa, M. (2000). Ruido Industrial y Urbano. Madrid: Paraninfo.
- Restrepo, M.C. (2002). El Ruido. Un Contaminante del Medio Ambiente y sus Efectos sobre la Salud Humana. Revista Estomatología. 10(1), p. 58.
Recuperado de
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2254/1/El%20ruido%20c%20un%20contaminante%20del%20medio%20ambiente%20y%20sus%20efectos%20sobre%20la%20salud%20humana.pdf>
- Resolución No. 2014-05-105. (2014). Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional. GADMUR, 2014.
- Restrepo, M.C. (2002). El Ruido. Un Contaminante del Medio Ambiente y sus Efectos sobre la Salud Humana. Revista Estomatología. 10(1), p. 58.
Recuperado de
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2254/1/El%20ruido%20c%20un%20contaminante%20del%20medio%20ambiente%20y%20sus%20efectos%20sobre%20la%20salud%20humana.pdf>
- Rubio Romero, J. c. (2007). Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. (D. d. Santos, Ed.) España: Copyright©2007.
- Sánchez M & Albornoz C. 2006. Ciencia y Trabajo C&T, 8(20), 58-64, Recuperado de <http://190.98.232.14/cyt/EdicionesAnteriores/Volumen%2020.pdf#page=28>
- Sánchez, D. (2005). Evaluación de la exposición a ruido en lugares de trabajo, usando estimaciones estadísticas de un muestreo semi-aleatorio de niveles de presión sonora. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia. Recuperado de

Suter, A. (2001). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Parte IV, cap. 47, p.3.

Tarira, R., & Orces, E. (2006). Estudio de la contaminación sonora en una planta productora de electrodos. (Tesis Posgrado). ESPOL, Guayaquil.
Recuperado de

Tolosa, F. & Badenes, F. (2008). Ruido y Salud Laboral. España. Mutua Balear.
<http://mutuabalea.com/mostrafitxer.asp?tipo=fitxer&id=1432>

ANEXOS

Anexo 1. Evaluaciones cualitativas de riesgos físicos.

Matriz de evaluación cualitativa para podado de césped

EVALUACIÓN DE RIESGOS										Evaluación				
Localización: Parques y áreas verdes del cantón														
Tarea: Podado de Césped														
No. Trabajadores: 6														
Tiempo de exposición: 6 horas														
Maquinaria: Desbrozadora o Motoguadaña										Fecha Evaluación: 17/11/2014				
Riesgo	No.	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo					
			B	M	A	LD	D	ED	T	To	Mo	I	IN	
Mecánicos	1	Atrapamiento entre objetos	X			x			x					
	2	Atropello o golpe con vehículo	X					x				x		
	3	Caída de personas al mismo nivel	X				x			x				
	4	Trabajo en alturas (Caídas de personas a distinto nivel)	x			x			x					
	5	Caídas manipulación de objetos		x		x				x				
	6	Desplome, derrumbamiento	x				x			x				
	7	Superficies irregulares		x			x					x		
	8	Proyección de partículas			x		x						x	
	9	Manejo de herramientas cortopunzantes (golpes o cortes)		x			x					x		
Físicos	10	Exposición a radiación solar			x		x							x
	11	Exposición a temperaturas extremas			x		x							x
	12	Temperatura ambiente			x		x							x
	13	Ruido			x		x							x
	14	Vibraciones			x	x						x		
Químicos	15	Exposición a emisiones gaseosas	x				x			x				
Biológicos	16	Contaminantes Biológicos	x			x			x					

Ergonómicos	17	Sobreesfuerzos		x			x					x		
	18	Manipulación de cargas	x			x			x					
	19	Posiciones forzadas		x			x					x		
	20	Movimientos repetitivos		x			x					x		
Psicosociales	21	Trabajo a presión		x		x				x				
	22	Minuciosidad de la tarea			x		x						x	
	23	Trabajo monótono		x		x				x				
	24	Inadecuada supervisión		x		x				x				

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas
Elaborado por el autor.

Matriz de evaluación cualitativa para corte de árboles

EVALUACIÓN DE RIESGOS										Evaluación				
Localización: Parques y áreas verdes del cantón Tarea: Corte de árboles No. Trabajadores: 2 Tiempo de exposición: 6 horas Maquinaria: Motosierra										Fecha Evaluación: 16/12/2014				
Riesgo	No.	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo					
			B	M	A	LD	D	ED	T	To	Mo	I	IN	
	1	Atrapamiento entre objetos	x			x				x				
Mecánicos	2	Atropello o golpe con vehículo	x									x		
	3	Caída de personas al mismo nivel	x				x				x			
	4	Caídas manipulación de objetos		x		x					x			
	5	Desplome, derrumbamiento	x				x				x			
	6	Superficies irregulares		x			x					x		
	7	Proyección de partículas			x		x							x
	8	Manejo de herramientas cortopunzantes (golpes o cortes)		x			x					x		
Físicos	9	Exposición a radiación solar			x		x							x

**Matriz de evaluación cualitativa para la Limpieza y recolección manual
de residuos (césped y tierra)**

EVALUACIÓN DE RIESGOS											Evaluación			
Localización: Parques y áreas verdes del cantón														
Tarea: Limpieza y recolección manual de residuos (césped, tierra)														
No. Trabajadores: 7														
Tiempo de exposición: 6 horas														
Maquinaria:											Fecha Evaluación: 17/11/2014			
Riesgo	No.	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo					
			B	M	A	LD	D	ED	T	To	Mo	I	IN	
Mecánicos	1	Atropello o golpe con vehículo	x					x			x			
	2	Caída de personas al mismo nivel	x				x			x				
	3	Caídas manipulación de objetos		x		x				x				
	4	Desplome, derrumbamiento	x				x			x				
	5	Superficies irregulares		x			x				x			
	6	Proyección de partículas			x		x						x	
	7	Manejo de herramientas cortopunzantes (golpes o cortes)		x			x				x			
Físicos	8	Exposición a radiación solar			x		x							x
	9	Exposición a temperaturas extremas			x		x							x
	10	Temperatura ambiente			x		x							x
	11	Ruido		x			x				x			
	12	Vibraciones	x			x			x					
Químicos	13	Exposición a emisiones gaseosas	x				x			x				
Biológicos	14	Contaminantes Biológicos	x			x			x					

Ergonómicos	15	Sobreesfuerzos	x			x					x		
	16	Manipulación de cargas	x			x					x		
	17	Posiciones forzadas	x			x					x		
	18	Movimientos repetitivos	x			x					x		
Psicosociales	19	Trabajo a presión	x			x				x			
	20	Minuciosidad de la tarea	x			x				x			
	21	Trabajo monótono	x			x				x			
	22	Inadecuada supervisión	x			x				x			

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas

Elaborado por el autor.

Matriz de evaluación cualitativa para la Limpieza y recolección manual de residuos con la Minicargadora

EVALUACIÓN DE RIESGOS											Evaluación			
Localización: Parques y áreas verdes del cantón														
Tarea: Limpieza y recolección de residuos con la minicargadora														
No. Trabajadores: 4														
Tiempo de exposición: 6 horas														
Maquinaria: Tractor											Fecha Evaluación: 17/11/2014			
Riesgo	No.	Peligro Identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del Riesgo					
			B	M	A	LD	D	ED	T	To	Mo	I	IN	
Mecánicos	1	Atrapamiento entre objetos	x				x				x			
	2	Atrapamiento por vuelco de máquinas o carga	x				x				x			
	3	Atropello o golpe con vehículo	x					x				x		
	4	Caída de personas al mismo nivel	x				x				x			
	5	Caídas manipulación de objetos	x			x			x					
	6	Desplome, derrumbamiento	x				x				x			
	7	Superficies irregulares	x				x				x			
	8	Proyección de partículas		x			x						x	

	9	Manejo de herramientas cortopunzantes (golpes o cortes)	x			x				x			
Físicos	10	Exposición a radiación solar		x							x		
	11	Exposición a temperaturas extremas			x								x
	12	Temperatura ambiente			x								x
	13	Ruido		x							x		
	14	Vibraciones			x	x					x		
Químicos	15	Exposición a emisiones gaseosas		x							x		
Biológicos	16	Contaminantes Biológicos	x			x				x			
Ergonómicos	17	Sobreesfuerzos		x							x		
	18	Manipulación de cargas		x							x		
	19	Posiciones forzadas		x							x		
	20	Movimientos repetitivos	x			x					x		
Psicosociales	21	Trabajo a presión		x		x					x		
	22	Minuciosidad de la tarea			x								x
	23	Trabajo monótono		x		x					x		
	24	Inadecuada supervisión		x		x					x		

Fuente: Parque y Jardines de la Dirección de Obras Públicas
Elaborado por el autor.

ANEXO 2: Norma Técnica de Prevención NTP 950



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

NP
Notas Técnicas de Prevención

950

Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición

*Strategies for measuring and assessing noise exposure (I): Measurement uncertainty.
Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (I) : l'incertitude de mesure.*

Redactores:

Julia García Ruiz-Bazán
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS

Pablo Luna Mendaza
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En el Anexo II (Medición del ruido) del Real Decreto 286/2006, se establece la filosofía en que debe basarse tanto el planteamiento de las mediciones como la comparación de los resultados que se obtienen a través de ellas, con los valores de referencia. En esta Nota Técnica de Prevención, que forma un conjunto con las 951 y 952, se pretende mostrar las posibles estrategias, consideradas técnicamente aceptables, para la medición del ruido, el tratamiento posterior de los resultados y la toma de decisiones para cumplir con el citado real decreto. Esta NTP se centra en el cálculo de la incertidumbre. La bibliografía se ha incluido al final de la NTP 952.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		Complementada por las NTP 951 y 952. Junto con las NTP 951 y 952 sustituyen a la NTP 270

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, introdujo el concepto de incertidumbre en su articulado. Este hecho ha obligado a considerar el dato de la incertidumbre en la expresión final del resultado de una medición de ruido, tal y como ya reflejaba la Directiva europea 2003/10/CE, de la que emana la citada norma española.

En su Anexo II, el citado real decreto establece la necesidad de comparar el resultado de la medición de ruido con los valores de referencia teniendo en cuenta el intervalo de incertidumbre asociado. Asimismo, dispone que la determinación del referido intervalo de incertidumbre se llevará a cabo de conformidad con la práctica metrológica.

En el marco de esa práctica metrológica, la Norma UNE EN ISO 9612:2009 aporta un método para la medición de la exposición al ruido de los trabajadores y para el cálculo del nivel de exposición y de la incertidumbre asociada.

Durante el proceso de redacción de la mencionada norma, se elaboró la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el año 2008. El Apéndice 5 de dicha Guía Técnica, que recoge los aspectos relativos a las mediciones del nivel del ruido, se inspiró en un borrador de la mencionada norma que, finalmente, no coincidió con la versión definitiva de la misma.

2. CONCEPTOS RELATIVOS A LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DE RUIDO

El resultado de la medición de cualquier magnitud física, como es el ruido, debe ir acompañado de una indicación de la calidad de dicho resultado, de manera que quienes manejen ese dato puedan evaluar la idoneidad del mismo. Sin esta indicación, que es precisamente la incertidumbre, las mediciones no podrían compararse entre sí ni con valores de referencia.

La incertidumbre de medida se define como el parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurando (siendo el mensurando la magnitud particular objeto de la medición). En el caso de la medición de la exposición laboral al ruido, el mensurando es el nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$.

Por lo general, en la realización de cualquier medición (no sólo de la exposición al ruido) se cometen imperfecciones que dan lugar a un error en el resultado de la medición.

Los términos error e incertidumbre no son sinónimos, sino que se trata de conceptos diferentes.

El error se define como la diferencia entre el resultado de una medición y el valor verdadero del mensurando. Se trata, por tanto, de un valor y de un concepto ideal que, como tal, puede no conocerse con exactitud jamás. La incertidumbre, en cambio, es un rango, se estima para un procedimiento de medición y, posteriormente, se aplica

a todas las determinaciones descritas en el mencionado procedimiento. Es una expresión del hecho de que, para un mensurando y un resultado de medida dados, no existe un único valor, sino un infinito número de valores dispersos en torno al resultado que son compatibles con todas las observaciones, datos y conocimientos que se poseen y que, con diferentes grados de credibilidad, pueden atribuirse al mensurando.

En la realización de una medición de la exposición al ruido existen numerosas fuentes posibles de incertidumbre debidas tanto a errores como a alteraciones naturales de las condiciones de trabajo. La exactitud y precisión de la medición de la exposición al ruido, objetivos primordiales, van a depender fundamentalmente de un conocimiento profundo de la/s exposición/es, de los aparatos empleados y de la estimación de los tiempos de exposición.

Entre las posibles fuentes de incertidumbre cabe destacar:

- La instrumentación empleada y su calibración.
- La posición del micrófono.
- Las variaciones en el trabajo diario, en las condiciones operativas, etc.
- El tipo de muestreo llevado a cabo, como tal.
- Falsas contribuciones, tales como el viento, corrientes de aire o impactos en el micrófono.
- Un análisis inicial de las condiciones de trabajo deficiente.
- Las contribuciones de fuentes de ruido atípicas tales como conversaciones, música, señales de alarma o comportamientos anormales.

Los errores derivados de los posibles impactos sobre el micrófono, las corrientes de aire o las contribuciones anómalas deben ser controlados y minimizados al máximo, en la medida de lo posible.

Las demás fuentes de incertidumbre en la medición de ruido, por su parte, deben ser también controladas pero en algunos casos imposibles de minimizar. Para su evaluación, son tratadas matemáticamente de forma independiente. Cada componente de incertidumbre se expresa como una desviación estándar y se denomina incertidumbre estándar, u_j .

Para el resultado de la medición de ruido, se calcula la incertidumbre estándar combinada, u , que proviene de la combinación de todas las componentes de la incertidumbre estándar, u_j . Las contribuciones de cada componente se calculan utilizando los correspondientes coeficientes de sensibilidad, c_j . El cálculo es mediante la ecuación:

$$u^2 = \sum c_j^2 u_j^2$$

La incertidumbre estándar combinada, u , de una función, y , es la raíz cuadrada de la suma de ciertos términos que son las varianzas de las variables medibles ponderadas de acuerdo a la importancia, que la variación de cada una, tiene en el resultado final. Los coeficientes de sensibilidad (también llamados de ponderación) son las derivadas parciales de la función respecto a las variables medibles.

$$u^2(y) = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 u^2(x_1) + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 u^2(x_2) + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_n}\right)^2 u^2(x_n)$$

La incertidumbre estándar combinada u de la función y es una estimación de la desviación estándar y caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente pueden ser atribuidos al mensurando, y $u(x_i)$ es la incertidumbre

estándar asociada a las variables medidas. Esta última, cuando se han realizado varias mediciones y se dispone de N valores se calcula a partir de la desviación estándar (σ) de la muestra de la siguiente manera:

$$u(x_i) = \frac{\sigma(x_i)}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [x_i - \bar{x}]^2}{N(N-1)}}$$

A partir de la incertidumbre estándar combinada, u , se obtiene la incertidumbre expandida, U , que aporta el intervalo dentro del cual se encuentra el valor del mensurando con un determinado nivel de confianza. Se calcula multiplicando la incertidumbre estándar combinada, u , por un factor de cobertura, k , que es función del nivel de confianza que queramos asumir.

$$U = k u$$

En este punto se puede escoger entre un intervalo de confianza unilateral o un intervalo de confianza bilateral simétrico. De este modo, el resultado de la medición de la exposición al ruido vendría dado, en el primer caso, por la expresión:

$$L_{Aeq,d} + U$$

Y en el segundo caso por la expresión:

$$L_{Aeq,d} \pm U$$

En cada caso, el valor del factor de cobertura, k , varía, adoptando los valores de la tabla 1 para una distribución logarítmica normal, como es la que se asume para los valores de exposición al ruido.

Nivel de confianza	k	
	Intervalo bilateral simétrico	Intervalo unilateral
90	1,645	1,2816
95	1,96	1,645
95.45	2	-
97.5	-	1,96

Tabla 1. Valores del factor de cobertura, k , para una distribución normal y en función del intervalo

Este es el proceso matemático habitual y adoptado en la Norma UNE EN ISO 9612:2009, que propone un intervalo unilateral con un 95% de nivel de confianza.

3. COMPONENTES DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN DEL RUIDO

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 propone tres estrategias de medición (tareas, puesto de trabajo (función) o jornada completa) de cara a garantizar la representatividad de una medición de la exposición al ruido, aportando también los cálculos necesarios para la obtención de las correspondientes incertidumbres.

Para cada estrategia de muestreo existe un trata-

miento matemático diferente de las componentes de la incertidumbre asociada al resultado. Sin embargo, las incertidumbres debidas tanto a los instrumentos de medida empleados como a la posición del micrófono son comunes a las tres estrategias, tal y como se describe a continuación.

Incertidumbre debida a los instrumentos de medida empleados, u_2

En función del instrumento de medida utilizado, se aplicará un valor de incertidumbre estándar diferente.

La utilización de un sonómetro de clase 1, según las especificaciones de la norma UNE EN 61672-1:2005, conlleva un menor valor de incertidumbre estándar, al tratarse de equipos más precisos y con límites de tolerancia menores.

Sin embargo, el empleo de un sonómetro de clase 2, según las especificaciones de la norma UNE EN 61672-1:2005, o de un dosímetro, que cumpla con la norma UNE EN 61252/A1:2003, supone aplicar un valor mayor de incertidumbre estándar.

Los valores a aplicar según la Norma UNE EN ISO 9612:2009 se recogen en la tabla 2.

Como ya se comentó al inicio del presente documento, para la elaboración de la Guía Técnica del Real Decreto 286/2006 del INSHT se empleó un borrador de la Norma UNE EN ISO 9612:2009. Dicho borrador incluía valores inferiores a los reflejados en la tabla 2 para la incertidumbre estándar de los instrumentos de medida, tal y como recoge la citada Guía Técnica.

Tipo de instrumento	u_2
Sonómetro Clase 1	0,7 dB
Dosímetro personal	1,5 dB
Sonómetro Clase 2	1,5 dB

Tabla 2. Incertidumbre estándar de los instrumentos

Para el posterior cálculo de la incertidumbre expandida, estos valores de incertidumbre estándar debida a los instrumentos de medida se multiplican por un coeficiente de sensibilidad, c_1 . En el caso de las estrategias de muestreo basadas en el puesto de trabajo (función) y en la jornada completa, este coeficiente tiene un valor de 1. En el caso de la estrategia de muestreo basada en la tarea, requiere de un cálculo matemático específico que se desarrolla en la parte II de esta NTP.

Incertidumbre debida a la posición del micrófono, u_3

La Norma UNE EN ISO 9612:2009, basándose en datos empíricos, considera que la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono es de 1.0 dB.

Sin embargo, conviene señalar que la Guía Técnica refleja diferentes valores para esta incertidumbre estándar, en función del instrumento empleado y la ubicación del trabajador.

ANEXO 3: Norma Técnica de Prevención NTP 951



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

NP
Notas Técnicas de Prevención

951

Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias

*Strategies for measuring and assessing noise exposure (II): Types of strategies
Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (II) : types de stratégies*

Redactores:

Julia García Ruiz-Bazán
Lda. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS
TECNOLOGÍAS

Pablo Luna Mendaza
Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En el Anexo II (Medición del ruido) del Real Decreto 286/2006, se establece la filosofía en que debe basarse tanto el planteamiento de las mediciones como la comparación de los resultados que se obtienen a través de ellas, con los valores de referencia. En esta Nota Técnica de Prevención, que forma un conjunto con las 950 y 952, se pretende mostrar las posibles estrategias, consideradas técnicamente aceptables, para la medición del ruido, el tratamiento posterior de los resultados y la toma de decisiones para cumplir con el citado real decreto. Esta NTP trata de la planificación de las mediciones. La bibliografía se ha incluido al final de la NTP 952.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		Complementada por las NTP 950 y 952. Junto con las NTP 950 y 952 sustituyen a la NTP 270

1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN AL RUIDO

El desconocimiento de las características de las exposiciones, es decir, de las condiciones de trabajo en lo que respecta a la exposición al ruido es una de las fuentes de incertidumbre más importantes. Se trata asimismo de una fuente de incertidumbre no evaluable o medible por lo que su control y minimización son muy importantes. Por todo ello, es imprescindible un análisis previo de dichas condiciones en el que deberá participar activamente la empresa en cuestión, tanto los mandos como los trabajadores expuestos, en estrecha colaboración con el técnico de prevención.

La figura 1 muestra el diagrama de flujo de la metodología global aquí descrita.

El objetivo básico de esta metodología es preparar un plan de medición que permita obtener una evaluación representativa y fiable de la exposición.

En primer lugar, conviene realizar un análisis de las condiciones de trabajo lo más exhaustivo posible, estudiando las características de la empresa. El técnico de prevención deberá, asimismo, contrastar los datos aportados con las siguientes fuentes de información:

- Observaciones propias de las condiciones existentes.
- Entrevistas con los mandos y los trabajadores expuestos.
- Si existe una evaluación de la exposición al ruido previa, es importante su consulta.
- En algunos casos, incluso resultará conveniente el realizar medidas puntuales "exploratorias", sobre todo en el caso de situaciones en cierto modo desconocidas.

Con todo ello, el técnico de prevención debe:

1. Delimitar en qué áreas de trabajo deberá llevarse a cabo la evaluación de la exposición al ruido.

2. Sobre qué puestos de trabajo o trabajadores deberá realizarse la evaluación y si existe la posibilidad de constituir Grupos de exposición homogénea (en adelante GEH).
3. Tener en cuenta si existe la posibilidad de que ocurran episodios de ruido significativos en la jornada de trabajo.

2. GRUPOS DE EXPOSICIÓN HOMOGÉNEA (GEH)

Un Grupo de exposición homogénea (GEH) es un grupo de trabajadores asignados a puestos de trabajo o tareas similares que están expuestos de forma análoga a fuentes de ruido semejantes. La definición de un GEH requiere del criterio profesional de un técnico de prevención en base a la información recabada con anterioridad.

Los GEH pueden constituirse siguiendo diferentes criterios: en función del puesto de trabajo, de la tarea a desarrollar, del área de trabajo o incluso según el proceso productivo. Su constitución permite muestrear sobre un número representativo de trabajadores de exposición similar. Sin embargo, se trata de un proceso complejo ya que, por un lado, GEH demasiado grandes supondrán exposiciones no del todo homogéneas y, por otro lado, GEH demasiado pequeños conllevarán un mayor esfuerzo de medición. Un GEH puede estar constituido por un solo trabajador, si su exposición es muy específica.

3. ESTUDIO DE UNA JORNADA DE TRABAJO NOMINAL

Con el objetivo de obtener una visión general y una comprensión global de todos los factores que van a influir en

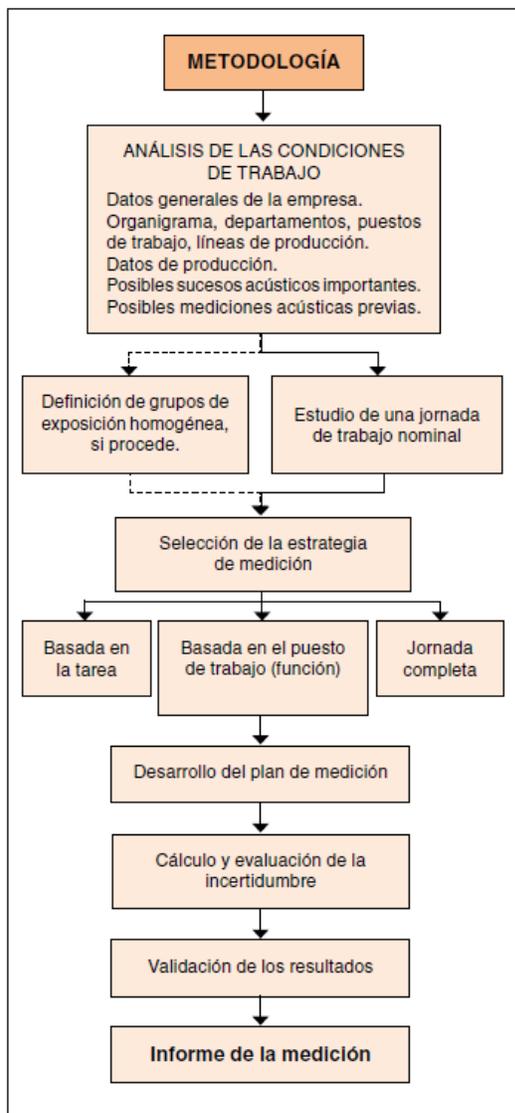


Figura 1. Metodología de actuación para la medición del ruido

la exposición al ruido, conviene determinar una jornada de trabajo nominal, contemplando los siguientes aspectos de la misma:

- Tareas que se realizan, incluyendo sus características y su duración, y variaciones entre las diferentes tareas.
- Principales fuentes de ruido y áreas de trabajo más ruidosas.
- Patrón de trabajo y episodios de ruido significativos que puedan influir en el nivel de ruido.
- Número y duración de posibles descansos, reuniones, etc. y su inclusión o no dentro de la jornada de trabajo habitual.

Esta jornada de trabajo nominal será objeto de la medición para determinar la exposición al ruido, pudiendo tratarse de la jornada en la que se prevea una exposición mayor. En aquellos casos en los que el trabajo varíe notablemente de una jornada a otra, puede ser necesario el

utilizar el promedio semanal, definido en el Real Decreto 286/2006.

4. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

Las tres estrategias de medición desarrolladas para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo son:

- Basada en la tarea:* el trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente.
- Basada en el puesto de trabajo (función):* la medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un GEH.
- Jornada completa:* la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral.

La selección de la estrategia de medición más apropiada va a depender de muchos factores tales como el objeto de la medición, la complejidad de las condiciones de trabajo, el número de trabajadores expuestos, la duración de la exposición a lo largo de la jornada de trabajo, e incluso del tiempo disponible por el técnico de prevención para la medición en sí misma y para el posterior análisis de los resultados.

Asimismo, la selección se basará en el conocimiento previo de la exposición al ruido de que se disponga. Cada una de las estrategias presenta diferentes peculiaridades que la hacen más o menos apropiada para cada situación y que se desarrollan en los siguientes apartados.

5. ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA

La jornada de trabajo nominal estudiada debe poder dividirse en tareas u operaciones diferentes y concretas, de manera que durante la realización de cada una de ellas el trabajador tenga una exposición al ruido similar, es decir, que se obtengan valores de $L_{Aeq,T}$ homogéneos.

Ejemplos de aplicación:

- Taller de corte de piezas y posterior soldadura de las mismas.
- Cadena de montaje de la industria del automóvil.

Las claves del enfoque por tareas son las siguientes:

- Amplio y profundo conocimiento de las condiciones de trabajo.
- Tener en cuenta los posibles episodios de exposición a ruido significativos y asegurarse de que están incluidos en las tareas definidas y en los períodos de medición.
- La estimación de la duración de la tarea es fundamental y es un factor de incertidumbre a calcular posteriormente.
- Tiempos de medición cortos, menor esfuerzo de medición que las otras estrategias.

Cuando resulta aplicable, esta estrategia aporta una valiosa información sobre las contribuciones de las diferentes tareas u operaciones al nivel de exposición diario global. Esto supone una gran ventaja si el objetivo es priorizar actuaciones preventivas en el marco de un programa de control de la exposición al ruido.

Asimismo, esta estrategia permite la posibilidad de calcular el nivel de exposición al ruido de jornadas de trabajo diferentes a aquéllas en las que se han llevado a cabo las mediciones propiamente dichas, en función

de la distribución y la duración de las tareas definidas y medidas.

Duración de la tarea

La duración de la tarea puede ser estimada a partir de la información obtenida de los trabajadores y demás personal entrevistado o bien puede medirse tras repetidas observaciones.

Se calculará entonces la media aritmética, \bar{T}_m , de la duración de cada tarea m a partir de los J valores obtenidos, $T_{m,j}$, aplicando la siguiente ecuación:

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j} \quad (1)$$

La suma de las duraciones de las diferentes tareas, T_m , se corresponderá con la duración de la jornada de trabajo nominal, T_e , según la ecuación:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m \quad (2)$$

donde T_m es la duración media de la tarea m y M es el número total de tareas identificadas.

Obtención de $L_{Aeq,d}$ en la estrategia basada en la tarea

Para cada tarea, m , se medirá el $L_{Aeq,T,m}$ correspondiente.

La duración de cada medición se prolongará lo suficiente como para que sea ésta representativa de la exposición al ruido durante el desarrollo de la tarea en cuestión.

En este sentido, se deben seguir las siguientes indicaciones:

- Si la tarea dura menos de 5 minutos, la duración de cada medición será equivalente a la duración de la tarea.
- Para tareas de más de 5 minutos, la medición durará, al menos, 5 minutos.
- Si el ruido es cíclico a lo largo de la tarea, cada medida debe cubrir, al menos, 3 ciclos bien definidos. Si la duración de 3 ciclos definidos es menor de 5 minutos, cada medida debe durar, al menos, 5 minutos. La duración de cada medición debe corresponderse siempre con la duración de un determinado número de ciclos enteros.
- También puede optarse por tiempos de medición menores en los casos en los que el nivel de ruido sea constante o bien la tarea contribuya muy poco al nivel de exposición global¹.

En cuanto al número de mediciones a realizar, la norma considera que deben llevarse a cabo, al menos, 3 medidas. Atendiendo a los resultados de estas 3 mediciones, si los valores difieren en 3 dB o más se deberá:

- a) Llevar a cabo 3 o más mediciones de la tarea,
- b) o bien revisar la definición de las tareas y subdividir en tareas más sencillas,
- c) o bien repetir las medidas pero con mayores tiempos de medición.

Con ello lo que se pretende es reducir la incertidumbre asociada.

1. A título orientativo, el NORDTEST METHOD (ver referencia bibliográfica al final de la parte III de esta NTP) considera que si el nivel de presión sonora es inferior en 10dB al valor de referencia su contribución es mínima

Ejemplo: Un trabajador realiza dos tareas A y B bien definidas a lo largo de su jornada laboral de 8h, con una pausa de 30 minutos. La tarea A se realiza durante 5 h. Se trata de una tarea cíclica, cuyos ciclos duran 6 minutos. La tarea B no es cíclica y se lleva a cabo durante 2,5 h.

¿qué tiempos de medición se deberían emplear?

Para la tarea A se tienen que cubrir al menos 3 ciclos en la medición, es decir, la duración mínima de la medida sería de 18 minutos. Y se deben realizar 3 mediciones de dicha duración.

Para la tarea B se llevarán a cabo 3 mediciones de al menos 5 minutos.

A continuación, se calcula el $L_{Aeq,T,m}$ correspondiente a cada tarea mediante la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,T,m} = 101g \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m,i}} \right] \text{dB(A)} \quad (4)$$

donde $L_{Aeq,T,m,i}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición y I es el número total de mediciones de la tarea llevadas a cabo.

A partir de aquí, para calcular el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, hay dos opciones:

1. Por un lado, puede calcularse el nivel de exposición diario equivalente para cada tarea m , $L_{Aeq,d,m}$ mediante la siguiente expresión (5):

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 101g \left[\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right] \text{dB(A)} \quad (5)$$

Y a continuación, calcularse el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, mediante la ecuación (6):

$$L_{Aeq,d} = 101g \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB(A)} \quad (6)$$

donde M es el nº total de tareas.

2. O bien, obtener directamente el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, a partir de los $L_{Aeq,T,m}$ correspondientes a cada tarea, calculados según ecuación (4), mediante la expresión matemática (7) a continuación:

$$L_{Aeq,d} = 101g \left[\sum_{m=1}^M \left(\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right) \times 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m}} \right] \text{dB(A)} \quad (7)$$

donde T_0 es el tiempo de referencia, en este caso siempre 8 horas.

Cálculo de la incertidumbre de la medición para la estrategia basada en la tarea

Teniendo en cuenta lo recogido en la parte I de esta NTP la incertidumbre combinada estándar para el nivel de exposición diario $u(L_{Aeq,d})$ se calcula a partir de las distintas contribuciones $c\mu_i$ de las diferentes componentes de incertidumbre, según la siguiente ecuación (8):

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_{3,m}^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right) \quad (8)$$

donde m corresponde a cada tarea definida y M es el número total de tareas y además:

$u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo por tareas.

$u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida al cálculo de la duración de la tarea.

$u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida al instrumento de medida empleado.

u_3 es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono.

$c_{1a,m}$ y $c_{1b,m}$ son los diferentes coeficientes de sensibilidad. La Norma UNE EN ISO 9612:2009 considera que los coeficientes de sensibilidad debidos tanto al instrumento de medida empleado, $c_{2,m}$, como a la posición del micrófono, $c_{3,m}$, son iguales al del muestreo por tareas, $c_{1a,m}$, de forma que en la fórmula se ha simplificado y sólo queda reflejado éste último.

Los valores de $u_{2,m}$ y u_3 son los recogidos en la parte I de esta NTP.

A continuación se muestra el cálculo para los restantes parámetros de la fórmula (8).

Los coeficientes de sensibilidad se calculan según:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})} \quad (9)$$

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m} \quad (10)$$

Las incertidumbres estándar se calculan según:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{i=1}^J (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]} \quad (11)$$

siendo I el número total de mediciones de la tarea.

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]} \quad (12)$$

siendo J el número total de observaciones de la duración de la tarea.

Asimismo, cuando se trate de rangos de tiempo, es posible aproximar la incertidumbre estándar debida a la duración de la tarea mediante la fórmula:

$$u_{1b,m} = 0,5 \times (T_{máx} - T_{mín}) \quad (13)$$

Por último, la incertidumbre expandida se calcularía según lo recogido en la parte I de esta NTP.

6. ESTRATEGIA BASADA EN EL PUESTO DE TRABAJO (FUNCIÓN)

Esta estrategia es útil cuando no es sencillo describir el patrón de trabajo y dividirlo en tareas bien definidas. También se aplica cuando no resulta práctico llevar a cabo un análisis de las condiciones de trabajo muy detallado y, por lo tanto, no es necesario un conocimiento de las mismas tan exhaustivo como ocurría en el caso de la estrategia por tareas.

Se realizan mediciones aleatorias entre los diferentes trabajadores que ocupan puestos de trabajo equivalentes o de exposiciones al ruido muy similares, por lo general, en el marco de un GEH.

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 no recomienda el empleo de esta estrategia cuando el trabajo consta de un pequeño número de tareas muy ruidosas.

El desarrollo de esta estrategia conlleva un mayor tiempo de medición pero el resultado final suele presentar una incertidumbre menor.

Ejemplos de aplicación:

- Línea de emblistado, encajado y empaquetado de una industria farmacéutica.
 - Línea de plegado/tren de acabados de una imprenta.
- Al igual que en el caso de la estrategia basada en la tarea, es imprescindible no descuidar los posibles episodios de elevada exposición al ruido durante el tiempo de medición.

Ambas estrategias - la basada en la tarea y la basada en el puesto de trabajo (función) - no son excluyentes y puede haber casos en los que puedan aplicarse ambas, con resultados igualmente representativos de la exposición.

Plan de medición en la estrategia basada en el puesto de trabajo (función)

Una vez identificados los puestos de trabajo a evaluar, deben definirse los GEH que correspondan.

En función del número de trabajadores que constituyan de cada GEH, existe una duración mínima de la duración de la medición, a distribuir entre los miembros de dicho GEH. La tabla 1 muestra el cálculo a realizar.

Número de trabajadores del GEH n_G	Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH
$n_G \leq 5$	5h
$5 < n_G \leq 15$	5h + $(n_G - 5) \times 0,5$ h
$15 < n_G \leq 40$	10h + $(n_G - 15) \times 0,25$ h
$n_G > 40$	17h ó subdividir el GEH

Tabla 1. Duración mínima del muestreo en función del n° de trabajadores del GEH

A continuación, teniendo en cuenta que según esta estrategia, deben realizarse, como mínimo, 5 mediciones, se determina el número de medidas y la duración de las mismas de manera que se cumpla la duración mínima obtenida de la tabla 1 o bien se supere.

Ejemplo de cálculo de duración de la medición para un GEH dado, según tabla 1:

Se constituye un GEH de 15 trabajadores. El plan de medición será como sigue:

- La duración mínima acumulada de la medición es de 10 h, según la tabla 1
- Se decide realizar 5 mediciones de 2 h cada una
- Se escogen aleatoriamente 5 trabajadores sobre los realizar las mediciones del tiempo estipulado y a lo largo de la jornada de trabajo.

A la vista del ejemplo de cálculo de duración mínima acumulada, se aprecia el mayor esfuerzo de medición que

supone la estrategia basada en el puesto de trabajo (función), frente a la estrategia basada en la tarea. Además, en el cómputo posterior de la incertidumbre no se contempla la componente debida al cálculo de la duración de la tarea (a menudo muy importante).

Obtención de $L_{Aeq,d}$ en la estrategia basada en el puesto de trabajo (función)

El $L_{Aeq,Te}$ correspondiente a cada puesto de trabajo definido en el marco de un GEH se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,n}} \right] \text{ dBA} \quad (14)$$

donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición y N es el número total de mediciones del puesto de trabajo llevadas a cabo.

Es importante señalar que el valor de T_e se define como el correspondiente a la duración efectiva de la jornada de trabajo y, por lo tanto, NO es el de la duración de cada medición individual realizada sobre los miembros del GEH, según los cálculos de la tabla 1.

A continuación, se promedia a 8 horas para obtener el $L_{Aeq,d}$ en el marco de la estrategia basada en el puesto de trabajo:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \text{ dB(A)} \quad (15)$$

Cálculo de la incertidumbre de la medición para la estrategia basada en el puesto de trabajo (función)

Teniendo en cuenta lo recogido en la parte I de esta NTP, la incertidumbre combinada estándar para el nivel de exposición diario $u(L_{Aeq,d})$ se calcula a partir de las diferentes contribuciones $c_i u_i$ de las diferentes componentes de incertidumbre, según la ecuación (16):

$$u^2(L_{Aeq,d}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad (16)$$

El valor del factor $c_1 u_1$ es función del número de mediciones, N , llevadas a cabo durante el muestreo y del valor de la componente de incertidumbre u_1 asociada a los valores de $L_{Aeq,T,n}$ obtenidos.

De esta manera, el valor de u_1 se calcula según la fórmula (17):

$$u_1 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - \bar{L}_{Aeq,T})^2 \right]} \quad (17)$$

donde:

$L_{Aeq,T,n}$ es el nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.

N es el número total de mediciones del puesto de trabajo llevadas a cabo.

$\bar{L}_{Aeq,T}$ es la media aritmética de las N muestras de nivel de presión sonora equivalente realizadas.

Cabe destacar que este valor de u_1 sólo se calcula para

utilizarlo como entrada en la tabla 3², junto con el valor de N , y obtener el valor del factor $c_1 u_1$.

De cara a una validación de los datos obtenidos, al igual que en el caso de la estrategia por tareas, la norma establece que si el factor $c_1 u_1$ obtenido de la tabla 3 es superior a 3,5 dB (resaltados en negrita) se debe revisar el plan de medición diseñado y estudiar la posibilidad bien de modificar los GEH definidos o bien de aumentar el número de mediciones, N , con objeto de reducir la incertidumbre.

Los coeficientes de sensibilidad c_2 y c_3 debidos, respectivamente al instrumento empleado y a la posición del micrófono valen ambos la unidad. Por su parte, los valores de u_2 y u_3 son los recogidos en la parte I de esta NTP.

Por último, la incertidumbre expandida se calculará según lo recogido en la parte I de esta NTP.

7. ESTRATEGIA BASADA EN LA JORNADA COMPLETA

Esta estrategia cubre la jornada de trabajo por entero, incluyendo tanto exposiciones elevadas al ruido como periodos de menor nivel o "silenciosos".

La estrategia basada en la jornada completa resulta útil cuando no es sencillo o práctico el describir o "diseccionar" el patrón de trabajo, al igual que ocurría en el caso de la estrategia basada en el puesto de trabajo. Por ello, requiere un menor esfuerzo de análisis de las condiciones de trabajo pero, a cambio, supone mayor esfuerzo de tiempo de medición.

Se recomienda especialmente cuando la exposición al ruido se desconoce en mayor o menor grado, o bien es impredecible o excesivamente compleja. Se emplea también cuando quieren cubrirse todas las contribuciones a la exposición al ruido con total seguridad. Sin embargo, precisamente por este motivo, hay un mayor riesgo de registrar contribuciones falsas (impactos en el micrófono, interferencias deliberadas o no, etc). Para minimizar este riesgo, conviene observar al trabajador durante el desarrollo de la medición, en la medida de lo posible, o bien preguntarle a la finalización de la jornada por las tareas desarrolladas y/o las ubicaciones en las que ha trabajado.

Los instrumentos más comúnmente empleados en esta estrategia son los dosímetros. Se recomienda además el empleo de instrumentos de medición personal dotados con registro temporal de la exposición, con el objeto de reparar dicho historial con el trabajador al final del turno y confirmar la actividad laboral desarrollada por éste. De esta forma, además, podrán eliminarse contribuciones irrelevantes e incluso detectar las tareas de mayor exposición.

Asimismo, es recomendable la realización de entrevistas con los trabajadores y los supervisores e incluso la realización de mediciones puntuales para verificar los niveles de exposición al ruido registrados por los dosímetros, todo ello con el objetivo de confirmar, en la medida de lo posible, la validez de las mediciones. También se contempla la posibilidad de medir determinadas tareas con objeto de contrastar los datos obtenidos, siguiendo la estrategia correspondiente del apartado 3 del presente documento.

2. En Abril de 2011 se publicó un erratum de la Norma UNE EN ISO 9612:2009 consistente en un archivo Excel que permite calcular la incertidumbre de medida del ruido y que aporta este factor $c_1 u_1$, sin necesidad de recurrir a la tabla 3 aquí reproducida.

N	Incertidumbre estándar u_i											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5	15,7	20,6	26,1	32,2	39,0	46,5
4	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0	6,7	8,6	10,9	13,4	16,1	19,2
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,2	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

Tabla 3. Valores (en dB) del factor c, u_i .

PATRÓN DE TRABAJO		ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
		Basada en la tarea	Basada en el puesto de trabajo (función)	Basada en la jornada completa
Puesto fijo	Tarea sencilla o única operación	RECOMENDADA	-	-
Puesto fijo	Tarea compleja o varias operaciones	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas tareas	RECOMENDADA	APLICABLE	APLICABLE
Puesto móvil	Trabajo definido con muchas tareas o con un patrón de trabajo complejo	APLICABLE	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	APLICABLE	RECOMENDADA
Puesto fijo o móvil	Tarea compuesta de muchas operaciones cuya duración es impredecible	-	RECOMENDADA	APLICABLE
Puesto fijo o móvil	Sin tareas asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	-	RECOMENDADA	APLICABLE

Tabla 4. Selección de la estrategia de medición según el patrón de trabajo

Obtención de $L_{Aeq,d}$ en la estrategia basada en la jornada completa

Deben realizarse tres mediciones en tres jornadas de trabajo representativas de la exposición al ruido. Aunque, siempre que sea posible, debe cubrirse la jornada completa de trabajo, hay ocasiones en las que esto no es posible. En esos casos, se medirá la mayor parte de la jornada que sea factible, asegurándose de cubrir todos los períodos de exposición significativa.

Si los resultados de las tres jornadas medidas difieren en 3 dB o más, deberán medirse, al menos, dos jornadas más.

Se empleará la ecuación (14) para calcular la "media energética" de los diferentes $L_{Aeq,T}$ registrados y posteriormente, mediante la ecuación (15) se obtiene el $L_{Aeq,d}$.

Cálculo de la incertidumbre de la medición para la estrategia basada en la jornada completa

El procedimiento es el mismo que el descrito para el caso de la estrategia basada en el puesto de trabajo.

En primer lugar, se calculará el valor de u_i mediante la ecuación (17). Con el valor así calculado y con el número, N , de mediciones realizadas, se obtendrá el valor del factor c, u_i mediante el empleo de la tabla 3. Por

último, se empleará la ecuación (16) para el cálculo de la incertidumbre estándar y posteriormente, mediante la multiplicación por el factor de confianza que se considere, se obtendría el valor de la incertidumbre expandida, U .

8. OBSERVACIONES ADICIONALES

Existe la posibilidad de emplear más de una estrategia de medición en alguna ocasión. Pueden ocurrir casos en los que durante las jornadas en las que se llevan a cabo las

mediciones, bien siguiendo la estrategia basada en la jornada completa o la basada en la tarea, no se desarrollen algunas tareas que pueden contribuir significativamente a la exposición a ruido. En ese caso, se requerirán mediciones adicionales de dichas tareas.

También es posible que determinados trabajadores desarrollen su jornada laboral de manera desigual y durante la mañana se les aplique una estrategia para el cálculo de su exposición y durante la tarde otra estrategia diferente.

La tabla 4 recoge una guía para la selección de la estrategia de medición en función del patrón de trabajo.

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO



Scantek, Inc.
CALIBRATION LABORATORY

ISO 17025: 2005, ANSI/NCSL Z540:1994 Part 1
ACCREDITED by NVLAP (an ILAC MRA signatory)



NVLAP Lab Code: 200625-0

Calibration Certificate No.32082

Instrument: Acoustical Calibrator

Model: QC-10

Manufacturer: Quest

Serial number: QIF060066_005253

Class (IEC 60942): 1

Barometer type:

Barometer s/n:

Date Calibrated: 8/28/2014 **Cal Due:**

Status:	Received	Sent
In tolerance:	X	X
Out of tolerance:		
See comments:		

Contains non-accredited tests: Yes No

Customer: GAD Municipal del Canton Ruminahui **Address:** Montafur 251 y Espejo (Sangolqui), Ecuador

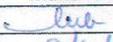
Tel/Fax: 593-2 299 8300

Tested in accordance with the following procedures and standards:
Calibration of Acoustical Calibrators, Scantek Inc., Rev. 10/1/2010

Instrumentation used for calibration: Nor-1504 Norsonic Test System:

Instrument - Manufacturer	Description	S/N	Cal. Date	Traceability evidence	Cal. Due
				Cal. Lab / Accreditation	
483B-Norsonic	SME Cal Unit	31061	Jul 21, 2014	Scantek, Inc. / NVLAP	Jul 21, 2015
DS-360-SRS	Function Generator	88077	Aug 30, 2012	ACR Env./ A2LA	Aug 30, 2014
34401A-Agilent Technologies	Digital Voltmeter	MY47011118	Sep 3, 2013	ACR Env./ A2LA	Sep 3, 2014
HM30-Thommen	Meteo Station	1040170/39633	Sep 30, 2013	ACR Env./ A2LA	Sep 30, 2014
140-Norsonic	Real Time Analyzer	1403978	Mar 21, 2014	Scantek, Inc. / NVLAP	Mar21, 2015
PC Program 1018 Norsonic	Calibration software	v.5.2	Validated March 2011	Scantek, Inc.	-
4134-Brüel&Kjær	Microphone	950698	Nov 8, 2013	Scantek, Inc. / NVLAP	Nov 8, 2014
1203-Norsonic	Preamplifier	92268	Aug 22, 2014	Scantek, Inc./ NVLAP	Aug 22, 2015

Instrumentation and test results are traceable to SI (International System of Units) through standards maintained by NIST (USA) and NPL (UK)

Calibrated by:	Mariana Buzduga	Authorized signatory:	Valentia Buzduga
Signature		Signature	
Date	9/4/2014	Date	9/04/2014

Calibration Certificates or Test Reports shall not be reproduced, except in full, without written approval of the laboratory. This Calibration Certificate or Test Reports shall not be used to claim product certification, approval or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the federal government.
Document stored as: Z:\Calibration Lab\Cal 2014\Questc10_QIF060066_005253_M1.doc Page 1 of 2

Results summary: Device was tested and complies with following clauses of mentioned specifications:

CLAUSES ¹ FROM STANDARDS REFERENCED IN PROCEDURES:	MET ²	NOT MET	COMMENTS
Manufacturer specifications			
Manufacturer specifications: Sound pressure level	X		
Manufacturer specifications: Frequency	X		
Manufacturer specifications: Total harmonic distortion	X		
Current standards			
ANSI S1.40:2006 B.3 / IEC 60942: 2003 B.2 - Preliminary inspection	X		Model older than the standard
ANSI S1.40:2006 B.4.4 / IEC 60942: 2003 B.3.4 - Sound pressure level	X		Model older than the standard
ANSI S1.40:2006 A.5.4 / IEC 60942: 2003 A.4.4 - Sound pressure level stability	X		Model older than the standard
ANSI S1.40:2006 B.4.5 / IEC 60942: 2003 B.3.5 - Frequency	X		Model older than the standard
ANSI S1.40:2006 B.4.6 / IEC 60942: 2003 B.3.6 - Total harmonic distortion	X		Model older than the standard

¹ The results of this calibration apply only to the instrument type with serial number identified in this report.

² The tests marked with (*) are not covered by the current NVLAP accreditation.

Main measured parameters³:

Measured ⁴ /Acceptable ⁵ Tone frequency (Hz):	Measured ⁴ /Acceptable ⁵ Total Harmonic Distortion (%):	Measured ⁴ /Acceptable Level ⁵ (dB):
1003.42 ± 1.0/1000.0 ± 10.0	0.4 ± 0.1/ < 3	114.07 ± 0.13/114.0 ± 0.4

³ The stated level is valid at measurement conditions.

⁴ The above expanded uncertainties for frequency and distortion are calculated with a coverage factor k=2; for level k=2.00

⁵ Acceptable parameters values are from the current standards

Environmental conditions:

Temperature (°C)	Barometric pressure (kPa)	Relative Humidity (%)
23.1 ± 1.0	100.05 ± 0.001	52.0 ± 2.0

Tests made with following attachments to instrument:

Calibrator 1/2" Adaptor Type: 056-990
Other:

Adjustments: Unit was not adjusted.

Comments: The instrument was tested and met all specifications found in the referenced procedures.

Note: The instrument was tested for the parameters listed in the table above, using the test methods described in the listed standards. All tests were performed around the reference conditions. The test results were compared with the manufacturer's or with the standard's specifications, whichever are larger.

Compliance with any standard cannot be claimed based solely on the periodic tests.

Measured Data: in Acoustical Calibrator Test Report # 32082 of one page.

Place of Calibration: Scantek, Inc.

6430 Dobbin Road, Suite C
Columbia, MD 21045 USA

Ph/Fax: 410-290-7726/ -9167
callab@scantekinc.com

Calibration Certificates or Test Reports shall not be reproduced, except in full, without written approval of the laboratory.
This Calibration Certificate or Test Reports shall not be used to claim product certification, approval or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the federal government.

Document stored as: Z:\Calibration Lab\Cal 2014\Questc10_QIF060066_005253_M1.doc

Scantek, Inc.

CALIBRATION LABORATORY

ISO 17025: 2005, ANSI/NCSL Z540:1994 Part 1
ACCREDITED by NVLAP (an ILAC MRA signatory)



NVLAP Lab Code: 200625-0

Calibration Certificate No.32081

Instrument: Octave Filter Set
Model: OB-100
Manufacturer: Quest
Serial number: HW3110048_005252
Tested with: 2900 s/n CDF020005_004401

Type (class): 2
Customer: GAD Municipal del Canton Ruminahui
Tel/Fax: 593-2 299 8300

Date Calibrated: 8/28/2014 **Cal Due:**

Status:	Received	Sent
In tolerance:	X	X
Out of tolerance:		

See comments:

Contains non-accredited tests: Yes No
Calibration service: Basic Standard
Address: Montafur 251 y Espejo (Sangolqui), Ecuador

Tested in accordance with the following procedures and standards:
Calibration of Sound Level Meters, Scantek Inc., Rev. 6/22/2012
SLM & Dosimeters – Acoustical Tests, Scantek Inc., Rev. 7/6/2011

Instrumentation used for calibration: Nor-1504 Norsonic Test System:

Instrument - Manufacturer	Description	S/N	Cal. Date	Traceability evidence	Cal. Due
				Cal. Lab / Accreditation	
483B-Norsonic	SME Cal Unit	31061	Jul 21, 2014	Scantek, Inc./ NVLAP	Jul 21, 2015
DS-360-SRS	Function Generator	88077	Aug 30, 2012	ACR Env./ A2LA	Aug 30, 2014
34401A-Agilent Technologies	Digital Voltmeter	MY47011118	Sep 3, 2013	ACR Env./ A2LA	Sep 3, 2014
HM30-Thommen	Meteo Station	1040170/39633	Sep 30, 2013	ACR Env./ A2LA	Sep 30, 2014
PC Program 1019 Norsonic	Calibration software	v.5.2	Validated Mar 2011	Scantek, Inc.	-
1251-Norsonic	Calibrator	30878	Nov 8, 2013	Scantek, Inc./ NVLAP	Nov 8, 2014

Instrumentation and test results are traceable to SI (International System of Units) through standards maintained by NIST (USA) and NPL (UK).

Environmental conditions:

Temperature (°C)	Barometric pressure (kPa)	Relative Humidity (%)
23.3 °C	100.06 kPa	51 %RH

Calibrated by:	Mariana Buzduga	Authorized signatory:	Valentin Buzduga
Signature	<i>Mariana Buzduga</i>	Signature	<i>Valentin Buzduga</i>
Date	9/14/2014	Date	9/04/2014

Calibration Certificates or Test Reports shall not be reproduced, except in full, without written approval of the laboratory. This Calibration Certificate or Test Reports shall not be used to claim product certification, approval or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the federal government.
Document stored Z:\Calibration Lab\SLM-61-2014\QST2900_HW3110048_005252_M1.doc

Results summary: Device complies with following clauses of mentioned specifications:

CLAUSES ¹ FROM IEC/ANSI STANDARDS REFERENCED IN PROCEDURES:	RESULT ^{2,3}	EXPANDED UNCERTAINTY (coverage factor 2) [dB]
FILTER TEST: OCTAVE FILTER - IEC60225 CLAUSE 6.2 AND 6.3	Passed	0.25
FILTER TEST 1/OCTAVE: RELATIVE ATTENUATION - IEC 61260, CLAUSE 4.4 & #5.3	Passed	0.25

¹ The results of this calibration apply only to the instrument type with serial number identified in this report.

² Parameters are certified at actual environmental conditions.

³ The tests marked with (*) are not covered by the current NVLAP accreditation.

Comments: The instrument was tested and met all specifications found in the referenced procedures.

Note: The instrument was tested for the parameters listed in the table above, using the test methods described in the listed standards. All tests were performed around the reference conditions. The test results were compared with the manufacturer's or with the standard's specifications, whichever are larger. Compliance with any standard cannot be claimed based solely on the periodic tests.

Tests made with the following attachments to the instrument:

Microphone: none
Preamplifier: Quest for electrical tests
Other: line adaptor ADP005 (18pF) for electrical tests
Accompanying acoustical calibrator: none
Windscreen: none

Measured Data: in Test Report # 32081 of 4+1 pages.

Scantek, Inc.
CALIBRATION LABORATORY



ISO 17025: 2005, ANSI/NCSL Z540:1994 Part 1
ACCREDITED by NVLAP (an ILAC MRA signatory)

NVLAP Lab Code: 200625-0

Calibration Certificate No.32080

Instrument:	Sound Level Meter	Date Calibrated:	8/28/2014	Cal Due:					
Model:	2900	Status:	<table border="1"><tr><td>Received</td><td>Sent</td></tr><tr><td>X</td><td>X</td></tr></table>	Received	Sent	X	X		
Received	Sent								
X	X								
Manufacturer:	Quest	In tolerance:							
Serial number:	CDF020005_004401	Out of tolerance:							
Tested with:	Microphone QE7052 s/n 25893 Preamplifier	See comments:							
Type (class):	2	Contains non-accredited tests:	__Yes <u>X</u> No						
Customer:	GAD Municipal del Canton Ruminahui	Calibration service:	__Basic <u>X</u> Standard						
Tel/Fax:	593-2 299 8300	Address:	Montafur 251 y Espejo (Sangolqui), Ecuador						

Tested in accordance with the following procedures and standards:
Calibration of Sound Level Meters, Scantek Inc., Rev. 6/22/2012
SLM & Dosimeters – Acoustical Tests, Scantek Inc., Rev. 7/6/2011

Instrumentation used for calibration: Nor-1504 Norsonic Test System:

Instrument - Manufacturer	Description	S/N	Cal. Date	Traceability evidence	
				Cal. Lab / Accreditation	Cal. Due
483B-Norsonic	SME Cal Unit	31061	Jul 21, 2014	Scantek, Inc./ NVLAP	Jul 21, 2015
DS-360-SRS	Function Generator	88077	Aug 30, 2012	ACR Env./ A2LA	Aug 30, 2014
34401A-Agilent Technologies	Digital Voltmeter	MY47011118	Sep 3, 2013	ACR Env./ A2LA	Sep 3, 2014
HM30-Thommen	Meteo Station	1040170/39633	Sep 30, 2013	ACR Env./ A2LA	Sep 30, 2014
PC Program 1019 Norsonic	Calibration software	v.5.2	Validated Mar 2011	Scantek, Inc.	-
1251-Norsonic	Calibrator	30878	Nov 8, 2013	Scantek, Inc./ NVLAP	Nov 8, 2014
4226-Brüel&Kjær	Multifunction calibrator	2305103	Jul 28, 2014	Scantek, Inc./ NVLAP	Jul 28, 2015

Instrumentation and test results are traceable to SI (International System of Units) through standards maintained by NIST (USA) and NPL (UK).

Environmental conditions:

Temperature (°C)	Barometric pressure (kPa)	Relative Humidity (%)
23.3 °C	100.06 kPa	51.0 %RH

Calibrated by:	Mariana Buzduga	Authorized signatory:	Valentin Buzduga
Signature	<i>Mariana Buzduga</i>	Signature	<i>Valentin Buzduga</i>
Date	9/14/2014	Date	9/04/2014

Calibration Certificates or Test Reports shall not be reproduced, except in full, without written approval of the laboratory.
This Calibration Certificate or Test Reports shall not be used to claim product certification, approval or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the federal government.
Document stored Z:\Calibration Lab\SLM-61-2014\QST2900_CDF020005_004401_M1.doc Page 1 of 2

Results summary: Device complies with following clauses of mentioned specifications:

1 CLAUSES FROM IEC/ANSI STANDARDS REFERENCED IN PROCEDURES:	RESULT ^{2,3}	EXPANDED UNCERTAINTY (coverage factor 2) [dB]
INDICATION AT THE CALIBRATION CHECK FREQUENCY - ANSI S1.4 CLAUSE 3.2	Passed	0.15
INPUT AMPLIFIER TEST: GAIN TEST / ATTENUATOR SETTING - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 5.3	Passed	0.25
LEVEL LINEARITY TEST - ANSI S1.4-1983, CLAUSE 6.9 & 6.10	Passed	0.25
WEIGHTING NETWORK TEST: A NETWORK - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 8.2.1	Passed	0.25
WEIGHTING NETWORK TEST: C NETWORK - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 8.2.1	Passed	0.25
WEIGHTING NETWORK TEST: LINEAR NETWORK - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 8.2.1	Passed	0.25
OVERLOAD DETECTOR TEST: A-NETWORK - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 8.3.1	Passed	0.25
F/S/I/PEAK TEST: STEADY STATE RESPONSE - ANSI S1.4 1983 CLAUSE 6.4	Passed	0.25
FAST-SLOW TEST: OVERSHOOT TEST - ANSI S1.4 1983 CLAUSE 8.4.1	Passed	0.25
SINGLE SINE WAVE BURST - ANSI S1.4 1983 CLAUSE 8.4.1 & 8.4.3	Passed	0.25
IMPULSE TEST: CONTINUOUS SINE WAVE BURST - ANSI S1.4 1983 CLAUSE 8.4.3	Passed	0.25
IMPULSE TEST: SINGLE SINE WAVE BURST - ANSI S1.4 1983 CLAUSE 8.4.1 & 8.4.3	Passed	0.25
PEAK DETECTOR TEST, SINGLE SQUARE WAVE BURST - ANSI S1.4 1983 CLAUSE 8.4.4	Passed	0.25
RMS DETECTOR TEST: CREST FACTOR TEST - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 8.4.2	Passed	0.25
RMS DETECTOR TEST: CONTINUOUS SINE WAVE BURST - ANSI S1.4-1983 CLAUSE 8.4.2	Passed	0.25
TIME AVERAGING TEST: AVERAGING FUNCTIONS - ANSI S1.43 CLAUSE 9.3.2	Passed	0.25
LINEARITY TEST - ANSI S1.43 CLAUSE 9.3.3	Passed	0.25
SUMMATION OF ACOUSTIC TESTS - ANSI S1.4 CLAUSE 5 USING MF CALIBRATOR	Passed	0.2-0.5

¹ The results of this calibration apply only to the instrument type with serial number identified in this report.

² Parameters are certified at actual environmental conditions.

³ The tests marked with (*) are not covered by the current NVLAP accreditation.

Comments: The instrument was tested and met all specifications found in the referenced procedures.

Note: The instrument was tested for the parameters listed in the table above, using the test methods described in the listed standards. All tests were performed around the reference conditions. The test results were compared with the manufacturer's or with the standard's specifications, whichever are larger. Compliance with any standard cannot be claimed based solely on the periodic tests.

Tests made with the following attachments to the instrument:

Microphone: Quest QE7052 s/n 25893 for acoustical test
Preamplifier: Quest s/n n/a for all tests
Other: line adaptor ADP005 (18pF) for electrical tests
Accompanying acoustical calibrator: Quest QC-10 s/n QIF060066_005253
Windscreens: none

Measured Data: in Test Report # 32080 of 9+1 pages.

Place of Calibration: Scantek, Inc.
6430 Dobbin Road, Suite C
Columbia, MD 21045 USA

Ph/Fax: 410-290-7726/ -9167
callab@scantekinc.com

Calibration Certificates or Test Reports shall not be reproduced, except in full, without written approval of the laboratory. This Calibration Certificate or Test Reports shall not be used to claim product certification, approval or endorsement by NVLAP, NIST, or any agency of the federal government.

Document stored Z:\Calibration Lab\SLM-61-2014\QST2900_CDF020005_004401_M1.doc

Page 2 of 2

ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Figura 1: Podado de Césped



Figura 2: Corte de Césped



Figura 3: Corte de Césped y ayudante



Figura 4: Ruido Ambiental



Figura 5: Podado de Césped



Figura 6: Limpieza manual



Figura 7: Podado de Césped



Figura 8: Limpieza minicargadora



Figura 9: Limpieza manual



Figura 10: Corte de árboles



Figura 11: Calibración-Verificación



Figura 12: Corte de árboles