

**CONDICIONES AMBIENTALES DE CONFORT ACÚSTICO EN ÁREAS
ADMINISTRATIVAS DEL CENTRO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MINERO DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA, REGIONAL
CESAR**

**BECERRA FLOREZ ANNGIE CAMILA
BECERRA FLOREZ MELISSA CHARLOTTE**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR-CESAR
2019**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

**CONDICIONES AMBIENTALES DE CONFORT ACÚSTICO EN ÁREAS
ADMINISTRATIVAS DEL CENTRO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
MINERO DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA, REGIONAL
CESAR**

**BECERRA FLOREZ ANNGIE CAMILA
BECERRA FLOREZ MELISSA CHARLOTTE**

**Presentado como requisito parcial para optar al título de
Ing. Ambiental y Sanitaria**

**DIRECTOR
Msc. LUIS ALBERTO ROMERO BENJUMEA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR-CESAR**

2019

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias doy principalmente a Dios, por brindarme toda la sabiduría y conocimientos necesarios para culminar mi carrera satisfactoriamente. En memoria de mi padre Alexys Becerra, dedico esta tesis de grado, sé que desde el cielo estuviste conmigo en todo este arduo proceso, gracias por ser mi ángel protector. Así mismo, agradezco a mi familia, en especial a mi mamá Naisla Florez, mi motor de vida, gracias por tu esfuerzo y tus consejos, eres mi ejemplo a seguir. A mi hermano, Jhon Becerra gracias por acompañarme y estar siempre al pendiente de este proceso. Gracias a mi hermana y compañera de tesis, realmente no pude haber tenido una mejor compañía, a pesar de todo lo logramos. A mi abuela Marlene Zúñiga, gracias por velar por el cumplimiento de mis metas y por tu cariño. Sin ustedes esto no sería posible, los amo inmensamente.

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a mi Director, el Ingeniero Luis Alberto Romero Benjumea, por brindarnos confianza, por creer en nosotras, sin su aporte de conocimientos este proceso no sería posible, gracias inmensas.

Agradezco al instructor Marco Valera, por contribuir sus conocimientos a la investigación y su apoyo incondicional.

Por último, pero no menos importante, gracias a la Universidad Popular del Cesar y a todos mis docentes de formación, a mis compañeros y amigos por siempre ser un apoyo incondicional. Gracias al Centro de Operación y Mantenimiento Minero del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, por la prestación de sus instalaciones y equipo de medición para el desarrollo de esta investigación.

Gracias a todos de corazón...

Melissa Charlotte Becerra Florez.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

En primera instancia, agradezco al todo poderoso, gracias Señor por brindarme los dones necesarios para culminar mi carrera satisfactoriamente, has sido mi guía espiritual que sin duda alguna me ha llevado por el camino correcto siempre. Agradezco a toda mi familia, especialmente a ti má, Naisla Florez, gracias por todo el esfuerzo y dedicación que has tenido conmigo y mis hermanos, eres el motor de mi vida. De igual manera, agradezco a mi ángel, Alexys Becerra, papi sé que desde el cielo me acompañas eternamente en cada logro, te extraño inmensamente. A mi hermano, Jhon Alex Becerra, gracias bebé por acompañarme en este largo proceso, con tu insistencia me alentaste a desarrollar esta tesis, mi meta es ser tu ejemplo. Gracias a mi hermana, Melissa Becerra, no pude tener mejor compañera de experiencias, eres testigo de todo lo que nos esforzamos durante estos cinco años. A mi abuela, Marlene Zúñiga, gracias mami por tu amor y dedicación para conmigo, fuiste una pieza clave en mi formación. Ustedes son el pilar de mi vida, los amo infinitamente.

A mi estimado director, Luis Alberto Romero, sin usted esto no fuera sido posible, gracias por confiar en nosotras, gracias por guiarnos en esta investigación aportándonos sus conocimientos y su sabiduría, sé que su amistad trascenderá lo académico, lo estimo grandemente. Así mismo, quiero agradecerle al instructor Marco Valera, gracias por acompañarnos durante este proceso y contribuir a la investigación con sus conocimientos y experiencia.

Gracias a la Universidad Popular del Cesar y a todos los docentes que me formaron durante este largo camino, estoy orgullosa de pertenecer a la UPC. Del mismo modo, quiero expresar mis agradecimientos a mis amigos que me acompañaron, me alentaron, me aportaron y me brindaron sus conocimientos. Especialmente a mi gran amigo Héctor Pava que siempre estuvo con nosotras en cada etapa de la investigación.

Anngie Camila Becerra Florez.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

TABLA DE CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
2	JUSTIFICACIÓN.....	14
3	OBJETIVOS.....	16
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
4	MARCO REFERENCIAL	17
4.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.2	MARCO TEORICO	21
4.2.1	Anatomía del oído humano	21
4.2.2	Características del agente y de los determinantes del riesgo	23
4.2.3	Hipoacusia	24
4.2.4	Identificación de fuentes de ruido.....	25
4.2.5	Efectos del ruido en la salud humana	26
4.2.6	Definición y clases de higiene ocupacional	26
4.2.7	Efectos del ruido en el trabajo	27
4.2.8	Escala de ponderación.....	28
4.2.9	Las ondas sonoras.....	29
4.2.10	Deterioro auditivo de origen laboral	30
4.2.11	Deterioro auditivo de origen no laboral	31
4.3	MARCO CONCEPTUAL.....	32
4.4	MARCO CONTEXTUAL	35

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.5	MARCO LEGAL.....	37
4.6	MARCO INSTITUCIONAL	42
4.6.1	Misión.....	42
4.6.2	Visión	42
4.6.3	Objetivos	42
4.6.4	Principios éticos de la institución.....	44
4.6.5	Política de Calidad	44
4.6.6	Política Ambiental.....	45
4.6.7	Política Seguridad y Salud en el Trabajo – Empresa Laboralmente Saludable.....	45
4.6.8	Política del Subsistema Gestión de Seguridad de la Información	46
4.6.9	Política del MECI.....	47
5	MARCO METODOLÓGICO.....	48
5.1	LINEA DE INVESTIGACIÓN	48
5.2	TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
5.3	POBLACIÓN.....	49
5.4	MUESTRA	49
5.5	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	49
5.5.1	Equipo de medición.....	50
5.6	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	52
5.6.1	Etapa 1: Caracterización del área y puestos de trabajo	52
5.6.2	Etapa 2: Medición y cálculo de los niveles de ruido	53

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

5.6.3	Etapa 3: Análisis de los niveles de ruido	55
5.6.4	Etapa 4: Formulación de las medidas de intervención	57
5.7	PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	57
6	ANALISIS Y RESULTADOS	58
6.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA Y PUESTOS DE TRABAJO	58
6.1.1	Procesos y operaciones	58
6.1.2	Tiempo de jornada laboral.....	59
6.1.3	Calculo del área	60
6.1.4	Fuente generadora de ruido	60
6.1.5	Número de trabajadores potencialmente expuestos al peligro físico ruido por área o secciones.....	61
6.1.6	Descripción locativa	61
6.2	CALCULO Y ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO.....	62
6.3	TIEMPO DE EXPOSICIÓN POR JORNADA	82
6.4	MEDIDAS DE INTERVENCIÓN	85
7	CONCLUSIONES	86
8	RECOMENDACIONES.....	88
9	BIBLIOGRAFÍA.....	89
10	ANEXOS.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Oído externo.	21
Figura 2. Oído medio.	22
Figura 3. Oído interno.	23
Figura 4. Principales características de la onda sonora	24
Figura 5. Instrumentos de medida acústica	29
Figura 6. Ubicación geográfica del servicio nacional de aprendizaje- SENA regional Cesar.	36
Figura 7. Mapa organizacional del servicio nacional de aprendizaje- SENA regional Cesar.	43
Figura 8. Sonómetro KIMO INSTRUMENTS DB 300 y calibrador acústico KIMO CAL.....	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Oficinas administrativas del centro de formación.	54
Tabla 2. Valores límites Permisibles para exposición ocupacional al ruido.	56
Tabla 3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido.	56
Tabla 4. Valores límites Permisibles Internacionales.	57
Tabla 5. Calculo de area en cada punto evaluado.	60
Tabla 6. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la mañana.	62
Tabla 7. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la tarde.	69

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 8. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la noche.
.....75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Niveles de ruido emitidos en la jornada de la mañana.68
Gráfico 2. Niveles de ruido emitidos en la jornada de la tarde.74
Gráfico 3. Niveles de ruido emitidos en la jornada de la noche.81
Gráfico 4. Tiempo de exposicion en la mañana.82
Gráfico 5. Tiempo de exposicion en la tarde.....83
Gráfico 6. Tiempo de exposición en la noche.84

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibracion del sonometro.93
Anexo 2. Solicitud de autorizacion para el desarrollo del proyecto.95
Anexo 3. Respuesta a peticion.....96
Anexo 4. Planos realizados para visualizar los puntos de muestreo.....97
Anexo 5. Punto de muestreo mas cercano a la fuente.....104
Anexo 6. Evidencias fotograficas.105

INTRODUCCIÓN

El termino ruido es definido coloquialmente como “sonido no deseado” por lo general desagradable, por ende, para estudiarlo debemos conocer el comportamiento del sonido, que no es más que la variación de la presión en un medio, sea líquido, gaseoso o sólido, producida por cualquier elemento que ejerza una vibración. La diferencia entre los dos radica en la frecuencia, debido a que, el sonido emite frecuencias armónicas, mientras que en el ruido las frecuencias son anárquicas y desordenadas, lo cual causa molestias en el receptor. El ruido, se considera uno de los agentes contaminantes más frecuentes en los lugares de trabajo, aún en los trabajos que no están relacionados con la industria.

Cabe resaltar, que la exposición continua al ruido no está directamente asociada a la pérdida de la audición, pero si a la alteración de la tranquilidad y bienestar de las personas, con afecciones a la salud, tales como el estrés, pérdida del sueño (insomnio), ansiedad, depresión, cambios en el comportamiento (conductas agresivas) y baja productividad (Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá, 2017). Todo lo anterior, hace referencia, a que la presencia de ruido puede llegar a afectar el rendimiento en el trabajo, debido a que ocasiona una serie de trastornos psicológicos, como se menciona anteriormente. Por consiguiente, cabe añadir, que es de suma importancia tener un ambiente de trabajo adecuado, en donde se priorice la salud de los trabajadores, con el fin de garantizar un desempeño laboral eficiente.

Por otra parte, existe una norma que prioriza la salud de los trabajadores en caso de exposición a ruido, esta norma de ruido ambiental es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad. (RES 0627, 2006).

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día, uno de los contaminantes ambientales que está incrementando a nivel mundial es el ruido, que sin duda alguna se ha vuelto una problemática ambiental que afecta directamente a trabajadores o personas del común en el trascurso de su vida cotidiana. *“El ruido es uno de los problemas ambientales más desestimados, pues sus consecuencias no son inmediatas. Stress, pérdida de sueño, desconcentración pueden ser algunos de los inconvenientes que devienen del a veces ruidoso progreso.”* (Haedo, 2016). Es decir, debido a que las consecuencias son a largo plazo se le resta importancia a este contaminante, a pesar de que existe una extensa información sobre esta problemática. Lo dicho hasta aquí supone que son en los extremos, donde ya exista daño irreparable, cuando el ruido, como contaminante ambiental toma valor, o bien sea en los lugares de trabajo, como ruido ocupacional.

En las instalaciones del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje, SENA, regional cesar, desde el inicio de la apertura de la sede, la planta generadora de aires acondicionados, emite un ruido de tipo continuo estable (Polo Alvarado, y otros, 2006), el cual se interfiere en las labores de los trabajadores del centro de formación, esta situación puede llegar a generar molestias psicológicas, como lo mencionamos en la anterior cita, y posiblemente, daños físicos que generalmente se manifiestan a largo plazo, lo que puede causar una disminución de la capacidad auditiva u otros trastornos. Sin embargo, no se ha realizado hasta ahora, una evaluación de los niveles de presión sonora que emite la planta.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con la problemática existente en el centro de formación profesional Integral de la Institución, se plantea la siguiente pregunta como orientadora de los objetivos planteados en la presente investigación:

- ¿Cuáles son las condiciones ambientales de confort acústico en las áreas administrativas del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar?

2 JUSTIFICACIÓN

El ruido, como lo hemos mencionado anteriormente, es un sonido “desagradable” que se ha ido incrementando a través del paso del tiempo, debido a el desarrollo y crecimiento de la humanidad, de la industria en general y de la urbanización. Cabe resaltar, que el objeto en cuestión es uno de los contaminantes del medio ambiente que presenta mayor impacto para la salud de la población, todo esto se debe a que el ruido forma parte de nuestra vida cotidiana en general.

Esta investigación se lleva a cabo para contribuir en el bienestar, la seguridad y salud en el trabajo de los empleados, estudiantes y/o persona regular que se encuentre en el centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar. Así mismo, se constituye en una herramienta para el mejoramiento de las condiciones ambientales de confortabilidad acústica en las áreas y puestos de trabajo del centro de formación.

El presente proyecto tiene como finalidad determinar las condiciones de confort acústico en áreas administrativas del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar. Por tanto, se prevé que los niveles de ruido ocupacional estén dentro de los niveles sonoros máximos permisibles incluidos en la resolución actual vigente.

El proyecto estará enfocado en identificar y estudiar los niveles de ruido ocupacional del cual estén expuestos los trabajadores, estudiantes y/o persona regular con acceso al centro de formación.

Además, esta investigación desde el punto de vista práctico, tiene como objeto de estudio mejorar continuamente las condiciones de confortabilidad de los ambientes de trabajo del centro de formación, y bien, se articulen estrategias de higiene y seguridad para cada uno de los puestos de trabajo evaluados, con el fin de

***DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA***

garantizar la promoción de la salud y la prevención de los riesgos en los trabajadores del centro de operación y mantenimiento minero.

Cabe resaltar, que los resultados del estudio serán dados a conocer a través de eventos de divulgación académica y científica del orden nacional o internacional. Del mismo modo, el proyecto estará disponible como medio de consulta para otros estudios similares.

Por último y no menos importante, según el punto de vista teórico, esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre la variable objeto de análisis y los resultados obtenidos.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar las condiciones de confort acústico en áreas administrativas del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las características locativas de las oficinas y puestos de trabajo de las áreas administrativas del centro de formación.
- Evaluar los niveles de ruido emitidos en el área administrativa del centro de formación.
- Analizar los niveles de ruido de acuerdo con el tipo de labor realizada y compararlos con los estándares nacionales e internacionales ampliamente reconocidos.
- Formular medidas de intervención, según estándares técnicos y requisitos legales vigentes.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el desarrollo teórico de esta investigación, se ha tenido en cuenta la revisión bibliográfica de antecedentes investigativos sobre estudios de ruido, que han permitido dar cuenta del alcance que ha tenido la variable objeto de estudio en el contexto nacional e internacional. A continuación, se presentan una serie de estudios realizados por otros investigadores:

La tesis de grado realizada por (Fernandez & Martinez, 2018), estudio titulado como: *“Medición de la Contaminación Auditiva Generada En Los Bloques (A, B, C, D) en la Universidad Popular Del Cesar Sede Campus Universitario”*. En el cual se realizó un estudio detallado sobre los niveles de ruido producidos en los bloques mencionados, en donde se identificaron de manera rudimentaria altos niveles de ruido; y se recolecto evidencia de los diferentes tipos de problemas a los que se enfrentan los estudiantes, entre ellos la desconcentración en actividades y clases, dificultad en el proceso, enseñanza-aprendizaje, estrés, dolor de cabeza, ansiedad, traumas acústicos, problemas interpersonales entre otros, se establecieron estrategias de prevención y control de ruido de la Universidad Popular del Cesar.

Del mismo modo, el estudio realizado por (Botero & Alzate, 2017), esta investigación fue titulada como: *“Niveles auditivos de una cohorte de estudiantes de odontología expuestos a ruido ambiental durante la formación práctica”*. Indicaron que los estudiantes de odontología se encuentran expuestos a diversos riesgos, uno de ellos es el ruido ambiental causado por equipos odontológicos durante la formación práctica. Determinar los niveles de audición de una cohorte de estudiantes de odontología expuestos a ruido ambiental durante la formación práctica, comparados con estudiantes de fonoaudiología, seguidos en el año 2015. Se realizó en una cohorte de estudiantes de odontología y estudiantes de otro programa, se evaluaron 63 de odontología y 125 del otro programa. Firmado el consentimiento informado se realizó otoscopia, timpanometría y una audiometría en enero 2015 antes de iniciar

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

las prácticas clínicas, en junio y en octubre. La incidencia de hipoacusia leve presentada en los estudiantes de odontología fue del 23%, el promedio de ruido ambiental medido durante este estudio en los tres cortes realizados fue de 91,3 dB superando el límite permisible de acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud.

Por otro lado, la investigación realizada por (Romero, Acero, & Jaimes, 2016), titulada como: *“Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura”*. En contexto plantean que el ruido en el ámbito laboral, en todo tipo de actividades productivas, representa un peligro y realmente no se ha valorado en su real dimensión. Poco se ha visto que las partes interesadas hayan determinado la urgencia de manejar programas de control del ruido. Por lo tanto, las pérdidas resultantes de los tratamientos médicos y el ausentismo, representados en el cuidado de la salud y servicios sociales, resultan en costos ocultos relacionados con el trabajo que afectan directamente el producto interno bruto en cualquier país. Este artículo recopila diferentes estudios de caso en todo el mundo. Los estudios se dividieron para su revisión en los estudios generales sobre los efectos del ruido de la mano de obra y luego particularizado de acuerdo a los efectos del ruido industrial en la salud de los trabajadores. A un nivel de control, la evaluación y medición del ruido se define mediante el uso de herramientas tales como mapas de ruido y sus respectivas derivaciones, además de bases de datos espaciales.

Por consiguiente, la tesis de grado elaborada por (Amezquita, López, & López, 2011) titulada como: *“Formulación del Plan de Manejo del Recurso Energético y de la Contaminación Auditiva en la Universidad Popular del Cesar Sede Campus Sabanas”*. En este proyecto se desarrolló un diagnóstico del aspecto de la contaminación auditiva y del uso eficiente del recurso energético en la Universidad Popular del Cesar, además se determinó la magnitud de los impactos negativos que ocasionan al ambiente por medio del desarrollo de sus actividades y procesos

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

cotidianos conllevando a la formulación del plan de manejo ambiental. Tuvieron en cuenta la legislación ambiental para poner en práctica un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, destinados a darle un manejo a las emisiones de contaminación auditiva en la universidad, cuya principal prioridad fue cumplir con los valores permisibles establecidos en la Resolución 0627 de 2006.

El estudio realizado por (Giraldo & Gonzáles, 2011), titulado como: “*Intervalo unitario de tiempo de medición para ruido ambiental*”. En esta investigación se habla que, en las entidades ambientales, los encargados de las mediciones de ruido ambiental y en general todas las personas que de una u otra forma han trabajado en esta temática, en algún momento han pensado sobre la representatividad del tiempo unitario de muestreo y la forma de realizar evaluaciones para dar cumplimiento con dicho tiempo, sin que se aumenten considerablemente los costos de medición. En este artículo se plantea una metodología para determinar cómo un intervalo de cierta duración -en este caso, quince (15) minutos- para el muestreo del nivel de presión sonora es representativo para el período de una (1) hora, logrando de esta manera optimizar el uso de los sonómetros “fijos” y proponiendo una estrategia para reducir los costos en las mediciones de ruido ambiental y en general la elaboración de mapas de ruido.

En el mismo sentido el estudio elaborado por (Pacheco, Franco, & Behrentz, 2009), titulado como: “*Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto*”. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los niveles de contaminación auditiva en Bogotá. Para esto, se seleccionaron ocho microambientes en cuatro zonas de la ciudad, así como varios corredores viales, en donde se llevaron a cabo mediciones de presión sonora y filmaciones de las condiciones de tráfico de la vía adyacente. Los niveles de ruido ambiental encontrados superaron en el 75 % de los casos los valores sugeridos por la norma nacional colombiana. Éste fue el caso incluso para sectores tales como parques y hospitales. Los resultados aquí reportados pueden ser utilizados para demostrar la

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

importancia y complejidad del impacto que los vehículos tienen sobre los niveles de ruido en la ciudad.

Este proyecto sirve de apoyo a la presente investigación, porque contribuye información relevante sobre la caracterización de los niveles de contaminación asociada con la variable objeto de estudio.

Por otra parte, la investigación realizada por (Bonilla Sanchez & Pérez Moreno, 2004) titulada con el nombre de: *“Determinación de los Niveles de Contaminación Auditiva en la Ciudad de Valledupar-Cesar”*. En este estudio se determinaron los niveles de contaminación auditiva en la cabecera urbana de la ciudad de Valledupar a través de sonometrías paralelamente al monitoreo se realizaron entrevistas a personas transeúntes que circulaban en los alrededores de las zonas de monitoreo, se hizo con la finalidad de percibir su opinión acerca de la problemática de la contaminación auditiva. Finalmente, se realizaron lineamientos y sugerencias a los entes ambientales de la ciudad, encaminados a la reducción de los niveles de ruido en las zonas más vulnerables e importantes de la ciudad.

Las investigaciones anteriores servirán de apoyo para el desarrollo del proyecto, aportan conocimientos sobre las entidades ambientales y su posición respecto a las mediciones de ruido.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.2 MARCO TEORICO

4.2.1 Anatomía del oído humano

El oído humano es la estructura anatómica funcional que se compone de tres partes: oído externo, oído medio, y oído interno

- **Oído externo:** es la estructura externa constituida por la oreja y el conducto auditivo externo. Las ondas sonoras son conducidas a través del oído externo hasta el oído medio.

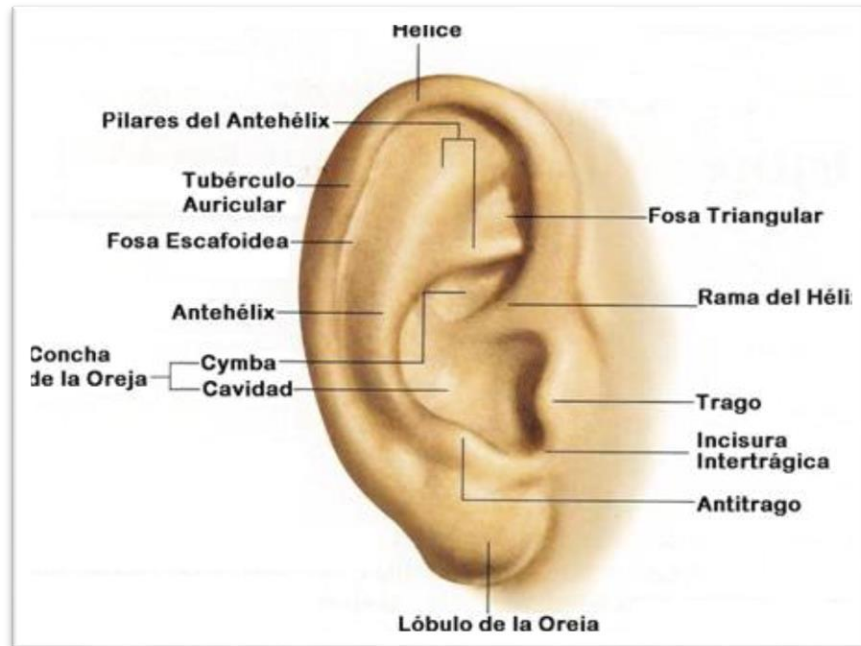


Figura 1. Oído externo.

Fuente: Óptica piris, 2016.

- **Oído medio:** está formado por la Cavidad timpánica y por el yunque, martillo y estribo, se articulan entre sí y con la membrana timpánica. Las ondas sonoras se transmiten a través de ellos cuando vibra el tímpano.



Figura 2. Oído medio.

Fuente: Óptica piris, 2016.

- **Oído interno:** es una compleja estructura interna del oído que comunica directamente con el nervio acústico. Transmite las vibraciones sonoras desde el oído medio a través del líquido de los conductos semicirculares (órgano del equilibrio), que se unen al vestíbulo, conectado con la cóclea (órgano de la audición). Consta de dos partes: el laberinto óseo y el laberinto membranoso. (Tellez, Suarez, & Yepes, 2015)

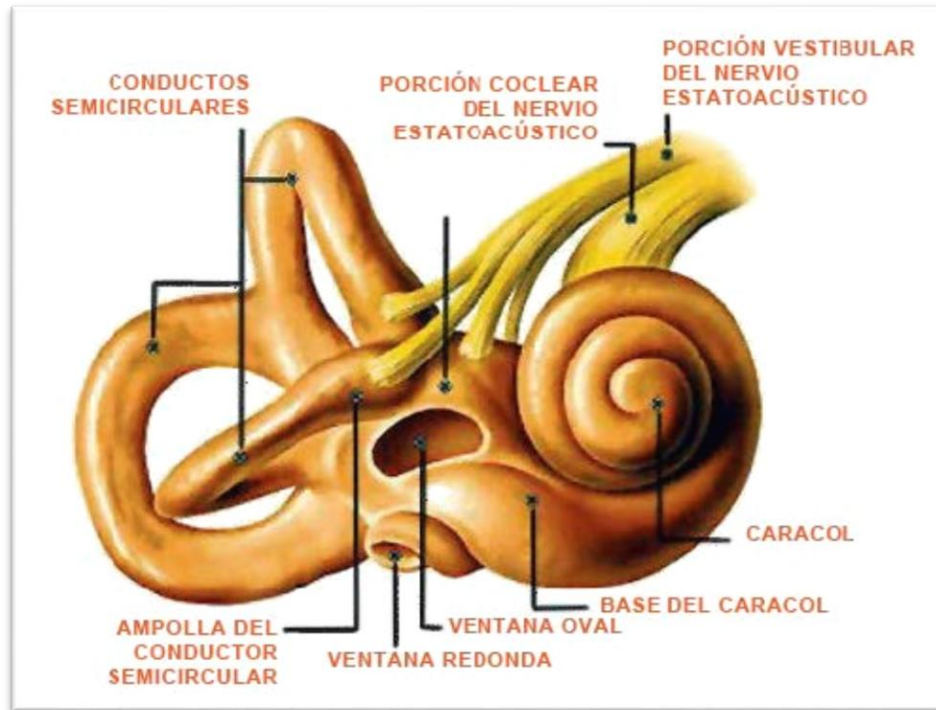


Figura 3. Oído interno.

Fuente: Óptica piris, 2016.

4.2.2 Características del agente y de los determinantes del riesgo

El ruido se ha definido como un sonido desagradable o no deseado. Generalmente está compuesto por una combinación no armónica de sonidos.

A su vez, el sonido es una perturbación física que se propaga en un medio elástico produciendo variaciones de presión o vibración de partículas que pueden ser percibidas por el oído humano o detectadas mediante instrumentos. El sonido se propaga en forma de ondas transportando energía más no materia.

Los parámetros que definen la onda se describen a continuación (ver Figura 4):

- **Longitud de Onda:** Distancia entre dos máximos o mínimos de presión sucesivos.
- **Amplitud:** Máximo desplazamiento que sufre una partícula en vibración o máxima presión en un ciclo.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- **Período:** Tiempo en que se efectúa un ciclo completo y está dado en segundos u otra unidad de tiempo.
- **Frecuencia:** Número de ciclos por unidad de tiempo, sus unidades son generalmente ciclos por segundo o hertz (Hz); así, un número alto de ciclos por segundo dará lugar a un tono agudo y un número bajo a un tono grave. Los sonidos audibles tienen una frecuencia comprendida entre 16 y 20.000 Hz o ciclos por segundo (cps); por encima y por debajo de estas frecuencias están los ultrasonidos y los infrasonidos, respectivamente. La frecuencia está relacionada con el período según la fórmula: $f = 1 / T$
- **Velocidad de propagación:** Distancia que recorre una onda en un determinado medio (sólido, líquido, gas) en un período de tiempo especificado. Para fines prácticos la velocidad de propagación del sonido en el aire es de 340 metros por segundo. (Polo Alvarado, y otros, 2006)

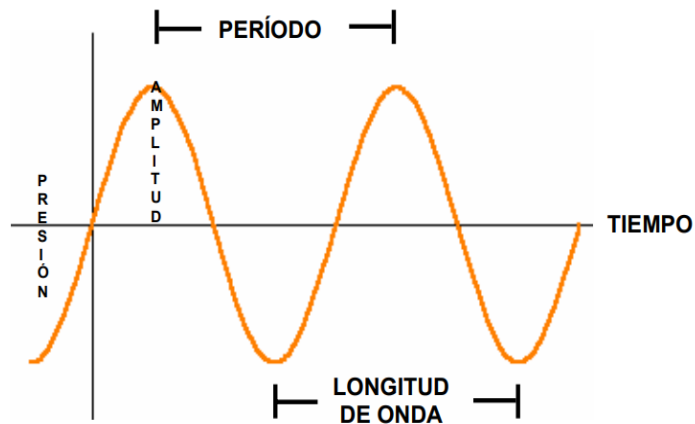


Figura 4. Principales características de la onda sonora

Fuente: Ministerio de la Protección Social, 2006.

4.2.3 Hipoacusia

Es la disminución de la capacidad auditiva por encima de los niveles definidos de normalidad. Se ha graduado el nivel de pérdida auditiva con base al promedio de

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

respuestas en decibeles. Esta se usa desde el punto de vista clínico promediando las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz. Para salud ocupacional se recomienda la inclusión de 3000 Hz en la pro mediación. Para el abordaje del paciente con pérdida auditiva inducida por ruido es de vital importancia la descripción frecuencial de los niveles de respuesta desde 500 hasta 8000Hz. Esto con el fin de precisar la severidad de la hipoacusia para las frecuencias agudas, que son las primeras comprometidas. (Polo Alvarado, y otros, 2006)

- <25 dB Audición normal
- 26-40 dB Hipoacusia leve
- 41-55 dB Hipoacusia moderada
- 56-70 dB Hipoacusia moderada a severa
- 71-90 dB Hipoacusia severa
- >90 dB Hipoacusia profunda

4.2.4 Identificación de fuentes de ruido

La evaluación del ruido se hace generalmente considerando el impacto de una fuente de ruido específica, por ejemplo, el ruido procedente de una fábrica determinada. Ésta no es siempre una tarea fácil. En prácticamente todos los entornos, un gran número de fuentes distintas contribuyen al ruido ambiental en un determinado punto.

El ruido ambiental es el ruido de todas las fuentes combinadas – ruido de fábricas, ruido de tráfico, canto de pájaros, la corriente del agua, etc. El ruido específico es el ruido procedente de la fuente sometida a investigación. Dicho ruido es un componente del ruido ambiental y puede ser identificado y asociado con el foco generador de molestias.

Para evaluar un ruido específico se utilizan varios métodos, muchos de los cuales se describen en este folleto. Los métodos de evaluación pueden ser desde lo más drástico, como el cierre de una planta de producción para evaluar el ruido residual,

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

hasta sistemas sofisticados en los que se incluyen mediciones, simultáneas y correlacionadas, en varios puntos cercanos y lejanos de la fuente. El ruido medido suele grabarse en una cinta audio-digital (DAT) o directamente en un PC con el fin de identificar y documentar la fuente de ruido. (Bruel & Kjeaar, 2010)

4.2.5 Efectos del ruido en la salud humana

La exposición prolongada al ruido, ya sea en la vida cotidiana o en el puesto de trabajo, puede causar problemas médicos, como hipertensión y enfermedades cardíacas. El ruido puede afectar adversamente a la lectura, la atención, la resolución de problemas y la memoria. Los fallos en el desempeño de la actividad laboral pueden producir accidentes. El ruido con niveles por encima de 80 dB puede aumentar el comportamiento agresivo. Además, parece haber una conexión entre el ruido comunitario y ciertos problemas mentales, debido a la demanda de tranquilizantes y somníferos, la incidencia de síntomas psiquiátricos y el número de admisiones a hospitales psiquiátricos.

4.2.6 Definición y clases de higiene ocupacional

En el ámbito de la higiene industrial, las técnicas preventivas sobre enfermedades profesionales se fundamentan sobre el ambiente de trabajo. Y los factores de riesgo ocupacionales son considerados factores importantes de las condiciones de trabajo, que incluyen: factores de riesgo físico, químico y biológico, además del confort.

La higiene ocupacional es la ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que puede ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar o crear algún malestar significativo entre los trabajadores. entre las clases de higiene están:

Higiene teórica: dedicada al estudio de contaminantes con objeto de analizar las relaciones dosis-respuesta y establecer estándares de concentración, a partir de los cuales la salud de los trabajadores pueda resultar amenazada.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Higiene de campo: encargada de realizar el estudio del ambiente de trabajo que incluye: detección de contaminantes, tiempo de exposición, medición directa y toma de muestras, comparación de valores estándares, etc.

Higiene analítica: realiza la investigación y determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes presentes en los ambientes de trabajo en estrecha relación con los dos campos descritos anteriormente.

Higiene operativa: comprende la elección y recomendación de los métodos de control. (Gutiérrez, 2011)

4.2.7 Efectos del ruido en el trabajo

Muchos trabajadores están sometidos en su puesto laboral a fuentes variadas del ruido: rotores, engranajes, flujos líquidos turbulentos, procesos de impresión, máquinas eléctricas, motores de combustión interna, equipos neumáticos, taladros, prensas, estallidos, bombas y compresores. Además, los sonidos emitidos por estos elementos son reflejados en suelos, paredes, techos y los propios equipos, con lo que el riesgo aumenta.

Pueden darse unos datos puntuales como ejemplos: un chorro de aire que se utiliza en muchas industrias para la limpieza y el secado de las válvulas de herramientas eléctricas puede llegar a niveles de 105 dB. En muchos casos se toman medidas de reducción de ruido en las máquinas, pero en ciertas ocasiones el aumento de la producción genera niveles de ruido mayores aún con máquinas menos ruidosas. En otros, la mejora de las máquinas conlleva un aumento en su emisión sonora. Por ejemplo, para cada duplicar de la velocidad de máquinas rotatorias el aumento de su emisión sonora se acerca a 7 dB.

La exposición durante 8 horas del día a ruidos por encima de 85-90 dB es potencialmente peligrosa. Al principio el oído es capaz de recuperarse después de unas horas lejos de esos niveles sonoros, pero después de un tiempo (6- 12 meses),

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

la recuperación no llega a ser completa y el daño es permanente. Además, la aparición de zumbidos transitorios es un síntoma bastante común en este tipo de personas. Este zumbido debe ser considerado como una advertencia de la exposición excesiva al ruido. (Tellez, Suarez, & Yepes, 2015)

4.2.8 Escala de ponderación

Puesto que el oído humano no tiene la misma sensibilidad para todas las frecuencias, resulta lógico que al efectuar una medición de ruido se tenga en cuenta esta particularidad. Para ello, se establecen y se han normalizado diferentes curvas de ponderación, las cuales siguen aproximadamente la misma ley que el oído en cuanto a sensibilidad en función de la frecuencia.

- Curva A, se aproxima a la curva de audición de baja sensibilidad.
- Curva B, se aproxima a la curva de audición de media sensibilidad.
- Curva C, se aproxima a la curva de audición de alta sensibilidad.

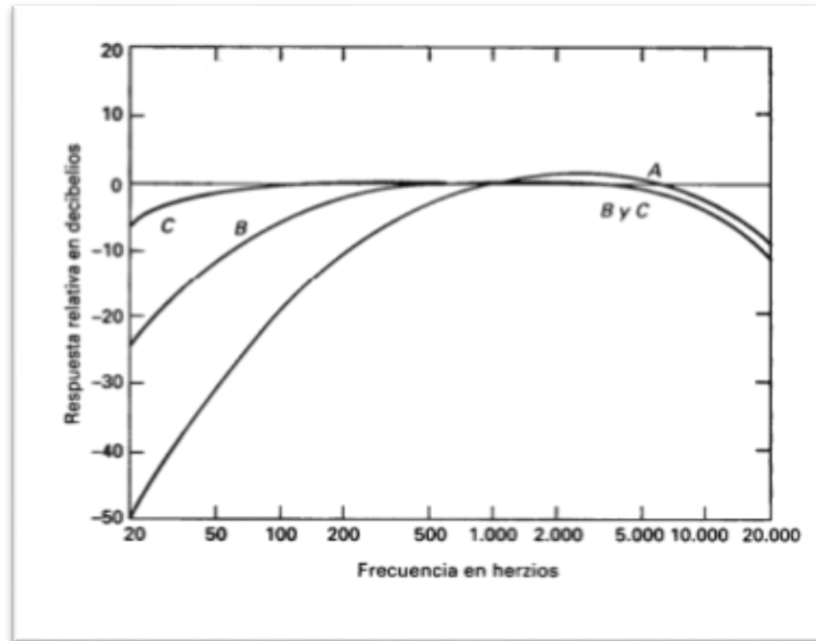


Figura 5. Instrumentos de medida acústica

Fuente: GATISO, 2006

El nivel sonoro más utilizado es con Ponderación A, ya que es la que más protege al hombre contra la agresión del ruido, por lo que cuando el nivel sonoro este ponderado se suele representar el valor acompañado con dB(A), obteniéndose así los Niveles sonoros ponderados. (Polo Alvarado, y otros, 2006).

4.2.9 Las ondas sonoras

Un sonido es un fenómeno físico que consiste en la alteración mecánica de las partículas de un medio elástico, producida por un elemento en vibración, que es capaz de provocar una sensación auditiva. Las vibraciones se transmiten en el medio, generalmente el aire, en forma de ondas sonoras, se introducen por el pabellón del oído haciendo vibrar la membrana del tímpano, de ahí pasa al oído medio, oído interno y excita las terminales del nervio acústico que transporta al cerebro los impulsos neuronales que finalmente generan la sensación sonora.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

En el aire, el fenómeno se propaga por la puesta en vibración de las moléculas de aire situadas en la proximidad del elemento vibrante, que a su vez transmiten el movimiento a las moléculas vecinas, y así sucesivamente. La vibración de las moléculas de aire provoca una variación de la presión atmosférica, es decir, el paso de una onda sonora produce una onda de presión que se propaga por el aire. La velocidad de propagación en este medio, en condiciones normales de temperatura y presión, es de aproximadamente 340 m/s.

Esta variación de la presión se denomina presión acústica o presión sonora, y se define como la diferencia en un instante dado entre la presión instantánea y la presión atmosférica. La presión acústica varía muy bruscamente con el tiempo; estas variaciones bruscas son percibidas por el oído humano, creando la sensación auditiva. (Segués, 2005)

4.2.10 Deterioro auditivo de origen laboral

El deterioro auditivo inducido por ruido suele considerarse enfermedad laboral, no lesión, porque su progresión es gradual. Es muy raro que se produzca una pérdida auditiva inmediata y permanente por efecto de un incidente ensordecedor, como una explosión, o un proceso muy ruidoso, como el remachado en acero. En tales casos, se entiende que se trata de una lesión y se habla de “traumatismo acústico”. Lo habitual, como ya se ha señalado, es que se produzca una lenta disminución de la capacidad auditiva a lo largo de muchos años. El grado de deterioro dependerá del nivel del ruido, de la duración de la exposición y de la sensibilidad del trabajador en cuestión. Lamentablemente, no existe tratamiento médico para el deterioro auditivo de carácter laboral; sólo existe la prevención.

Los efectos del ruido sobre la audición están bien documentados y no hay mucho lugar a la controversia en lo que respecta al nivel de ruido continuado que provoca diversos grados de pérdida auditiva (ISO 1990). Es también indiscutible que el ruido intermitente produce pérdida auditiva. No obstante, los períodos de ruido que son interrumpidos por períodos de silencio pueden ofrecer al oído interno una

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

oportunidad de recuperarse de una pérdida auditiva temporal y, por consiguiente, son algo menos peligrosos que el ruido continuado. Tal situación, es aplicable principalmente a los trabajos que se desarrollan en exteriores, pero no a ambientes interiores como las fábricas, donde son raros los necesarios intervalos de silencio. (Suter, 2001)

4.2.11 Deterioro auditivo de origen no laboral

Es importante comprender que el ruido en el trabajo no es la única causa de pérdida auditiva inducida por ruido entre los trabajadores. Hay también fuentes de ruido extra laborales que producen lo que a veces se llama “socioacusia” y cuyos efectos sobre la audición son imposibles de diferenciar de aquellos otros. Tan sólo cabe establecer suposiciones, planteando preguntas detalladas acerca de las actividades recreativas y otras actividades ruidosas desarrolladas por el trabajador. Como ejemplos de fuentes socioacústicas cabría citar las herramientas para el trabajo de la madera, las sierras de cadena, las motocicletas sin silenciador, la música a gran volumen y las armas de fuego. Disparar frecuentemente con armas de gran calibre (sin protección auditiva) puede contribuir de manera significativa a la pérdida auditiva inducida por ruido, mientras que cazar ocasionalmente con armas de menor calibre tiene menos probabilidades de causar daños.

La exposición a ruidos no laborales y la socioacusia resultante tienen importancia porque esta pérdida auditiva se suma a la que puede sufrirse por la exposición a fuentes de ruido de carácter laboral. En beneficio de la salud auditiva general de los trabajadores, sería conveniente aconsejarles que lleven protectores auditivos adecuados si desarrollan actividades recreativas ruidosas. (Suter, 2001)

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Ambiente acústico: un espacio de aire en el cual suceden fenómenos de propagación de ondas acústicas.

Área de trabajo: Es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

Audición: Es la percepción de las ondas sonoras y que primero pasan por la oreja para luego llegar a los conductos auditivos externos y chocar con el tímpano, que vibra con ellas.

BEL: unidad logarítmica igual a diez decibeles.

Contaminación acústica: presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente. (Martinez & Peters, 2015)

Daño auditivo: Representa una lesión irreversible, causada por elevados niveles de presión sonora, sobre las células ciliadas del órgano de Corti, en el oído interno.

Decibel (DB): unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora, y en general la relación entre dos valores de presión, tensión eléctrica o potencia.

Decibel A (DBA): unidad del nivel sonoro en el cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o para determinación de riesgo auditivo.

Decibel C (DBC): unidad de nivel sonoro utilizada para algunas mediciones de ruido impulsivo o en aquellos casos en que se requiere una aproximación del nivel de presión sonora. También permite, en conjunción con la medición en **dBA**, deducir si un determinado ruido tiene predominio de bajas frecuencias.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Emisión de ruido: Es la presión sonora que generada en cualquier de las condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.

Energía acústica: Es un tipo de energía que transmiten las ondas sonoras. En esencia la forma en que se produce y se propaga dicha energía se basa en un foco sonoro que genera energía con vibración. Las partículas del medio que rodean a dicho foco sonoro transmiten esa energía mediante su movimiento en forma de energía cinética y mediante cambios de presión en forma de energía potencial.

Fuente: Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.

Hertz(Hz): es una unidad física usada para medir la frecuencia de ondas y vibraciones de tipo electromagnético.

Onda sonora: es una perturbación que se propaga de un punto a otro transportando energía mas no masa, que al llegar a nuestro oído producen el efecto que nosotros conocemos como sonido.

Presión sonora: Es la diferencia entre la presión instantánea debida al sonido y la presión atmosférica (sus valores son menores, niveles en torno a los 20Pa). La presión sonora, a diferencia de la atmosférica varia con rapidez (de valores positivos a negativos y es lo que se conoce como su frecuencia (HZ).

Ruido ambiental: El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas.

Ruido continuo estable: es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece casi constante con fluctuaciones inferiores o iguales a dB(A) durante un periodo de medición de un minuto.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Ruido continuo fluctuante: es aquel que presenta variaciones en los niveles de presión sonora mayores a 5 dB(A) durante un periodo de medición de un minuto.

Ruido de impulso o impacto: es aquel que presenta elevaciones bruscas del nivel de presión sonora de corta duración y que se producen con intervalos regulares o irregulares con tiempo entre pico y pico iguales o superiores a un segundo. Cuando los intervalos sucesivos son menores a un segundo, el ruido se considera como continuo.

Ruido: La palabra ruido se emplea para designar cualquier sonido indeseable para la persona que lo escucha, pudiendo llegar a ser fisiológicamente dañino. El daño que puede generar el ruido en personas expuestas depende principalmente de lo fuerte e intenso que éste sea, del tiempo que demore su exposición y de la distancia al foco generador.

Sonido: es un fenómeno físico que estimula el sentido del oído, también es conocido como la manera particular de sonar que tiene una determinada cosa. Las vibraciones que producen los cuerpos materiales al ser golpeados o rozados se transmiten por un medio elástico, donde se propagan en forma de ondas y al llegar a nuestros oídos, producen la sensación sonora.

Trabajador: persona que ejecuta un ejercicio de sus habilidades, de manera retribuida y dentro de una organización.

Trabajo: Actividad vital del hombre, social y racional, orientada a un fin y un medio de plena realización.

Valores límites permisibles promedio: Son los valores máximos de exposición promedio a un agente de riesgo para un período de tiempo a la que la mayoría de los pobladores pueden estar repetidamente expuestos día tras día, sin efectos adversos para su salud.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.4 MARCO CONTEXTUAL

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, es un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, patrimonio propio e independiente, y autonomía administrativa; Adscrito al Ministerio del Trabajo de Colombia. Ofrece formación gratuita a millones de colombianos que se benefician con programas técnicos, tecnológicos y complementarios que, enfocados en el desarrollo económico, tecnológico y social del país, entran a engrosar las actividades productivas de las empresas y de la industria, para obtener mejor competitividad y producción con los mercados globalizados.

La Institución está facultada por el Estado para la inversión en infraestructura necesaria para mejorar el desarrollo social y técnico de los trabajadores en las diferentes regiones, a través de formación profesional integral que logra incorporarse con las metas del Gobierno Nacional, mediante el cubrimiento de las necesidades específicas de recurso humano en las empresas, a través de la vinculación al mercado laboral -bien sea como empleado o subempleado-, con grandes oportunidades para el desarrollo empresarial, comunitario y tecnológico. (SENA, 2017).

Zona Caribe "César" SENA

Los centros de esta región ofrecen formación en mecánica, finanzas, construcción, agroindustria y minería, entre otros. El SENA Regional Cesar llega a todos los municipios del departamento a través de sus tres centros de formación profesional, con programas pertinentes para contribuir con el desarrollo económico y productivo de la región. El Servicio Público de Empleo (SPE) es una de las fortalezas de la regional, ofreciéndoles a los empresarios recurso humano con los perfiles requeridos en los sectores de la minería y su cadena productiva, construcción y ventas, entre otros.

La atención a población vulnerable es una prioridad en el Cesar, departamento que sufrió de manera directa las consecuencias del conflicto armado en nuestro país.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Desde el Fondo Emprender se priorizan iniciativas de estos grupos poblacionales, para generar unidades productivas y fortalecer la generación de empleo. (SENA, 2017)

Dirección Regional

Dirección: Carrera 19, entre calles N^a 14 y 15, barrio Las Flores, Valledupar.

Tels.: (95) 5703105 / 06

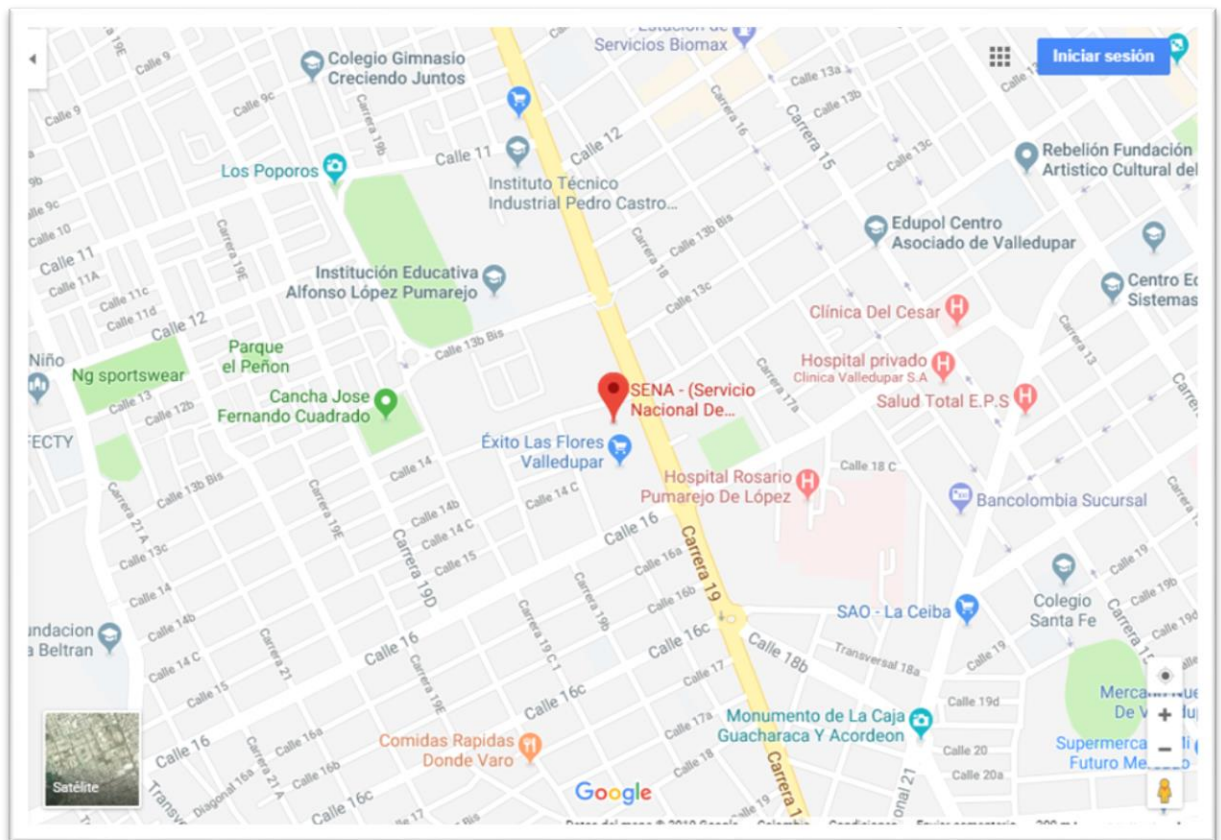


Figura 6. Ubicación geográfica del servicio nacional de aprendizaje- SENA regional Cesar.

Fuente: Google maps, 2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.5 MARCO LEGAL

La presente investigación se fundamenta en bases legales contenidas en el marco legislativo de Colombia. En la constitución política de Colombia, se dispone en el título I “derechos fundamentales”, mencionando en el primer artículo que el país es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general.; y en el segundo, que entre sus fines esenciales está garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la misma. A continuación, se indican las normas que tienen incidencia directa e indirecta en la presente investigación.

Decreto 1295 de 1994, por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, el cual se define como el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencias del trabajo que desarrollan.

Resolución 1016 de 1989, por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores en el país. Todos los empleadores públicos, oficiales, privados, contratistas y subcontratistas, están obligados a organizar y garantizar el funcionamiento de un programa de Salud Ocupacional de acuerdo con la presente Resolución.

Resolución 2013 de 1986, por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo, donde se establece que todas las empresas e instituciones, públicas o privadas, que tengan a su servicio diez o más trabajadores, están

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

obligadas a conformar un Comité de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial, cuya organización y funcionamiento estará de acuerdo con las normas del Decreto que se reglamenta y con la presente Resolución.

Decreto 2566 de 2009, por el cual se adopta la Tabla de Enfermedades Profesionales.

Resolución 2346 de 2007, por la cual se regula la práctica de evaluaciones medicas ocupacionales de ingreso, periódicas y de retiro. Y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.

Ley 100 de 1993, por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones, donde reúne de manera coordinada un conjunto de entidades, normas y procedimientos a los cuales pueden tener acceso las personas y la comunidad con el fin principal de garantizar una calidad de vida que esté acorde con la dignidad humana. Hace parte del Sistema de Protección Social junto con políticas, normas y procedimientos de protección laboral y asistencia social.

El sistema comprende las obligaciones del Estado y la sociedad, las instituciones y los recursos destinados a garantizar la cobertura de las prestaciones de carácter económico, de salud y de servicios complementarios, incorporados en la Ley ya mencionada. La Seguridad Social es un servicio público obligatorio, cuya dirección, coordinación y control está a cargo del Estado y es prestado por entidades públicas y privadas. Evita desequilibrios económicos y sociales que, de no resolverse, significarían la reducción o la pérdida de los ingresos a causa de contingencias como la enfermedad, los accidentes, la maternidad o el desempleo, entre otras. De acuerdo con la Ley 100 de 1993, el Sistema de Seguridad Social Integral en Colombia se compone de los sistemas de pensiones, de salud y de riesgos laborales y de los servicios sociales complementarios. (DNP, 2015)

Ley 23 de 1973, por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el código de recursos naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones, en el decreto **2811 de 1974**, por el cual se

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, con la expedición del presente código se empieza a generar conciencia y acción de protección ambiental previniendo y controlando la contaminación, donde se generalizan las problemáticas ambientales.

Resolución 8321 de 1983, se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

Decreto 948 de 1995, por el cual, se reglamentaron parcialmente, las leyes correspondientes con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Entre los artículos 42 y 64 de este decreto se dictaminan las condiciones de la generación y emisión de ruido en determinados sectores y sujeto a leyes estipuladas en cada ciudad con respecto a la problemática del ruido. Este decreto también dictamina las sanciones legales impuestas para las violaciones de la Resolución 8321.

Decreto 614 de 1984, por el cual se determinan las bases para la organización y administración de “Salud Ocupacional” (actualmente SST) en el país. El presente decreto determina las bases de organización y administración gubernamental y privada de la SST en el país, para la posterior constitución de un Plan Nacional unificado en el campo de la prevención de los accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo y en el de mejoramiento de las condiciones de trabajo.

Resolución 1792 de 1990 se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido. LOS MINISTROS DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y SALUD, en uso de sus facultades legales y en especial de las que les confiere el Artículo 13 del decreto 614 de 1984, y que existen normas legales dictadas por los Ministerios de Trabajo y seguridad Social y de Salud, que establecen valores límites permisibles para la exposición a ruido. Teniendo en cuenta que dichas normas difieren entre sí, en cuanto a los valores establecidos para límites de ruido en los lugares de trabajo, se hace necesario contar con valores límites permisibles

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

unificados, para su correcta aplicación en todo el territorio nacional, con el objeto de garantizar una verdadera protección a la salud de los trabajadores, para obrar en concordancia con el Artículo 21 del Código Sustantivo del Trabajo, se debe adoptar la norma vigente más favorable al trabajador que, en este caso, son los Artículos 88 de la Resolución 2400 de 1979 y 67 de la Resolución 2413 de 1979, emanadas del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

El cual resuelve adoptar como valores límites permisibles para exposición ocupacional al ruido, los siguientes: Para exposición durante ocho (8) horas: 85 dBA. Para exposición durante cuatro (4) horas: 90 dBA. Para exposición durante dos (2) horas: 95 dBA. Para exposición durante una (1) hora: 100 dBA. Para exposición durante media (1/2) hora: 105 dBA. Para exposición durante un cuarto (1/4) de hora: 110 dBA. Para exposición durante un octavo (1/8) de hora: 115 dBA.

Los anteriores valores límites permisibles de nivel sonoro, son aplicados a ruido continuo e intermitente, sin exceder la jornada máxima laboral vigente, de ocho (8) horas diarias.

Resolución 0627 de 2006, se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Ley 1562 de 2012, por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud y Seguridad en el Trabajo (SST). Concretamente define el Sistema General de Riesgos Laborales como el conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan.

El termino anteriormente conocido “Salud Ocupacional” se entenderá a partir de esta ley como Seguridad y Salud en el Trabajo definida como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por

***DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA***

objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones.

Así mismo el anteriormente nombrado como “Programa de Salud Ocupacional” se entenderá como el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Este Sistema consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.6 MARCO INSTITUCIONAL

4.6.1 Misión

El SENA está encargado de cumplir la función que le corresponde al estado de invertir en el desarrollo social y técnicos de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

4.6.2 Visión

En el 2018, el SENA será reconocido por la efectividad de su gestión, sus aportes al empleo decente, y a la generación de ingresos, impactando la productividad de las personas y de las empresas, que incidirán positivamente en la competitividad de las regiones como contribución a una Colombia educada, equitativa y en paz.

4.6.3 Objetivos

- Dar formación profesional integral a los trabajadores de todas las actividades económicas, y a quienes sin serlo requieran dicha formación, para aumentar por ese medio la productividad nacional, y promover la expansión y el desarrollo económico y social armónico del país, bajo el concepto de equidad social redistributiva.
- Fortalecer los procesos de formación profesional integral que contribuyan al desarrollo comunitario a nivel urbano y rural, para su vinculación o promoción en actividades productivas de interés social y económico.
- Apropiar métodos, medios y estrategias dirigidos a la maximización de la cobertura y la calidad de la formación profesional integral.
- Participar en actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ocupacional y social, que contribuyan a la actualización y mejoramiento de la formación profesional integral.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- Propiciar las relaciones internacionales tendientes a la conformación y operación de un sistema regional de formación profesional integral, dentro de las iniciativas de integración de los países de América Latina y el Caribe.
- Actualizar en forma permanente, los procesos y la infraestructura pedagógica, tecnológica y administrativa para responder con eficiencia y calidad, a los cambios y exigencias de la demanda de formación profesional integral.

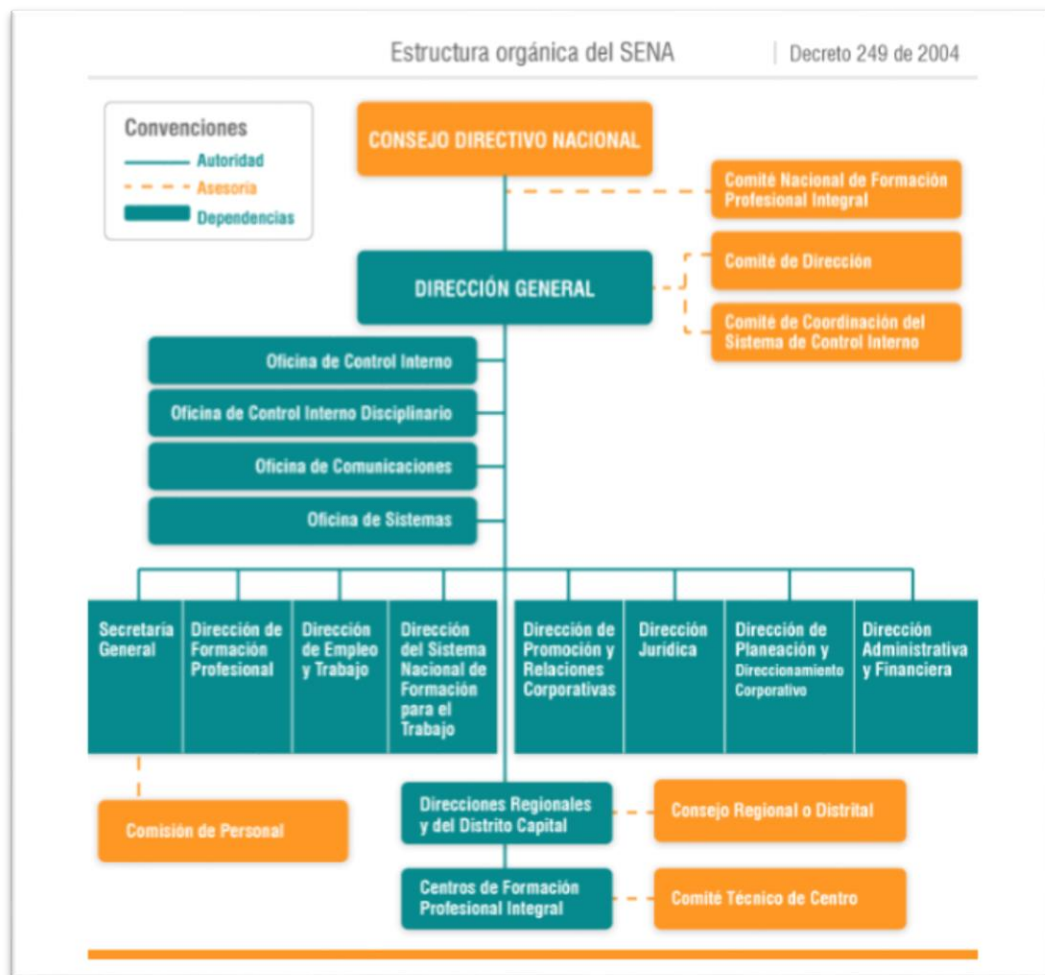


Figura 7. Mapa organizacional del servicio nacional de aprendizaje- SENA regional Cesar.

Fuente: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Dirección General, 2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

4.6.4 Principios éticos de la institución

- Primero la vida. Cuidar y proteger la vida y la integridad del ser humano, con la promoción de los derechos humanos, la construcción de proyectos de vida, reconocer y valorar la riqueza cultural de nuestro país.
- La dignidad del ser humano. Reconocer, valorar y respetar a cada persona integralmente entendida y aceptada, desde un enfoque de igualdad y de diferencia. Es estar comprometido fraternalmente con los demás, ser responsable consigo mismo y con el entorno, asegurando la convivencia pacífica.
- Libertad con responsabilidad. Analizar, prever y asumir las consecuencias de nuestras decisiones y actos. Es cumplir con nuestros deberes, conocer y ejercer nuestros derechos. Significa estar convencido de que el trabajo dignifica, realiza, fortalece y desarrolla nuestro ser.
- Integralidad. Pensar y obrar con rectitud, respeto, honestidad, responsabilidad, participación y justicia.
- Formación para la vida y el trabajo. Brindar la Formación Profesional Integral a los trabajadores, forjando librepensadores, con sólidos conocimientos en la ciencia y la técnica, que aporten a la construcción de una sociedad mejor y al desarrollo económico del país. (SENA, 2019)

4.6.5 Política de Calidad

Aprobada por el Consejo Directivo Nacional mediante Acuerdo 0007 de 2016

El SENA desde su Subsistema de Gestión de la Calidad en el enfoque de prestación de sus servicios con alta calidad formaliza herramientas para mejorar la eficiencia, eficacia y efectividad de sus procesos.

En articulación con la Promesa de Valor del Sistema Integrado de Gestión y Autocontrol – SIGA, se compromete con:

- El fomento de la cultura de la mejora.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- La implementación articulada de buenas prácticas de gestión a nivel nacional.
- El fortalecimiento de la imagen institucional por sus aportes a la productividad del País.

4.6.6 Política Ambiental

Aprobada por el Consejo Directivo Nacional mediante Acuerdo 0007 de 2016

El SENA desde su Subsistema de Gestión Ambiental maneja de manera sostenible sus aspectos e impactos significativos. En articulación con la Promesa de Valor del Sistema Integrado de Gestión y Autocontrol – SIGA, se compromete a:

- La implementación de diferentes estrategias que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático.
- El uso racional y eficiente de los recursos naturales, primando el agua y la energía.
- La optimización del uso de los materiales de formación, empleando en lo posible bienes y servicios amigables con el medio ambiente.
- El control de las emisiones, los vertimientos y residuos generados al interior de la Entidad.
- El fomento de la toma de conciencia por el respeto y protección del medio ambiente entre los aprendices, servidores públicos y contratistas que presten servicios a nombre de la entidad.

4.6.7 Política Seguridad y Salud en el Trabajo – Empresa Laboralmente Saludable

Aprobada por el Consejo Directivo Nacional mediante Acuerdo 0007 de 2016.

El SENA asume la implementación del Subsistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo para la gestión de los riesgos laborales que promuevan

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

ambientes de trabajo saludables que contribuyan al desarrollo de la misión de la entidad.

En cumplimiento de lo anterior, el SENA realiza acciones para generar una cultura de seguridad y salud en el trabajo, comprometiéndose a:

- La promoción de la seguridad y la salud en el trabajo como una responsabilidad de todos sin excepción.
- El fomento de la prevención de accidentes y enfermedades laborales en los ambientes de trabajo.
- La identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos de manera permanente con la participación de todos los interesados con el fin de establecer los respectivos controles.

4.6.8 Política del Subsistema Gestión de Seguridad de la Información

El SENA asume el compromiso de implementar el Subsistema de Gestión de Seguridad de la información para proteger los activos de información de los procesos misionales de la entidad, comprometiéndose a:

- La gestión de los riesgos de los activos de información teniendo en cuenta el nivel de tolerancia al riesgo de la Entidad.
- La implementación de políticas de seguridad de la información de alto nivel y de políticas complementarias por cada dominio, para asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información institucional.
- El fomento de la cultura y toma de conciencia entre el personal (funcionarios, contratistas, proveedores y terceros) sobre la importancia de la seguridad de la información.

***DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA***

4.6.9 Política del MECI

El SENA asume el compromiso de fortalecer la cultura de autocontrol en todos los servidores de la entidad a través de acciones que la encaminen hacia el mejoramiento continuo en pro del cumplimiento de los objetivos institucionales y aseguren los fines esenciales del Estado. (Guzmán, 2016)

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

5 MARCO METODOLÓGICO

En este punto del proyecto, nuestro principal objetivo fue garantizar que las relaciones que establecimos y los resultados obtenidos en la investigación tengan el máximo grado de exactitud y confiabilidad. Tal como lo refiere (Tamayo & Tamayo, 2003) realizamos un procedimiento ordenado para establecer lo significativo de los fenómenos hacia los cuales se encaminó el interés integral de la investigación. A continuación, se explicará de manera detallada todos los procedimientos realizados para el desarrollo de la investigación.

5.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto se llevó a cabo una línea de investigación denominada: Sostenibilidad y Gestión Ambiental, en glosada con la sub línea Salud Ocupacional y Gestión del Riesgo de la Universidad Popular del Cesar, la cual contribuye al mejoramiento de las condiciones de trabajo y la calidad de vida de los trabajadores y/o personas del común.

5.2 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Palella & Martins, 2012) se llevó a cabo una investigación de campo debido a que consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos sin manipular o controlar variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural.

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio (Arias, 2012) según el tipo de investigación el nivel a desarrollar en la investigación es descriptivo; el propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos u objeto de estudio.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

De la misma fuente citada anteriormente se concluye que el diseño de la investigación es no experimental el cual se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica si no que se observan las que existen. Las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, lo que impide influir sobre ellas para modificarlas.

5.3 POBLACIÓN

En base a lo estudiado anteriormente, en la presente investigación, la población está conformada por cuarenta y cuatro (44) empleados, los cuales laboran en los distintos puestos de trabajo de las nueve (9) oficinas del área administrativa, pertenecientes al centro de formación profesional integral denominado “centro de operación y mantenimiento minero” adscrito a la regional Cesar del servicio nacional de aprendizaje SENA.

5.4 MUESTRA

Las muestras se realizaron en veinte (20) puntos, localizados en distintas áreas del centro de formación (SENA COMM), las cuales fueron seleccionadas estratégicamente, debido a que la población es homogénea teniendo en cuenta la jornada laboral, el tiempo de exposición y actividades realizadas.

5.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para concretar un éxito en la determinación de las condiciones de confort acústico en áreas administrativas del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar, se recolectaron datos en el ambiente natural de trabajo (distintas áreas del centro de formación).

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Las evaluaciones de los niveles de presión sonora se realizaron por medio de sonometrías, sin análisis de frecuencia, como se recomienda en la gatiso (Polo Alvarado, y otros, 2006) en caso de que el ruido sea estable con escasas variaciones de nivel sonoro y siempre y cuando el trabajador permanezca estacionario en su sitio de trabajo. Las sonometrías, se utilizan básicamente, para cuantificar los niveles de presión sonora emitidos por diversas fuentes en un área de trabajo. Requerimos para llevar a cabo la sonometría, la utilización de un equipo de medición denominado Sonómetro.

5.5.1 Equipo de medición

Para realizar las mediciones, se utilizó un Sonómetro de marca KIMO INSTRUMENTS DB 300, con número de serie EEA1600327, una precisión de clase 2- NF en 61672-1, con tipo de micrófono Electret - ½", con el cual se puede emplear un tipo de medición de campo libre, con ponderaciones de frecuencia A, C, Z. Este equipo arroja datos en tiempo real, brindándole confiabilidad y exactitud a los resultados obtenidos.

La configuración del sonómetro durante las mediciones realizadas estaba en dB(A), dB(C) y la velocidad de respuesta en Slow (Para ruidos continuos) y en Fast (Para ruido de impacto o picos), se encontraba ubicado a una distancia de 1,5m de la superficie. Cabe resaltar que antes y después de realizar cada medición, el equipo fue verificado utilizando el calibrador acústico CAL 300 marca KIMO, con número de serie 16090163, se utilizó para verificar, como lo mencionamos anteriormente, la sensibilidad del micrófono y principalmente para la calibración del sonómetro. En el **Anexo 1** del presente proyecto se encuentra el certificado de calibración del equipo utilizado para las mediciones de los niveles de ruido.



Figura 8. Sonómetro KIMO INSTRUMENTS DB 300 y calibrador acústico KIMO CAL.

Fuente: Autores, 2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

5.6 DESARROLLO METODOLÓGICO

5.6.1 Etapa 1: Caracterización del área y puestos de trabajo

En esta etapa del proyecto, se realizó un reconocimiento de las oficinas del área administrativa del centro de operación y mantenimiento minero, para obtener información directa y objetiva de las condiciones de confort acústico, en donde se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos relevantes para el análisis de los resultados de la investigación:

5.6.1.1 Conocimiento de procesos y operaciones

Para obtener información verídica, concisa y detallada de las diferentes oficinas administrativas del centro de formación, nos dirigimos a las mismas, con el fin de obtener información de los procesos y actividades que se realizan en cada una a través del personal.

5.6.1.2 El tiempo de duración de las actividades laborales

Esta información la tomamos de la circular 115 del 2005, la cual por disposición del decreto 1014 de 1978 y la convención colectiva de trabajo dispone la jornada ordinaria laboral para los trabajadores del servicio nacional de aprendizaje en sus distintas sedes.

5.6.1.3 Dimensiones del área

Se midieron las longitudes de cada área evaluada con ayuda de un decámetro (Cinta Métrica Fibra de Vidrio, FORTE) obtuvimos ancho y largo teniendo en cuenta cada punto de muestreo. (En el **Anexo 4** se encuentran los planos de las áreas evaluadas)

Posteriormente, calculamos el área que abarca cada punto de muestreo por medio de la siguiente ecuación.

$$A = \text{Ancho} * \text{Largo}$$

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

5.6.1.4 Fuentes generadoras de ruido

En esta parte, identificamos las fuentes de ruido que se generan en el centro de formación y mantenimiento minero, además describimos el tipo de ruido al que se exponen los trabajadores del centro de formación.

5.6.1.5 Número de trabajadores potencialmente expuestos al peligro físico por área o secciones

Para identificar el número de trabajadores expuestos al ruido, se tuvo en cuenta cuatro (4) oficinas, las cuales son las más cercanas a la fuente de ruido según su locación, seleccionamos una oficina por piso, para evaluar el comportamiento de los niveles de presión sonora dentro y fuera. (En el primer piso, escogimos la oficina de unidad de correspondencia y archivo, en el segundo piso, la oficina de registro y control y así mismo, seleccionamos electricidad y refrigeración que están ubicadas al lado de la planta).

No obstante, cabe aclarar, que los cuarenta y cuatro (44) trabajadores que laboran en el centro de formación están expuestos al ruido que emite la planta generadora de aires acondicionados, más, sin embargo, seleccionamos los que están a distancias más cortas de la fuente de ruido, según su piso.

5.6.1.6 Descripciones locativas

Se describieron las características locativas de las cuatro (4) oficinas evaluadas, donde se especificó el tipo de material y color de las paredes, puertas y pisos.

5.6.2 Etapa 2: Medición y cálculo de los niveles de ruido

En esta etapa del proyecto se determinó las áreas u oficinas y puestos de trabajo que fueron evaluados, en ese orden de ideas, se seleccionaron en total, cuatro (4) oficinas que están referenciadas en los 20 puntos de muestreo (oficina de unidad de correspondencia y archivo central, registro y control, electricidad y Refrigeración), con el fin de evaluar el comportamiento de los niveles de presión sonora, dentro y

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

fuera de estas tres áreas seleccionadas, estas se tomaron como referencia, debido a que están más expuestas a la fuente de ruido, no obstante, escogimos puntos estratégicos ubicados en cada una de la entradas a las oficinas restantes, como se muestran a continuación:

Tabla 1. Oficinas administrativas del centro de formación.

SEGUNDO PISO DE LA EDIFICACIÓN	PRIMER PISO DE LA EDIFICACIÓN
Oficina de subdirector de centro.	Oficina de coordinación académica.
Oficina de apoyo a subdirección de centro.	Oficina de la biblioteca del centro de formación.
Oficina de ingreso, registro y certificación.	Oficina unidad de correspondencia y archivo central.
Oficina de coordinación misional.	Fotocopiadora.
Zona Wifi.	Oficina de relaciones corporativas.
	Cafetería

Fuente: Autores, 2019.

Posteriormente, iniciamos la sonometría, tomando las muestras con el equipo de medición, se utilizó el sonómetro marca **KIMO INSTRUMENTS DB 300**, detallado anteriormente, se verificó la calibración del mismo con el calibrador acústico CAL 300 marca KIMO y el estado de las baterías del equipo para el correcto funcionamiento de este. (En el **Anexo 1** del presente proyecto se encuentra el certificado de calibración del equipo utilizado para las mediciones).

Los niveles de presión sonora se midieron durante dos semanas en horarios de trabajo normales, se tuvo en cuenta las dimensiones del área: ancho y largo, para

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

la medición en cada uno de los puntos de muestreo, se tomaron valores de presión sonora con ponderación dB(A), dB(C) y Lpck, en diferentes jornadas (mañana, tarde y noche), tomando un valor por jornada respectivamente, durante ocho (8) días.

Una vez finalizada la toma de valores de presión sonora, se procedió a calcular el nivel sonoro continuo equivalente de cada punto de muestreo, utilizando la siguiente ecuación.

$$Leq = 10 * \log\left(\frac{10^{\frac{nps1}{10}} + 10^{\frac{nps2}{10}} + 10^{\frac{nps3}{10}} + \dots + 10^{\frac{npsn}{10}}}{n}\right)$$

Donde:

Nps= Nivel de presión sonora en dB(A)

n= número de muestras

5.6.3 Etapa 3: Análisis de los niveles de ruido

En esta etapa del proyecto, se realizó un análisis de los valores de nivel de presión sonora continuo equivalente, calculados anteriormente, por medio de la tabulación de datos, posteriormente, comparamos los datos obtenidos, con los valores límites permisibles legales vigentes, nacionales e internacionales (TLV o VLP), con el fin de describir el comportamiento de estos niveles, y a su vez, identificar si se encuentran por encima de los valores estipulados.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 2. Valores límites Permisibles para exposición ocupacional al ruido.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN(hr)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE(dB)
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

Fuente: Resolución 1792, 1990.

Tabla 3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector B. Tranquilidad y ruido moderado.	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		

Fuente: RES 0627, 2006.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 4. Valores límites Permisibles Internacionales.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN(hr)	Threshold Limit Value (TLV) dB(A)
8	85
4	88
2	91
1	94
1/2	97
1/4	100
1/8	103

Fuente: ACGIH, 2017.

Llegado a este punto, con base a los valores calculados anteriormente, se realizaron gráficas con respecto a la jornada de exposición al peligro físico ruido (mañana, tarde y noche), las cuales representan el comportamiento de los niveles de ruido, según el punto de muestreo y el tiempo de exposición, con el propósito de analizar cada resultado obtenido.

5.6.4 Etapa 4: Formulación de las medidas de intervención

En esta etapa de la investigación se formularon medidas de intervención en el medio laboral, necesarias para la mejora continua del factor riesgo, es decir, los altos niveles de ruido que se producen en el ámbito laboral del centro de formación.

Se plantearon alternativas teniendo en cuenta la guía técnica colombiana (GTC) 45 (Seguridad, 2010), con el fin de disminuir el peligro físico (ruido).

5.7 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información se realizó a través de la tabulación de los datos obtenidos en la investigación por medio de Excel. Así mismo, interpretamos gráficos realizados en esta misma plataforma.

6 ANALISIS Y RESULTADOS

6.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA Y PUESTOS DE TRABAJO

6.1.1 Procesos y operaciones

- **Oficina de unidad de correspondencia y archivo central.** En esta oficina se reciben, clasifican, radican, registran y entregan los documentos y comunicaciones internas y externas, tanto para los jefes y funcionarios de las diferentes dependencias del SENA COMM. Además, es la encargada de gestionar de forma centralizada y normalizada, los servicios de recepción, radicación y distribución de sus comunicaciones, de tal manera, que estos procedimientos contribuyan al desarrollo del programa de gestión documental y los programas de conservación. La cual, escogimos como referencia para evaluar el confort acústico de los que allí laboran.
- **Oficina de relaciones corporativas.** Se encargan de proponer la formulación de políticas de promoción, mercadeo, comunicaciones y posicionamiento del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, con el fin de garantizar una adecuada atención a los usuarios y aportantes. Dirigen la gerencia corporativa institucional a través del relacionamiento directo con el sector empresarial y los clientes tanto internos como externos, y ejercer y dirigir la interlocución directa entre el sector productivo y todas las dependencias de la entidad.
- **Oficina de ingreso, registro y certificación.** En esta oficina comienza y termina el proceso de formación, es decir, se realizan todos los procesos de matrícula, legalización como aprendiz a cada aspirante y procesos de certificación definitiva de cada programa de formación.
- **Oficina de subdirector de centro.** Esta oficina es la encargada de manejar toda la administración del centro de formación, también es donde se realizan las contrataciones de los trabajadores.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- **Oficina de apoyo a subdirección de centro.** En ella se realizan actividades administrativas y como su nombre lo indica le brinda un proceso de acompañamiento a la oficina de subdirección.
- **Oficina Misional.** Es aquí donde se diligencian todas las autorizaciones o permisos para ingresar al centro de formación, en caso de un estudio de campo, además, se maneja un programa denominado: evaluación y certificación de competencias laborales, el cual, tiene como propósito reconocer las competencias que han adquirido los trabajadores a lo largo de su vida, es decir, a través de su experiencia laboral, han podido desarrollar unos conocimientos, habilidades, destrezas y aptitudes. Por ende, en esta oficina, tienen el trabajo de valorar cada situación y llegar a certificar.
- **Electricidad.** Es un aula que tiene fin formativo, con ambiente de electricidad industrial donde se desarrolla fundamentación teórica y práctica. Esta área, la escogimos como referencia para evaluar el confort acústico de los estudiantes e instructores que estén expuestos, es la más cercana a la fuente de ruido.
- **Refrigeración.** Aula con fin formativo, donde también se desarrolla fundamentación teórica y práctica. También tomamos como referencia evaluar el confort acústico de estudiantes e instructores.
- **Zona wifi.** Es un área de acceso libre para aprendices e instructores del centro de operación y mantenimiento minero, donde tienen la posibilidad de acceder a un servicio de conexión inalámbrica a Internet gratuito.
- **Cafetería.** Establecimiento donde se comercializa todo tipo de alimentos y bebidas.

6.1.2 Tiempo de jornada laboral

El tiempo de duración de las actividades laborales o jornada laboral, para los trabajadores del centro de operación y mantenimiento minero, corresponde a

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

cuarenta y dos horas y media (42 ½) semanales. Lo que traduce que la jornada laboral es de ocho (8) horas diarias. (Perez, 2019)

6.1.3 Calculo del área

Teniendo en cuenta las dimensiones de cada área seleccionamos puntos de muestreo, como se observa en la tabla 4, en áreas más extensas situamos dos puntos, a diferencia de las áreas menores donde solo tomamos un punto de muestreo.

Tabla 5. Calculo de area en cada punto evaluado.

Nº	PUNTOS DE MUESTREO	ANCHO (m)	LARGO (m)	AREA (m2)
A1	1-2	3,39	14,2	48,14
A2	3-4	9,56	13,6	130,02
A3	5	12,37	2,41	29,81
A4	6	1,93	6,7	12,93
A5	7	7,53	3,1	23,34
A6	8	3,8	6,61	25,12
A7	9-10	12,74	10,3	131,22
A8	11	3,3	4,04	13,33
A9	12	3,1	7,38	22,88
A10	13	4,3	6,85	29,46
A11	14-15	12,86	18,74	241,00
A12	16-17	8,69	10,07	87,51
A13	18	9,4	4,92	46,25
A14	19	9,41	4,92	46,30
A15	20	3,85	4,03	15,52

Fuente: Autores, 2019.

6.1.4 Fuente generadora de ruido

La fuente principal que emite ruido en las instalaciones del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje, SENA, regional cesar, es la planta generadora de aires acondicionados. El tipo de ruido al que se exponen

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

los trabajadores del centro de formación es continuo estable. (Polo Alvarado, y otros, 2006).

**6.1.5 Número de trabajadores potencialmente expuestos al peligro físico
ruido por área o secciones**

El número de trabajadores potencialmente expuestos corresponde a once (11). Lo cual equivale a cuatro (4) que laboran en la oficina de registro y control, tres (3) en la oficina de unidad y correspondencia, y dos (2) respectivamente en refrigeración y electricidad.

6.1.6 Descripción locativa

Cada una de las oficinas evaluadas, tienen el piso de baldosa tipo alfa de medidas 0,20 metros por 0,20 metros color negro tipo granito fundido. Las paredes son de vidrio de seguridad, combinadas con paredes de ladrillo macizo de arcilla con pañete y acabado en yeso, pintadas al vinilo de color blanco. Al interior de las mismas, algunos puestos de trabajo como refrigeración y electricidad se encuentran separados con divisiones elaborados en vidrio de seguridad transparente con espesor de diez (10) milímetros. Las puertas de cada oficina están elaboradas igualmente de vidrio de seguridad de espesor de ocho (8) milímetros.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

6.2 CALCULO Y ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE RUIDO

Tabla 6. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la mañana.

CALCULO DEL NIVEL SONORO EQUIVALENTE(MAÑANA)							
Nº	PUNTOS DE MUESTREO	NPS (dBA)	NPS (dBC)	Lpck (dB)	NPS(dBA)/ 10	Nº MUESTRAS	NIVEL SONORO EQUIVALENTE (Leq)
1.	Fuera ingreso, registro y certificación.	67,9	73,1	85,4	6,79	8	69,91
		70,1	75,4	85,1	7,01		
		70,3	74,5	87,1	7,03		
		69,9	75,1	88,7	6,99		
		70,6	73,6	85,4	7,06		
		68,8	73,7	86,3	6,88		
		67,9	73,1	87,6	6,79		
		69,4	73,8	86	6,94		
2.	Segundo piso pasillo Aula de clases	71,6	73,2	87	7,16	8	73,17
		73,1	75,9	86,6	7,31		
		71,3	74,9	86,4	7,13		
		72,5	75,8	86,8	7,25		
		74,1	76,5	88	7,41		
		72,7	75,4	87,7	7,27		
		71,3	74,4	88,9	7,13		
		73,7	76,3	85,7	7,37		
3.	Zona Wifi(A)	73	75,7	86,8	7,3	8	73,46
		73,6	76,5	88,5	7,36		
		75,5	77,4	91,2	7,55		
		70,8	73,8	87,3	7,08		
		73,1	76	86,2	7,31		
		72,7	75,6	88	7,27		
		71,6	73,9	88,1	7,16		
		71,8	74,6	85,6	7,18		
4.	Zona Wifi(B)	76,8	78,8	89,7	7,68	8	77,31
		74,7	77,1	88,3	7,47		
		77	78,8	81,6	7,7		
		78,4	80,1	92	7,84		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		75,8	77,8	89,2	7,58		
		78,7	79,3	89,6	7,87		
		73,4	75,6	91,8	7,34		
		74,1	76,3	87,1	7,41		
5.	Subdirección	70,2	73,2	85,9	7,02	8	70,79
		69,2	72,6	83,6	6,92		
		70,1	73,7	87	7,01		
		69	72,6	85	6,9		
		72,9	75,9	85,3	7,29		
		69,9	72,8	84,5	6,99		
		69,3	72,9	87,7	6,93		
		70,6	73,6	84,3	7,06		
6.	Apoyo a Subdirección	73,9	75,9	88,1	7,39	8	71,88
		71,5	74	86,2	7,15		
		68,3	72,1	83,8	6,83		
		73,2	75,4	87,4	7,32		
		68,8	72,9	86,6	6,88		
		70,2	73,4	84,3	7,02		
		72,7	75,6	84,9	7,27		
		70	73,2	87,1	7		
7.	Pasillo Coordinación Misional(A)	66,1	72,1	83,6	6,61	8	67,64
		67,1	72,6	83,9	6,71		
		67,7	73,3	84,4	6,77		
		67,1	71,8	83,1	6,71		
		66,3	71,3	83	6,63		
		68,6	72,9	83,3	6,86		
		66,1	72,1	83,3	6,61		
		65,3	71,6	84,4	6,53		
8.	Pasillo Coordinación Misional(B)	65,5	73	84	6,55	8	68,32
		69,4	75,8	86,6	6,94		
		67,4	73	84,3	6,74		
		70,7	74,9	85,5	7,07		
		65,6	72,5	87,5	6,56		
		62	73,1	83,7	6,2		
		64,1	73,3	85,2	6,41		
		71,9	76,6	83,2	7,19		
9.	Primer Piso espacio libre	69,9	73,6	85	6,99	8	69,64
		67,3	72,1	84	6,73		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		68,4	74,1	84,2	6,84		
		69,5	73,9	85,2	6,95		
		69,4	73,3	83,4	6,94		
		70,6	74,4	85,4	7,06		
		67,8	76,7	85	6,78		
		67	71,7	86,5	6,7		
10.	Fuera de Unidad de Corresponden cia	67,8	71,2	83,6	6,78	8	69,99
		67,6	71,4	84,8	6,76		
		67,8	70,8	83,4	6,78		
		70,1	73,5	86,9	7,01		
		69,8	73	84,1	6,98		
		70,8	73,5	84,2	7,08		
		71,1	73,5	84,7	7,11		
		67,2	71	84	6,72		
11.	Dentro de Unidad de Corresponden cia	56,1	67,5	(--)	5,61	8	62,14
		55,3	66,4	(--)	5,53		
		61	69,4	84,4	6,1		
		56,6	66,9	(--)	5,66		
		68,4	71,6	83,5	6,84		
		59	67,5	84,7	5,9		
		57,3	66,5	(--)	5,73		
		62	70	(--)	6,2		
12.	Pasillo Fotocopiadora	68,2	71,5	(--)	6,82	8	70,01
		69,5	72	84	6,95		
		71,2	72,7	83,5	7,12		
		73,8	76,1	87,3	7,38		
		67,3	70,5	(--)	6,73		
		66,2	69,6	84	6,62		
		67,5	69,2	(--)	6,75		
		69,1	71,2	(--)	6,91		
13.	Fotocopiadora	64,7	68,3	(--)	6,47	8	64,68
		64	67,7	(--)	6,4		
		63,5	67,2	(--)	6,35		
		62,5	68	(--)	6,25		
		62,9	66,5	(--)	6,29		
		63,9	67	(--)	6,39		
		66	70,1	(--)	6,6		
		65	67,6	(--)	6,5		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

14.	Fuera de Refrigeracion	72,9	80,1	90,5	7,29	8	73,40
		72,8	77,9	88,6	7,28		
		72,5	79	89	7,25		
		73	80,2	90,7	7,3		
		72,9	79	91	7,29		
		72,6	80,4	89,5	7,26		
		73,4	80,2	90,9	7,34		
		73,2	80,1	91,4	7,32		
15.	Fuera de Electricidad	75,2	80,3	91,5	7,52	8	76,92
		74,2	79,4	92,2	7,42		
		76,2	80,3	91,7	7,62		
		76,6	80,6	92	7,66		
		76,4	80,8	91,5	7,64		
		77,6	81	91,6	7,76		
		76,4	80,4	91,9	7,64		
		76,5	80,3	91,2	7,65		
16.	Cafeteria(A)	70,3	63,5	84,5	7,03	8	69,61
		67,1	73	86,5	6,71		
		71,5	76,2	88,4	7,15		
		69,8	76,8	88,6	6,98		
		64,4	71,1	83	6,44		
		69,5	73,2	(--)	6,95		
		69,8	74,2	84,5	6,98		
		65,4	72,1	85	6,54		
17.	Cafeteria(B)	65,7	72,9	84,5	6,57	8	66,68
		64	70,5	(--)	6,4		
		66,3	72,8	84,5	6,63		
		65,2	71,6	(--)	6,52		
		65	71,9	(--)	6,5		
		68,1	72,7	(--)	6,81		
		67,5	71,5	84	6,75		
		62,5	70,6	85,9	6,25		
18.	Dentro Electricidad	62,3	67,5	(--)	6,23	8	66,96
		64,3	68,4	(--)	6,43		
		66,8	70,7	(--)	6,68		
		69,8	73,2	84,4	6,98		
		65	69,7	(--)	6,5		
		67,4	70,9	(--)	6,74		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		66,4	70,2	83,7	6,64		
		64	67,8	(--)	6,4		
19.	Dentro Refrigeracion	65,6	71,7	85,3	6,56	8	68,41
		69,2	74,3	87,7	6,92		
		68,2	74	85,8	6,82		
		65,4	72,7	83,5	6,54		
		67,2	74,3	(--)	6,72		
		69,7	75,3	85,5	6,97		
		67,8	73,1	87,4	6,78		
		65,5	72,1	84,9	6,55		
20.	Dentro ingreso, registro y certificación.	59,4	67,2	84,3	5,94	8	59,40
		58	66,6	(--)	5,8		
		56,2	65,9	(--)	5,62		
		60,1	70,3	(--)	6,01		
		59,3	70,1	(--)	5,93		
		57,3	69,8	(--)	5,73		
		59,8	70	84,9	5,98		
		60,6	71,1	85,1	6,06		

Fuente: Autores, 2019.

De los resultados obtenidos en la **Tabla 6**. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la mañana. Podemos inferir, que las emisiones de la planta generadora de aire, en concreto, los niveles de presión sonora equivalente no están por encima de los valores límites permisibles para la exposición ocupacional a ruido, durante las ocho (8) horas de jornada laboral, establecidos en la resolución 1792 de 1990 como se muestra en la **Tabla 2** del presente proyecto, tampoco superan los TLV publicados por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) (**Tabla 4**). Lo que quiere decir que estas emisiones no llegan a causar hipoacusia neurosensorial, es decir, disminución de la capacidad auditiva inducida por ruido, ni daños en el órgano acústico.

Sin embargo, si superan lo establecido en la resolución 0627 de 2006 (**Tabla 3**), donde los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido para el día no deben ser mayores a 65 dB(A). De la **Tabla 6** sobreentendemos los puntos que no cumplen con la norma, los cuales son 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14,

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

15, 16, 17, 18, y 19 respectivamente. Los valores en estos puntos se disparan debido a diferentes factores, como fuente principal está la planta generadora de aires acondicionados, sin embargo, los niveles de ruido aumentan en horas de descanso de los aprendices, esto se debe a que se aglomeran en sitios recurrentes del centro de formación debatiendo temas en altas frecuencias.

Los dos puntos restantes (11 y 20) si están dentro de los estándares máximos, cabe añadir que estos puntos de muestreo están ubicados dentro de dos de las cuatro oficinas evaluadas, unidad y correspondencia y la oficina de registro y control, del cual inferimos que existe un control de los niveles de ruido al menos dentro de las oficinas mencionadas anteriormente, esto es gracias a la puerta de cada sección evaluada, que básicamente es vidrio de 8mm de espesor, por ende, retiene un gran porcentaje de niveles de presión sonora.

En síntesis, la **Tabla 6**. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la mañana. muestra de color verde los puntos de muestreo que están dentro de los estándares máximos de la resolución en cuestión, y de color rojo los que sobrepasan los VLP en la RES 0627 de 2006.

A continuación, en el **Gráfico 1** se ven reflejados los niveles de presión sonora emitidos en la jornada de la mañana, de donde se puede observar los picos que corresponden a los valores máximos encontrados durante la medición.

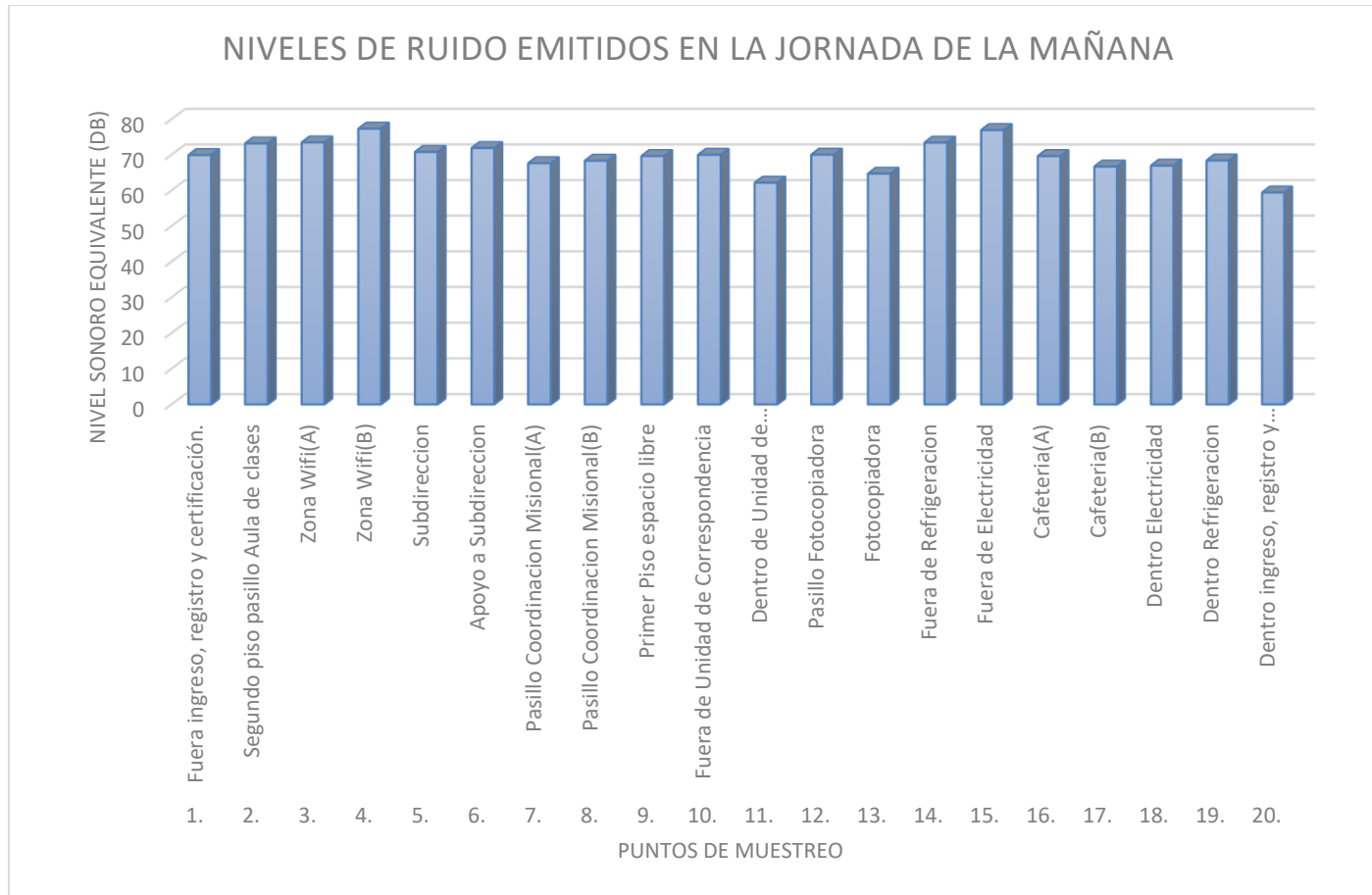


Gráfico 1. Niveles de ruido emitidos en la jornada de la mañana.

Fuente: Autores, 2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 7. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la tarde.

CALCULO DEL NIVEL SONORO EQUIVALENTE(TARDE)							
Nº	PUNTOS DE MUESTREO	NPS (dBA)	NPS (dBC)	Lpck (dB)	NPS(dBA)/ 10	Nº MUESTRAS	NIVEL SONORO EQUIVALENTE (Leq)
1.	Fuera ingreso, registro y certificación.	68,3	73,6	85,3	6,83	8	69,54
		69	73,7	84,2	6,9		
		68,9	73,2	85	6,89		
		69	73,3	86,7	6,9		
		69,7	74,1	85,8	6,97		
		68,5	73,4	84,2	6,85		
		68,7	73,8	86,2	6,87		
		70,3	74,3	87,2	7,03		
2.	Segundo piso pasillo Aula de clases	69,4	73,3	85,7	6,94	8	69,60
		69,2	73,2	84,7	6,92		
		68,9	73,5	84,9	6,89		
		69,5	73,6	85,8	6,95		
		68,7	73,4	85,7	6,87		
		69	72,4	(--)	6,9		
		68,7	72,9	84,3	6,87		
		69,3	73	84,4	6,93		
3.	Zona Wi-Fi(A)	69,1	73,1	84,1	6,91	8	69,42
		69,5	73,7	84,2	6,95		
		69,3	73,2	84,6	6,93		
		67,5	71,9	(--)	6,75		
		69,8	73,6	85,6	6,98		
		67,7	72,7	83,9	6,77		
		70,2	73,8	86,5	7,02		
		68,5	73,9	84,1	6,85		
4.	Zona Wi-Fi(B)	69,3	72,5	84,7	6,93	8	69,42
		70,6	73,3	84,9	7,06		
		68,9	72,4	84,3	6,89		
		67,8	71	83,3	6,78		
		68,7	71,8	83,9	6,87		
		69,2	72,6	83,9	6,92		
		67,9	71,6	84	6,79		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		67,8	71,7	83,7	6,78		
5.	Subdirección	68,5	73,5	85,2	6,85	8	70,16
		69,1	74	87	6,91		
		72,5	75,9	87,7	7,25		
		70,8	74,5	85,5	7,08		
		69,6	74,4	85,4	6,96		
		68,3	72,3	83,3	6,83		
		69,2	73,1	84,7	6,92		
		68,5	73,5	83,7	6,85		
6.	Apoyo a Subdirección	68,5	72,8	83,9	6,85	8	67,46
		67	72,3	83,6	6,7		
		66,7	71,9	83,7	6,67		
		65,9	72,2	(--)	6,59		
		66	71,3	(--)	6,6		
		67,4	72,4	(--)	6,74		
		67	72	83,9	6,7		
		66	71,2	83,7	6,6		
7.	Pasillo Coordinación Misional(A)	68,2	74,3	86	6,82	8	72,02
		72	75,4	85,9	7,2		
		70,4	74,5	87,2	7,04		
		70,6	74,9	86,7	7,06		
		67,4	72,8	84,9	6,74		
		69,7	75,1	86,8	6,97		
		76,9	78,9	90,5	7,69		
		69,7	73,7	84,9	6,97		
8.	Pasillo Coordinación Misional(B)	64,5	71,9	(--)	6,45	8	67,17
		63,2	72,4	(--)	6,32		
		61,6	72,6	(--)	6,16		
		63,8	72,3	84,7	6,38		
		67,6	75	86	6,76		
		68,5	74,5	86	6,85		
		66,7	75,4	85,6	6,67		
		69,2	74,5	86,5	6,92		
9.	Primer Piso espacio libre	67,2	71,7	(--)	6,72	8	68,35
		66,9	72	84,4	6,69		
		66,7	72,2	(--)	6,67		
		69	73,4	84,6	6,9		
		68,1	72,3	83,7	6,81		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		67,7	71,9	83,8	6,77		
		67,5	72,6	83,7	6,75		
		69,1	71,2	84	6,91		
10.	Fuera de Unidad de Corresponde ncia	66,4	71,1	(--)	6,64	8	67,66
		67,1	71,7	(--)	6,71		
		66,6	71,4	83,7	6,66		
		66,8	71,6	83,1	6,68		
		66,3	71	(--)	6,63		
		68,1	72,2	(--)	6,81		
		67,7	71,3	(--)	6,77		
		66,8	71,1	(--)	6,68		
11.	Dentro de Unidad de Corresponde ncia	61,5	71	(--)	6,15	8	60,02
		58,6	68,6	(--)	5,86		
		57,6	68,3	(--)	5,76		
		58,4	68,7	(--)	5,84		
		59,2	71,9	(--)	5,92		
		58,6	72,4	(--)	5,86		
		57,9	70,1	(--)	5,79		
		62,4	70,8	(--)	6,24		
12.	Pasillo Fotocopiador a	65,9	68,8	(--)	6,59	8	64,45
		62,7	67,7	(--)	6,27		
		61,4	67,1	(--)	6,14		
		62,4	67,8	(--)	6,24		
		62,8	67,3	(--)	6,28		
		63,7	68,1	(--)	6,37		
		64,8	69,1	(--)	6,48		
		65,8	69,5	(--)	6,58		
13.	Fotocopiador a	63,1	67,8	(--)	6,31	8	63,72
		64,1	69,2	(--)	6,41		
		59,1	65,3	(--)	5,91		
		61	66,2	(--)	6,1		
		59,5	65,4	(--)	5,95		
		58,3	64,8	(--)	5,83		
		60	65,7	(--)	6		
		69,5	71,4	85,4	6,95		
14.	Fuera de Refrigeracion	72,9	80,4	90,9	7,29	8	74,04
		72,5	82,6	91,8	7,25		
		74,5	80,9	81,3	7,45		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		73,5	80,7	90,6	7,35		
		73,4	82,4	91,2	7,34		
		73,7	80,1	90	7,37		
		73,8	80,3	90,8	7,38		
		73,5	82,9	92,4	7,35		
15.	Fuera de Electricidad	76,6	80,9	93,3	7,66	8	77,01
		76,1	80	91,5	7,61		
		76,6	80,7	92,3	7,66		
		76,9	81,2	93	7,69		
		76,6	80,4	91,5	7,66		
		76,8	80,8	91,9	7,68		
		76,3	80,5	91,6	7,63		
		75,6	79,8	93,4	7,56		
16.	Cafeteria(A)	63	71	(--)	6,3	8	64,38
		63,6	71,4	(--)	6,36		
		64,5	70,5	(--)	6,45		
		65,1	72	(--)	6,51		
		66	72,6	85	6,6		
		62,6	71,4	(--)	6,26		
		63,6	70,5	(--)	6,36		
		62,3	71,1	84,3	6,23		
17.	Cafeteria(B)	65,7	72,7	85	6,57	8	64,44
		63,5	71,9	(--)	6,35		
		62,4	71	(--)	6,24		
		64,7	72,4	84,3	6,47		
		63,1	72,3	83,7	6,31		
		62,8	71	(--)	6,28		
		66	72,7	85,9	6,6		
		62,4	72	83,7	6,24		
18.	Dentro Electricidad	63,1	68,8	(--)	6,31	8	65,45
		64,1	69,1	(--)	6,41		
		67,5	71,4	84	6,75		
		61,4	68,5	(--)	6,14		
		64	69,7	(--)	6,4		
		61,5	69,2	(--)	6,15		
		69,5	72,8	85,1	6,95		
		63,4	70,4	(--)	6,34		
19.		71,7	76,2	87,9	7,17	8	70,05

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

	Dentro Refrigeracion	72,7	77,9	89,2	7,27		
		70,5	75,3	85,2	7,05		
		66,7	75,3	85,7	6,67		
		67,4	73,8	84,8	6,74		
		68,1	75,3	86	6,81		
		69,9	76,5	87,8	6,99		
		65,4	72,4	83	6,54		
20.	Dentro ingreso, registro y certificación.	58,2	67,2	(--)	5,82	8	59,32
		57,7	66,6	(--)	5,77		
		56,9	65,9	(--)	5,69		
		61,2	70,3	84,9	6,12		
		59	70,1	(--)	5,9		
		57,5	69,8	(--)	5,75		
		60,5	70	85,1	6,05		
		58,7	67,9	(--)	5,87		

Fuente: Autores,2019.

Mediante los resultados del cálculo de los niveles de presión sonora equivalente para la jornada de la tarde, referenciados en la

Tabla 7, se deduce que al igual que sucede en la jornada de la mañana, estos valores no superan lo establecido en la resolución 1792 de 1990 (**Tabla 2**), ni lo estipulado en los TLV (**Tabla 4**), por ende, no hay riesgo de que se produzca sordera laboral.

No obstante, teniendo en cuenta la resolución 0627 de 2006 (**Tabla 3**) antes mencionada, se supera el valor máximo establecido en los puntos de muestreo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 18, y 19 respectivamente. Será preciso mostrar que, los puntos con mayor nivel sonoro equivalente son 14 y 15, debido a que, son los puntos más cercanos a la planta generadora de aires acondicionados, fuente principal del presente proyecto, razón por la cual se expresan los niveles con mayor frecuencia.

En el siguiente **Gráfico 2**, se pueden analizar los niveles emitidos en las jornadas de la tarde, el cual muestra que el punto con mayor relevancia fue el N° 15 es decir, fuera de Electricidad, este punto es el más cercano a la fuente principal.

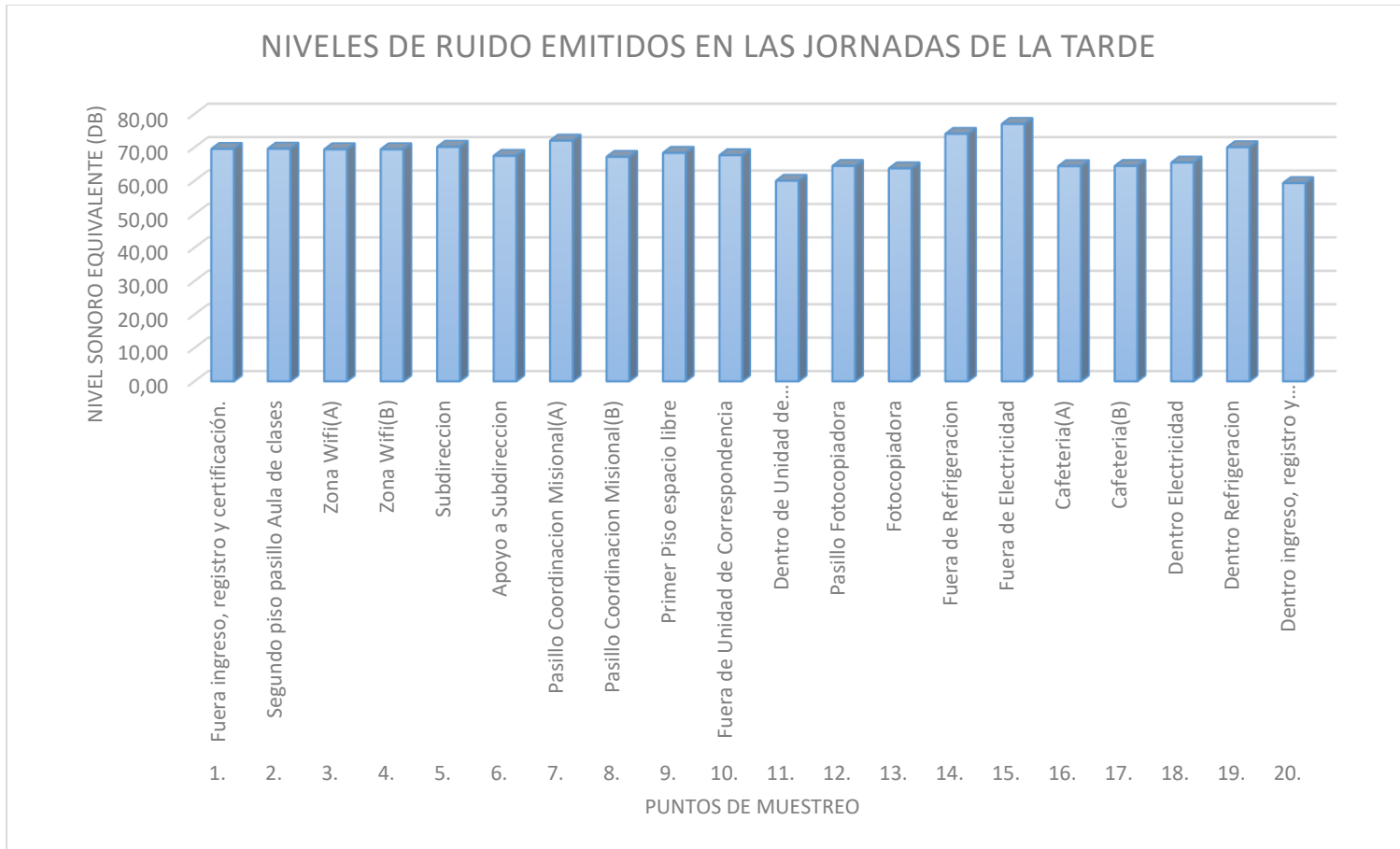


Gráfico 2. Niveles de ruido emitidos en la jornada de la tarde.

Fuente: Autores, 2019

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Tabla 8. Niveles de presión sonora continuo equivalente en la jornada de la noche.

CALCULO DEL NIVEL SONORO EQUIVALENTE(NOCHE)							
Nº	PUNTOS DE MUESTREO	NPS (dBA)	NPS (dBC)	Lpck (dB)	NPS(dBA)/ 10	Nº MUESTRAS	NIVEL SONORO EQUIVALENTE (Leq)
1.	Fuera ingreso, registro y certificación.	71,5	74,5	87,8	7,15	8	69,90
		71,1	74,2	85,5	7,11		
		70,3	73,6	85,3	7,03		
		69,7	73,3	85	6,97		
		68,4	72,7	83,8	6,84		
		67,9	72,8	85	6,79		
		67,4	72,6	84,7	6,74		
		68,1	72,5	85,1	6,81		
2.	Segundo piso pasillo Aula de clases	69,8	73,5	85,8	6,98	8	70,79
		71,3	74,7	86,6	7,13		
		71,2	74,8	85,9	7,12		
		69,2	73	83,5	6,92		
		70,2	73,5	85,8	7,02		
		69,6	73,5	85,3	6,96		
		71,4	74,7	85,7	7,14		
		69,5	73,6	84,4	6,95		
3.	Zona Wi-Fi(A)	69,5	73	85	6,95	8	71,35
		68,6	72,5	84,5	6,86		
		69,8	73,3	84,7	6,98		
		73,6	75,4	87,3	7,36		
		71,6	74,2	88,9	7,16		
		70	72,9	84,6	7		
		72,4	75,4	85,6	7,24		
		69,4	73,2	85,6	6,94		
4.	Zona Wi-Fi(B)	69	72,6	84,6	6,9	8	69,20
		67,9	71,6	84,8	6,79		
		67,7	71,5	83	6,77		
		69,6	71,3	85	6,96		
		68	71,7	83,4	6,8		
		69,2	72,6	83,8	6,92		
		68,5	72,1	85,4	6,85		
		68,7	71,9	83,9	6,87		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

5.	Subdirección	66,9	73,4	85,1	6,69	8	67,96
		68,3	72,5	84	6,83		
		69,1	71,5	(--)	6,91		
		69	73,3	85,1	6,9		
		68,1	71,7	83,8	6,81		
		66,1	72,5	84,1	6,61		
		66	71,6	(--)	6,6		
		65,7	70,4	(--)	6,57		
6.	Apoyo a Subdirección	70,6	73	85,3	7,06	8	69,38
		70,4	73,1	84	7,04		
		66,3	70,9	(--)	6,63		
		68,5	71,6	(--)	6,85		
		71	74,2	85,8	7,1		
		60,3	73,2	85,8	6,03		
		71,3	74,6	86,1	7,13		
		68,7	72,3	83,8	6,87		
7.	Pasillo Coordinación Misional(A)	63,7	71,5	(--)	6,37	8	66,86
		66	71,8	(--)	6,6		
		64,9	72,7	83,1	6,49		
		64,6	71,9	(--)	6,46		
		67,1	72,8	85,6	6,71		
		68,5	72,4	84,1	6,85		
		66,8	71,7	(--)	6,68		
		63,9	70,9	(--)	6,39		
8.	Pasillo Coordinación Misional(B)	57,7	70,1	(--)	5,77	8	59,97
		60,1	70,5	(--)	6,01		
		58,1	74,5	83,9	5,81		
		59,4	71,1	(--)	5,94		
		59,8	73	(--)	5,98		
		59,5	71,6	(--)	5,95		
		59,9	72,2	(--)	5,99		
		60,4	72,6	(--)	6,04		
9.	Primer Piso espacio libre	64	70,4	(--)	6,4	8	65,29
		65,7	69,7	(--)	6,57		
		64,4	70,2	(--)	6,44		
		63,9	69,4	(--)	6,39		
		64,4	70	(--)	6,44		
		62,9	68,8	(--)	6,29		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		65,8	71,6	84,4	6,58		
		67,1	70,7	83,4	6,71		
10.	Fuera de Unidad de Corresponden cia	66,7	71,5	(--)	6,67	8	66,90
		66,4	71,1	83,2	6,64		
		67,1	71,6	(--)	6,71		
		66,9	70,9	(--)	6,69		
		66,4	70,7	(--)	6,64		
		66	70,5	(--)	6,6		
		66,2	70,3	(--)	6,62		
		65,6	69,5	(--)	6,56		
11.	Dentro de Unidad de Corresponden cia(Oficina Cerrada)	-	-	-	-	0	0,00
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
12.	Pasillo Fotocopiadora	64,2	67,8	(--)	6,42	8	65,31
		63,4	66,6	(--)	6,34		
		64,7	67,3	(--)	6,47		
		63	67,1	(--)	6,3		
		64,3	66,6	(--)	6,43		
		64,6	67,2	(--)	6,46		
		66,7	70,1	(--)	6,67		
		66,3	69,1	(--)	6,63		
13.	Fotocopiadora	54	64,1	(--)	5,4	8	58,70
		54,9	63,7	(--)	5,49		
		56,1	63,9	(--)	5,61		
		57	65,1	(--)	5,7		
		54,1	63,1	(--)	5,41		
		58,2	65,2	(--)	5,82		
		55,7	63,8	(--)	5,57		
		64	66,8	(--)	6,4		
14.	Fuera de Refrigeración	73,9	77,4	89	7,39	8	74,32
		72,8	77,5	89,4	7,28		
		74,3	77,6	88	7,43		
		74,2	77,1	89,2	7,42		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

		72,9	77,6	89,5	7,29		
		74,4	77,3	89,3	7,44		
		73,8	76,9	89,7	7,38		
		73,2	77,2	88,3	7,32		
15.	Fuera de Electricidad	75,9	82,5	92,1	7,59	8	75,51
		75	82,1	93,3	7,5		
		75,5	82,6	92,3	7,55		
		74,7	81,2	90,6	7,47		
		74,6	82	92,8	7,46		
		75	82,2	92,9	7,5		
		73,8	80,8	90,9	7,38		
		75,2	81,9	92,6	7,52		
16.	Cafeteria(A)	66,3	71,9	83,2	6,63	8	69,08
		66,5	72	83,6	6,65		
		66,3	72,6	83,8	6,63		
		73,3	75,5	88	7,33		
		67	73,1	83,7	6,7		
		68,5	73,3	85,3	6,85		
		67,7	73,4	85,1	6,77		
		67,2	72,7	83,5	6,72		
17.	Cafeteria(B)	65	71,4	(--)	6,5	8	66,01
		71,4	74,7	86,3	7,14		
		64	71,3	(--)	6,4		
		60,5	69,9	(--)	6,05		
		63,5	70,6	(--)	6,35		
		64,3	71,6	84	6,43		
		63,9	71,2	(--)	6,39		
		60,9	69,8	(--)	6,09		
18.	Dentro Electricidad (Oficina Cerrada)	-	-	-	-	0	0,00
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
19.	Dentro Refrigeracion	-	-	-	-	0	0,00
		-	-	-	-		

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

	(Oficina Cerrada)	-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
20.	Dentro ingreso, registro y certificación (Oficina Cerrada)	-	-	-	-	0	0,00
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		

Fuente: Autores,2019.

En la **Tabla 8**, se observan los valores obtenidos de los niveles anteriormente mencionados, en la jornada de la noche, en síntesis, estos valores no superan lo expuesto en la RES 1792 de 1990 (**Tabla 2**), de igual modo, tampoco sobrepasa los TLV referenciados en la **Tabla 4**, por lo tanto como ya se mencionó en las distintas jornadas, las emisiones generadas por la planta no pueden provocar pérdida temporal ni permanente de la audición.

Por otra parte, se contempla que todos los puntos de muestreo tomados, sobrepasan los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en la jornada de la noche, con respeto a lo establecido en la RES 0627 de 2006 (**Tabla 3**), lo cual indica que existe contaminación acústica en el centro de formación, que si bien no es tan alta para causar daño en el órgano, si puede generar trastornos psicológicos y malestares en general.

Por consiguiente, los puntos de muestreo de color gris, son las oficinas que se encuentran cerradas, debido a que, laboran ocho (8) horas diarias, dicho de otra manera, trabajan en horarios de oficina. En cuanto al **Gráfico 3** que se muestra a

***DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA***

continuación, se observa de manera clara y precisa el comportamiento de los niveles obtenidos en la jornada de la noche.

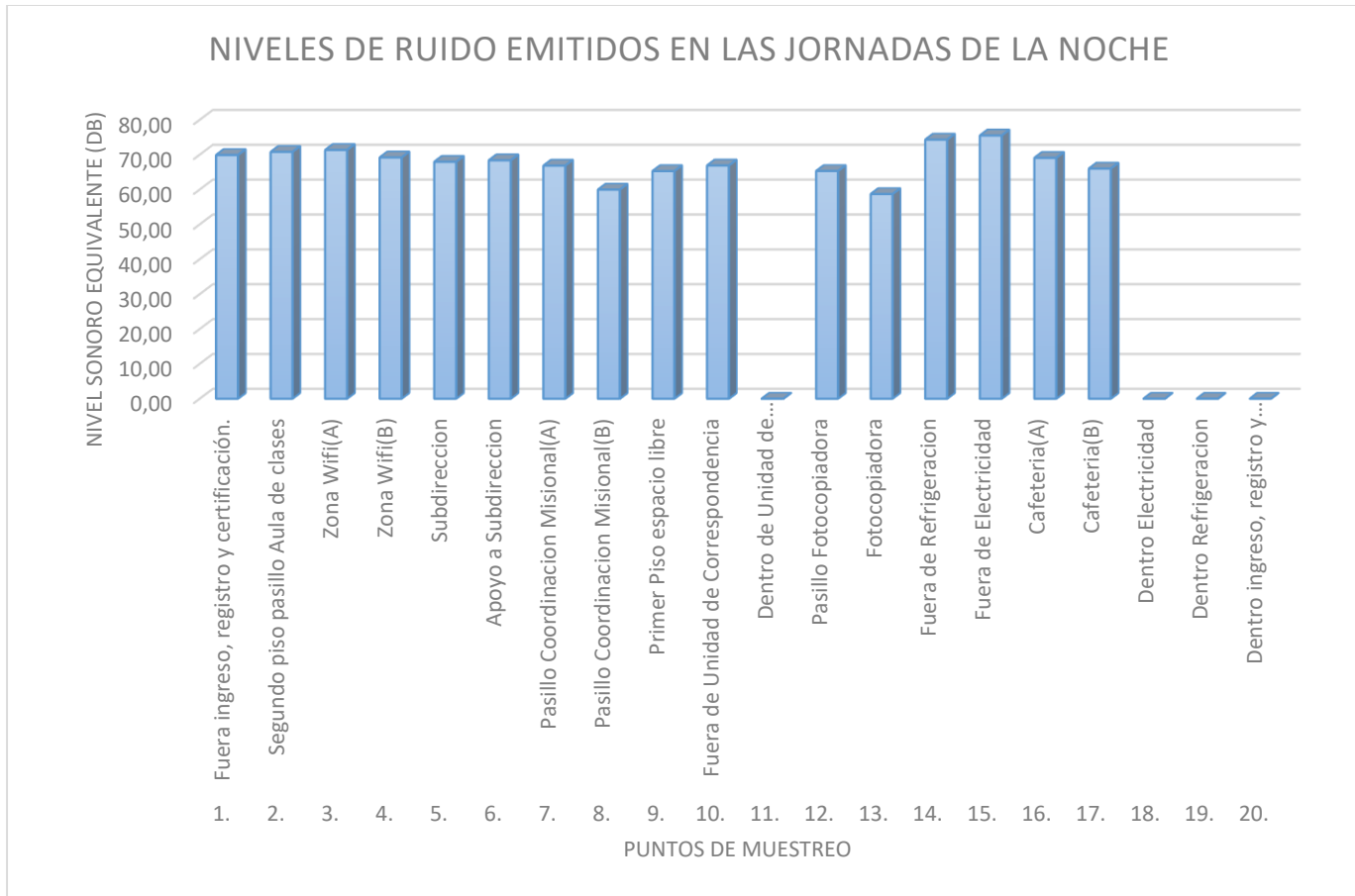


Gráfico 3. Niveles de ruido emitidos en la jornada de la noche.

Fuente: Autores, 2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

6.3 TIEMPO DE EXPOSICIÓN POR JORNADA

Teniendo en cuenta la tabulación de datos y las jornadas en que realizamos las sonometrías, realizamos gráficos con el fin de identificar las horas críticas de exposición al peligro físico ruido. Cabe resaltar, que los valores fueron tomados con un periodo de tiempo de diez (10) minutos por punto de muestreo, se consideró la resolución 0627 de 2006 (**Tabla 3**) para observar de una manera más dinámica los puntos que no cumplen con lo estipulado en la resolución, como se ha venido resaltando en los análisis anteriores.

En la jornada de la mañana obtuvimos como resultado lo mostrado en el **Gráfico 4**, del cual deducimos que los picos fueron a las horas nueve y veinte minutos (9:20) y once y diez minutos (11:10) como se logra apreciar en dicho gráfico, los cuales corresponden a la zona wifi y fuera de electricidad respectivamente.

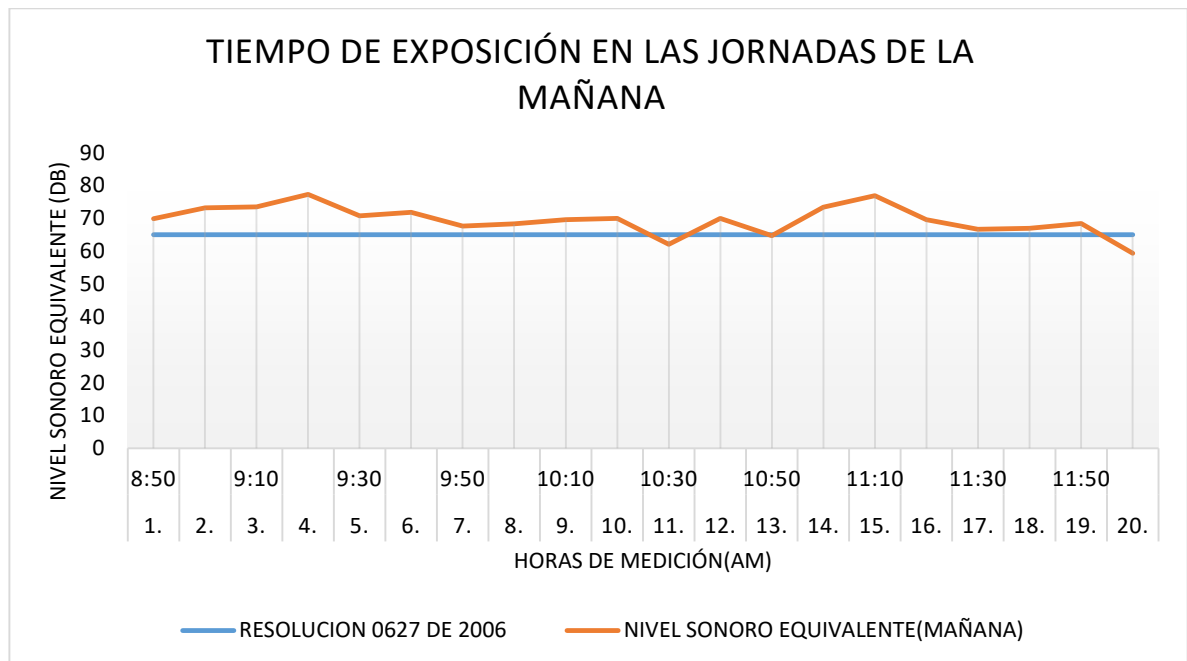


Gráfico 4. Tiempo de exposición en la mañana.

Fuente: Autores,2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

En el siguiente **Gráfico 5** se refleja el comportamiento del nivel sonoro equivalente obtenidos en las horas de la tarde, el cual muestra como pico el punto más cercano a la fuente, expuesto en hora militar de diecisiete con 10 minutos (17:10), se logra apreciar también que los puntos 11,12, 13, 16,17 y 20, cumplen con la normativa, es decir, los valores tomados en las distintas horas, no sobrepasan lo estipulado.

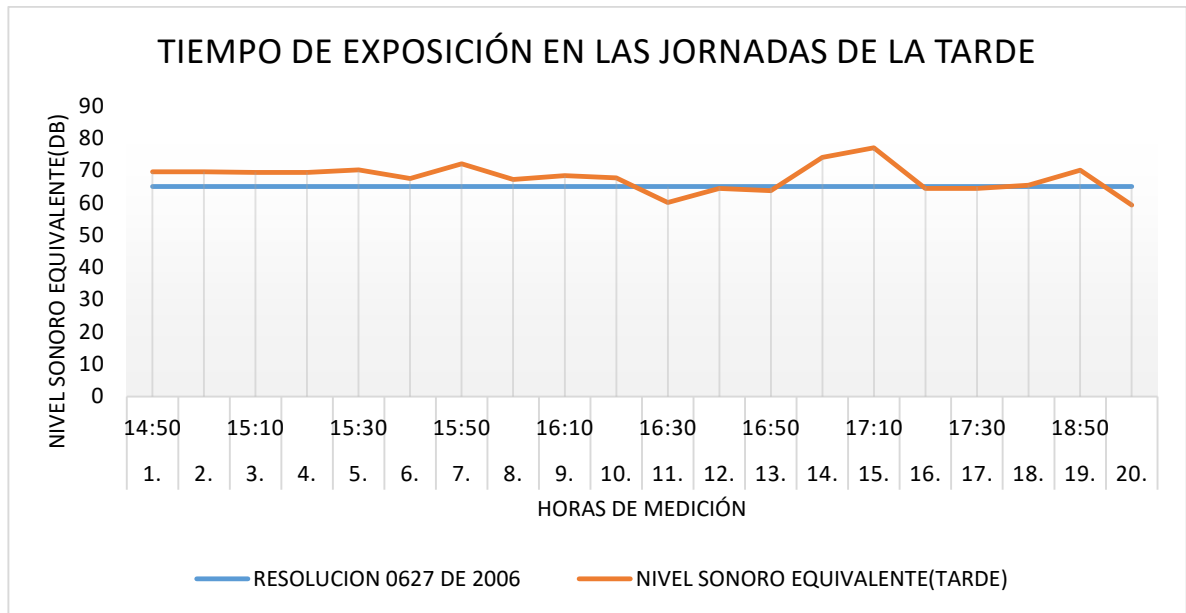


Gráfico 5. Tiempo de exposicion en la tarde.

Fuente: Autores,2019.

Por último, pero no menos importante, se idéntico en el **Gráfico 6** como pico el punto fuera de electricidad en hora militar de veinte con veinte minutos (20:20), en definitiva, este es el punto más crítico del presente proyecto, como se logra ver en el **Anexo 5**, es el más cercano a la fuente. Además, se observa que todos los niveles tomados en las diferentes horas, no cumplen con lo establecido en la resolución en curso.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

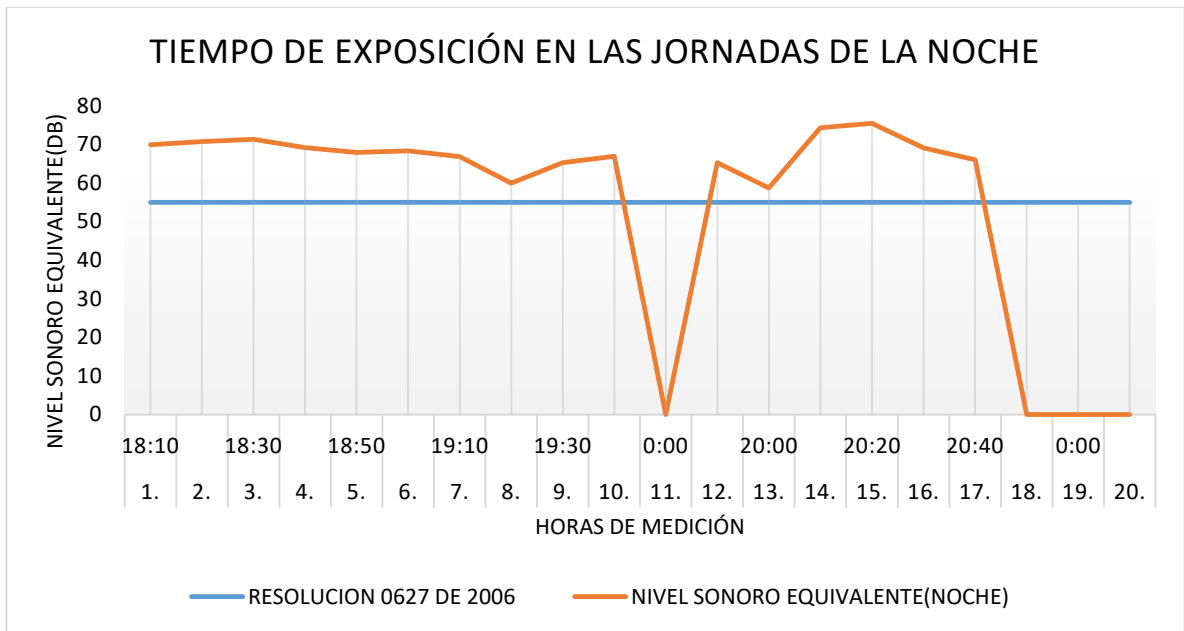


Gráfico 6. Tiempo de exposición en la noche.

Fuente: Autores,2019.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

6.4 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN

Se plantearon las siguientes alternativas teniendo en cuenta la guía técnica colombiana (GTC) 45 (Seguridad, 2010), para disminuir el peligro físico (ruido):

- Reducir al nivel más bajo posible mediante la adopción de las medidas técnicas en mantenimiento generales de prevención necesarias para disminuir al mínimo la exposición de los trabajadores al ruido.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo de equipos con carácter periódico.
- Instalar sistemas de ventilación para reducir el uso de la planta generadora de aires acondicionados.
- Iniciar programa de vigilancia epidemiológica por exposición a ruido en los trabajadores expuestos del centro de formación. (priorizar la realización de exámenes ingreso, periódicos, egresos)
- Aislamiento de la fuente de ruido para minimizar los niveles de presión sonora que reciben los trabajadores del centro de formación.
- Implementar el uso de elementos de protección personal (EPP) y/o protección auditiva para los trabajadores más expuestos al peligro, en caso de que no sea posible aislar la fuente.
- Brindar capacitaciones a los trabajadores del centro de operación y mantenimiento minero en temas asociados a la conservación auditiva, contaminación acústica, trastornos psicológicos causados por el peligro físico ruido, entre otros.

7 CONCLUSIONES

La evaluación de los niveles de ruido que se emiten en el Centro de Operación y Mantenimiento Minero del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Regional Cesar, fue una herramienta para determinar el confort acústico que actualmente presentan los trabajadores del centro de formación, una vez finalizado el proceso de determinación de las condiciones de confort acústico y analizado el comportamiento de los niveles de presión sonora, se infiere las siguientes conclusiones:

Se logró caracterizar veinte (20) áreas dentro de las cuales se representan cuatro (4) oficinas o puestos de trabajo del centro de formación objeto de estudio.

Se logró evaluar y analizar las sonometrías realizadas en cada uno de los puntos de muestreo referenciados en el área administrativa del Centro de Operación y Mantenimiento Minero, por lo que se comprobó, que los niveles de presión sonora están dentro de los valores límites permisibles para la exposición a ruido ocupacional.

Se constató que los niveles de presión sonora continuo equivalente en cada jornada evaluada, se encuentran dentro de lo estipulado en la resolución 1792 de 1990, así mismo, están dentro de los estándares internacionales, publicados por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). Sin embargo, en algunos puntos de muestreo sobrepasan los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido, establecidos en la resolución 0627 del 2006.

Se evidenció que los puntos de muestreo número catorce (14) y quince (15), fuera de refrigeración y fuera de electricidad respectivamente, son las áreas más críticas con respecto a los demás puntos, debido a que están justo al lado de la planta generadora de aires acondicionados.

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Se verificó que la variación sonora diaria presenta una tasa de intercambio general de 2 dBA, entre la jornada de la mañana y la jornada de la noche para todos los puntos de muestreo evaluados.

Se comprobó que en el centro de operación y mantenimiento minero no existe riesgo directo a pérdida o disminución de la capacidad auditiva por exposición al ruido continuo estable que emite la planta, pero si se puede generar una serie de trastornos psicológicos como stress, dolor de cabeza, cambios de humor repentinos, socioacusia, falta de concentración, entre muchos otros factores, causados por la percepción constante del ruido. Todo esto trae como resultado una disminución en el rendimiento laboral, puesto que, no existe un confort acústico en las instalaciones del centro de formación.

El centro de formación a través de sus directivos debe buscar una metodología adecuada para verificar la hipótesis planteada, donde se pueda comprobar si el trabajador realmente presenta una mejora en su rendimiento laboral, gracias a que la entidad busque mejorar el confort acústico o bien sea el ambiente de trabajo. Por ende, es importante añadir, que invertir en la mejora continua del ambiente de trabajo es una inversión necesaria, la cual no se debe ver como un gasto innecesario, sino todo lo contrario, para garantizar que los procesos y actividades que se realizan en el centro se den de forma efectiva.

Por lo tanto, se espera que este proyecto sea una referencia para incentivar a los directivos y profesionales de seguridad y salud en el trabajo del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje, SENA, regional cesar, a procurar siempre una mejora continua en el ambiente de trabajo y la salud de los empleados, mediante la ejecución de acciones en pro a ello.

8 RECOMENDACIONES

Incorporar el peligro físico (ruido) ocupacional en los procesos de sistemas gestión ambiental (matriz de peligro) del centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar.

Establecer un ambiente laboral sano, que cumpla con la legislación ambiental referente a la contaminación acústica, con el fin de mejorar la calidad de vida y la seguridad y salud en el trabajo de los empleados, estudiantes y/o persona regular con acceso al centro de operación y mantenimiento minero del servicio nacional de aprendizaje SENA, regional cesar, mediante la incorporación de metodologías que planteen una mejora continua y garanticen la salud de los trabajadores.

Adicionalmente, recomendamos tener en cuenta lo planteado por (Polo Alvarado, y otros, 2006) especialmente en los siguientes aspectos:

Realizar evaluación auditiva pre ocupacional, de seguimiento y post ocupacional, que explore adicionalmente las condiciones individuales relacionadas con hipoacusias, y otras actividades asociadas con los hobbies y hábitos personales, así como la exposición a sustancias químicas y a vibración.

Establecer programas de evaluaciones médicas, aplicación de cuestionarios tamiz, y pruebas audiológicas, como la audiometría. La periodicidad y el tipo de pruebas también debe depender de los niveles de ruido a los cuales se encuentre expuesto el trabajador.

Se recomienda la aplicación de métodos administrativos y de control técnico o de ingeniería en la fuente de generación de la contaminación por ruido y/o en el medio de transmisión para el control de la exposición a ruido en los sitios de trabajo.

Los programas de conservación auditiva deben incluir estrategias educativas y de motivación para la aplicación de las medidas de control dirigidas al empleador y a los trabajadores.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Polo Alvarado, B. E., Nieto Zapata, O., Camacho Herrera, A., Mejia Alfaro, J., Escobar Roa, E., & Araque, A. (Diciembre de 2006). *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-HIPOACUSIA%20NEROSENSORIAL.pdf>
- Amezquita, C., López, R., & López, V. (2011). *Formulación del Plan de Manejo del Recurso Energético y de la Contaminación Auditiva en la Universidad Popular del Cesar Sede Campus Sabanas*. Valledupar.
- Arias, F. G. (Julio de 2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN Introducción a la metodología científica 6ª Edición*.
- Bonilla Sanchez, C., & Pérez Moreno, H. (2004). *Determinación de los Niveles de Contaminación Auditiva en la Ciudad de Valledupar-Cesar*. Valledupar.
- Botero, D., & Alzate, A. (20 de Noviembre de 2017). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v14n1/1900-3803-entra-14-01-284.pdf>
- Bruel, P. V., & Kjear, V. (2010). *Ruido Ambiental*. Obtenido de <https://www.bksv.com/media/doc/br1630.pdf>
- Casas, G., Betancur, V. M., & Montaña, E. S. (Enero-Junio de 2015). *Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v11n1/v11n1a19.pdf>
- DNP. (23 de Septiembre de 2015). *Departamento nacional de planeación*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/subdireccion-de-empleo-y-seguridad-social/Paginas/Seguridad-Social-Integral.aspx>

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

- ecologica, M. p. (2018). *Conceptos basicos del ruido ambiental*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion_acustica_tcm30-185098.pdf
- Fernandez, B., & Martinez, Y. (2018). *Medición De La Contaminación Auditiva Generada En Los Bloques (A, B, C, D) En La Universidad Popular Del Cesar Sede Campus Universitario*. Valledupar.
- Giraldo, W., & Gonzáles, A. E. (11 de Mayo de 2011). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v10n18/v10n18a07.pdf>
- Gutiérrez, A. M. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional*. Obtenido de <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/publicaciones/guias/GUIA-TECNICA-EXPOSICION-FACTORES-RIESGO-OCUPACIONAL.pdf>
- Guzmán, I. E. (2016). *Compromiso SENA*. Obtenido de <http://compromiso.sena.edu.co/index.php?text=inicio&id=28>
- Haedo, A. M. (2016). *Argentina Ambiental*. Obtenido de <http://argentinambiental.com/notas/informes/ruido-ambiental-efectos-hombre/>
- Martinez, J., & Peters, J. (Octubre de 2015). *Ecologistas en acción*. Obtenido de https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_ruido_2013.pdf
- Pacheco, J., Franco, J. F., & Behrentz, E. (20 de Diciembre de 2009). *Caracterización de los niveles de contaminación auditiva en Bogotá: Estudio piloto*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n30/n30a10.pdf>
- Parella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Obtenido de <file:///C:/Users/NAISLA%20FLOREZ/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigacici%C3%B3n%20cuantitativa%20->

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

%20santa%20palella%20stracuzzi%20y%20feliberto%20martins%20pestan
a.pdf

Perez, P. (Mayo de 2019). *Circular 115 de 2005*. Obtenido de
http://normograma.sena.edu.co/normograma/docs/pdf/circular_sena_0115_2005.pdf

RES 0627. (2006). Obtenido de
http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-0627-de-2006.pdf

Romero, G., Acero, J., & Jaimes, M. (15 de mayo de 2016). Obtenido de
<http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v20n49/v20n49a10.pdf>

Romero, R. (Agosto de 2014). *Estudio de ruido ambiental previo a la construcción del proyecto Eólica del Sur*. Obtenido de
<https://consultaindigenajuchitan.files.wordpress.com/2015/01/estudio-de-ruido-ambiental-pe-eolica-del-sur-pma.pdf>

Secretaria Distrital de Ambiente de Bogotá. (2017). Obtenido de
<http://ambientebogota.gov.co/ruido>

Segués, F. (2005). *Sistema de Información sobre Contaminación Acústica*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente:
<http://sicaweb.cedex.es/docs/documentacion/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

Seguridad, C. C. (15 de 12 de 2010). *GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS Y LA VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL*. Obtenido de
<https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>

SENA. (2017). Obtenido de http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/zonaCaribe/Paginas/_Cesar.aspx

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

SENA. (2017). Obtenido de <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/quienesSomos.aspx>

SENA. (2019). Obtenido de <http://www.sena.edu.co/es-co/sena/Paginas/quienesSomos.aspx>

Suter, A. H. (2001). Obtenido de <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/47.pdf>

Tamayo, M., & Tamayo. (2003). *El proceso de la investigación científica*. Obtenido de <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>

Tellez, M. A., Suarez, D., & Yepes, A. (Noviembre de 2015). *MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE*. Obtenido de <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/543/Informe%20final%20ruido%20Villamaria-2015%20Reducido.pdf>

10 ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calibración del sonometro.



www.kimo.fr Instruments de Mesure et de Contrôle

CERTIFICAT D'ETALONNAGE 1 / 2
CALIBRATION CERTIFICATE
N°NEA1600155

Délivré à : **MYDA S.A.S**
Issued for : Diagonal 74-B
(Av. Bolivariana) - No 32D-95 Of 1
MYDA FLY34048
MEDELLIN

INSTRUMENT ETALONNE
CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : **Calibreur acoustique CAL300**
Designation : **Sound calibrator CAL300**

Constructeur : **Kimo**
Manufacturer :

Type : **CAL300**
Type :

N° de série : **16090163** N° Inventaire :
Serial number : **Inventory number :**

Ce certificat comprend 2 page(s) Date : **16 Septembre 2016**
The certificate includes

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de
Fac Similé Photographique Integral.
This certificate may not be reproduced other than in full by
photographic process.

Ce document est en tout point conforme à la norme FD X 07-012
This document is complying standard FD X 07-012

Responsable Métrologie
Metrology Manager

Sébastien COUPEAU
P.A. Metrologie
Bretagne Libération



Usine et Siège Social
Zone industrielle - BP 16 - 24700 MONTPON
Tél. : 05 53 80 85 00 - kimo@kimo.fr

Alsace-Lorraine 03 88 49 16 90
Bretagne 02 99 54 77 00
Centre 02 38 23 00 40

Midi-Pyrénées 05 61 72 84 00
Nord 03 20 90 92 95
Paris Ouest 01 30 02 81 20

Paris Est 01 60 06 14 72
PACA 04 42 97 33 94
Rhône-Alpes 04 72 15 88 72

SA au capital de 1 027 657 € - RCS Périgueux 349 282 095 - Siret 349 282 095 000 18 - APE 2651 B - TVA FR 14 349 282 095

KIMO - Société du Groupe KGF

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Certificat d'étalonnage N°NEA1600155

2 / 2

ETALONNAGE EN ACOUSTIQUE
ACOUSTIC CALIBRATION

1- Caractéristiques de l'appareil :

Instrument features :

Désignation : Calibreur acoustique CAL300
Description : Sound calibrator CAL300

N° série sonde / *Probe S.N. :*

Echelle : niveau à 114 dB
Range : niveau à 94 dB

N° inventaire sonde / *Probe I.N. :*

Résolution : 0,01 dB
Resolution : 0,01 dB

2- Méthode d'étalonnage :

Calibrating principles :

Les points d'étalonnage sont réalisés par comparaison avec les moyens suivants:

- ETA005 étalon n°:2771768, raccordé(s) aux étalons nationaux par le certificat COFRAC n°P156099.

The points of calibration are realized with means of calibration according to:

- ETA005 a standard sn°:2771768, traceable to standard national reference by COFRAC certificate n°P156099.

3- Conditions d'environnement :

Environmental conditions :

Température ambiante : 22.3 °C
Ambient temperature:

Humidité relative : 43.9 %HR
Relative humidity :

Pression atmosphérique 1006 hPa
Atmospheric pressure :

4- Conditions d'étalonnage :

Calibrating conditions :

Tolérance appliquée à l'étalonnage : +/-0,25 dB de 94 à 114 dB

Calibrating accuracy :

Remarque : Normes de référence (français / anglais) : NF EN 60942 / CEI 60942

5- Résultats des mesures :

Measurement results :

n°	Vref	Unit	Vi	Unit	Vi-Vref	Unit	Incertitude
1	94,00	dB	94,01	dB	0,010	dB	0,13
2	114,00	dB	114,00	dB	0,000	dB	0,13

Vref: valeur lue sur l'appareil étalon, Vi: valeur lue sur l'appareil du client.

L'unité de l'incertitude de mesure est exprimée dans la même unité que Vref. Les incertitudes mentionnées prennent en compte les incertitudes de l'étalonnage (étalon de référence, moyen, condition d'environnement, résolution de l'appareil ...). Ces incertitudes sont élargies avec un coefficient k=2.

Vref: value displayed by our reference instrument, Vi: value displayed by customer's instrument.

For uncertainty, unit is the same as the one of Vref. Uncertainties above mentioned take into account calibration uncertainties (reference instrument, calibration mean, environment conditions, instrument resolution...). These uncertainties are extended with coefficient k=2.

Etalonnage effectué par Vergnaud Stéphane

le 15/09/16

Calibration performed by

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Anexo 2. Solicitud de autorización para el desarrollo del proyecto.



**Universidad
Popular del Cesar**
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Valledupar, 14 de mayo de 2019



Señor:
CAMILO ENRIQUE GARCÍA VALERA
Coordinador Misional
Centro Operación y Mantenimiento Minero - SENA

Referencia: Solicitud de autorización para desarrollo de trabajo de campo (Mediciones ambientales y/o ocupacionales ruido) en el Centro de Operación y Mantenimiento Minero.

Cordial saludo,

Por medio del presente, las estudiantes del programa de ingeniería ambiental y sanitaria **ANGIE CAMILA BECERRA FLOREZ** identificada con CC: 1062.404.063 y **MELISSA CHARLOTTE BECERRA FLOREZ** identificada con CC: 1065.825.915, se encuentran desarrollando una investigación de carácter académica denominada: **"CONDICIONES AMBIENTALES DE CONFORT ACÚSTICO EN ÁREAS ADMINISTRATIVAS DEL CENTRO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MINERO DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA - REGIONAL CESAR"**.

Para este estudio, el cual fue avalado en su fase anteproyecto con opción de grado por el comité de investigación del programa de ingeniería ambiental y sanitaria, se les solicita su autorización para que las referidas estudiantes, tengan acceso a las instalaciones y/o áreas administrativas de la entidad, a efectos de poder realizar según los objetivos del proyecto, el trabajo de campo correspondiente a mediciones ambientales y/o ocupacionales sobre ruido según metodologías estandarizadas.

De antemano, agradecemos su mayor disposición ante esta solicitud de carácter institucional.

Cordialmente;



LUIS ALBERTO ROMERO BENJUMEA
Director Dpto. Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Docente - Director del proyecto de grado



ANGIE CAMILA BECERRA FLOREZ
Estudiante Ing. Ambiental y Sanitaria

Melissa Becerra Florez
MELISSA CHARLOTTE BECERRA FLOREZ
Estudiante Ing. Ambiental y Sanitaria

Con copia: Comité de Investigación del Programa.

DIRECCIÓN REGIONAL SENA - REGIONAL CESAR	
No. Radicación:	001
fecha:	14-05-2019 4:22 pm
Destinatario:	Atendido
2019214	Amijao C



CO-SC-CER618726



www.unicesar.edu.co
Campus Universitario Sabanas, Of. 105 D. PBX (57) (5) 5848217 EXT. 1129
Línea de atención al ciudadano 01 8000 400380
Valledupar Cesar Colombia

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

Anexo 3. Respuesta a petición.



No: 20-2-2019-004142
22/05/2019 15:09:24 PM

20-95214

Valledupar,

Señor
LUIS ALBERTO ROMERO BENJUMEA
Director Departamento Ingeniería Ambiental y Sanitaria
Universidad Popular del Cesar
Diagonal 21 No. 29-56 Sabanas del Valle
Valledupar, Cesar

Asunto: Respuesta a petición.

Cordial saludo:

En atención a su comunicación No. 20-1-2019-003867 del 14 de mayo de 2019, a través de la cual solicita autorización para el ingreso de las estudiantes del programa de ingeniería industrial ANNGIE CAMILA BECERRA FLOREZ identificada con c.c. 1.062.404.063 y MELISSA CHARLOTTE BECERRA FLOREZ identificada con c.c. 1.065.825.915, con el objetivo de realizar el trabajo de campo correspondiente a mediciones ambientales y/o ocupacionales sobre ruido según metodologías estandarizadas, nos permitimos informarle que su solicitud de ingreso ha sido avalada, para el desarrollo de las actividades en el tiempo prudente que consideren necesario dentro de las instalaciones del centro.

Atentamente,



CAMILO GARCÍA VALERA
Coordinador Misional

Radicación Recibida: 20-1-2019-003867 – NIS: 2019-01-151976

Proyectó: Melissa Martínez
Apoyo Subdirección

Ministerio de Trabajo
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
Centro de Operación y Mantenimiento Minero- Regional Cesar
Carrera 19 No. 14 - 78 – Teléfonos (095) 5700101 – 5703366 – 5600917- Valledupar.
www.sena.edu.co - Línea gratuita nacional: 01 8000 9 10 270 GD-F-011 V04 Pag # 1

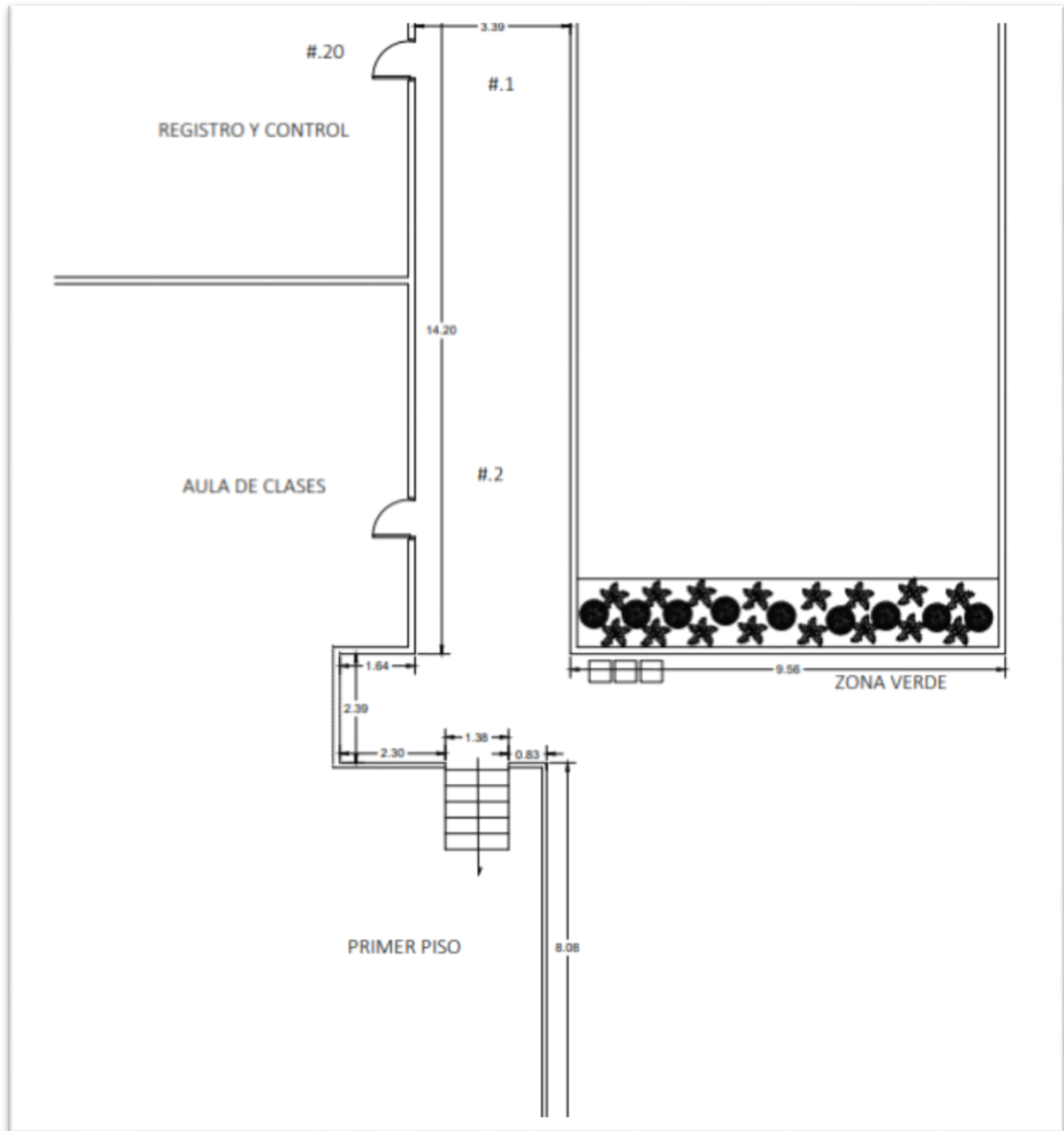


Certificado No
SC-CF336681

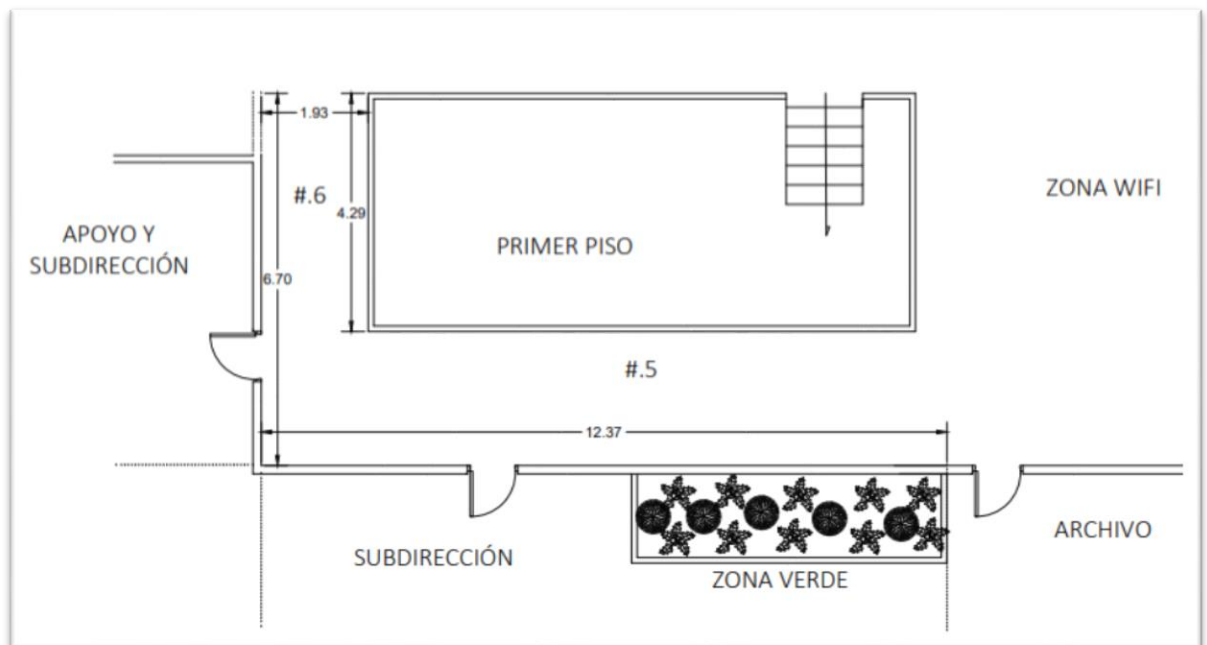
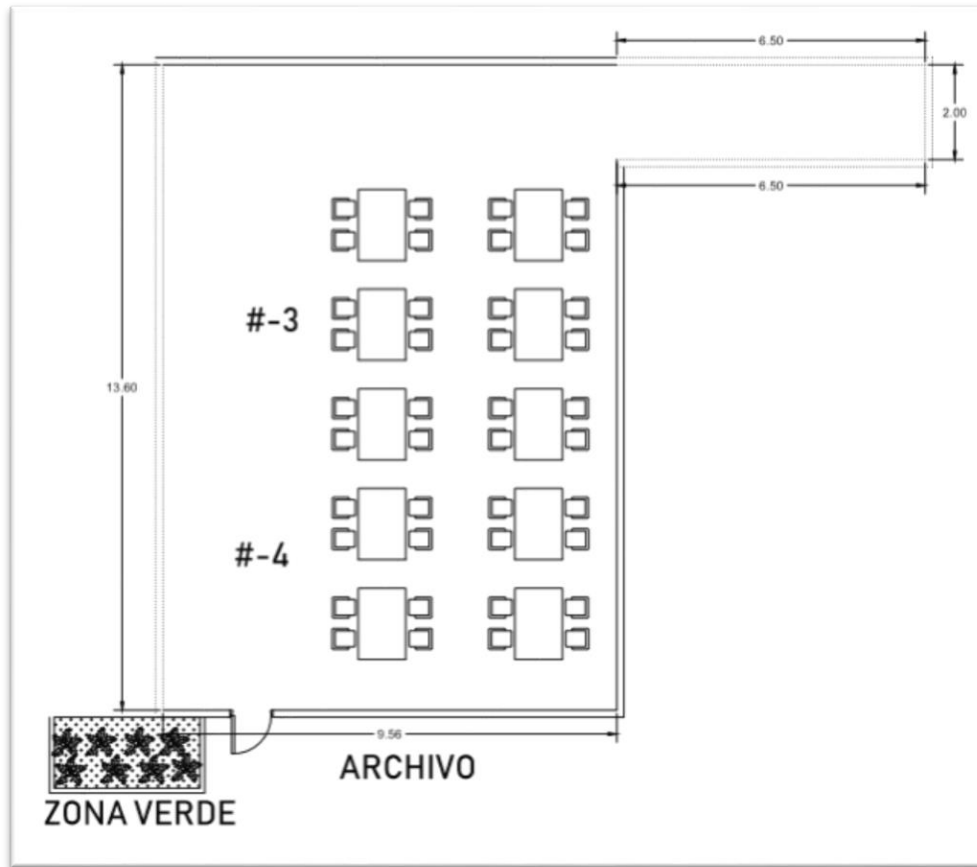


Certificado No
CO-SC-CF336681

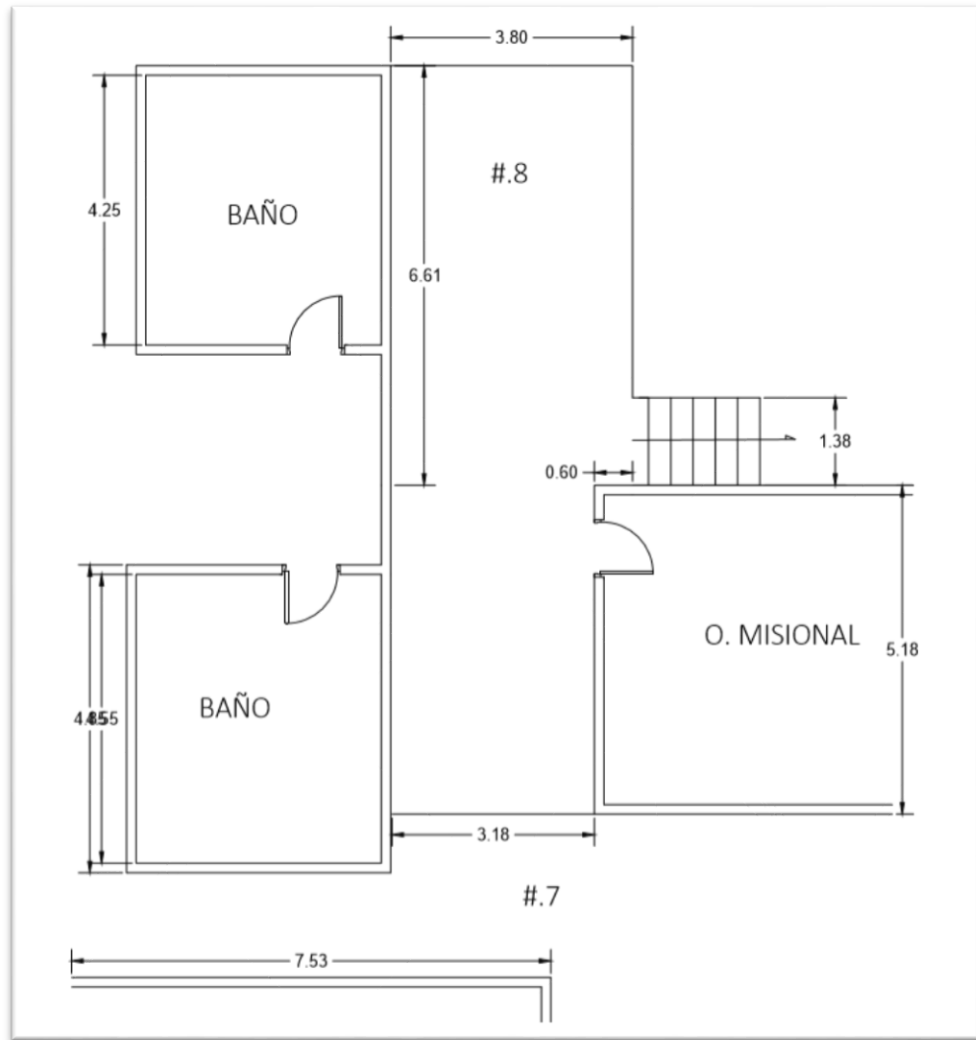
Anexo 4. Planos realizados para visualizar los puntos de muestreo.



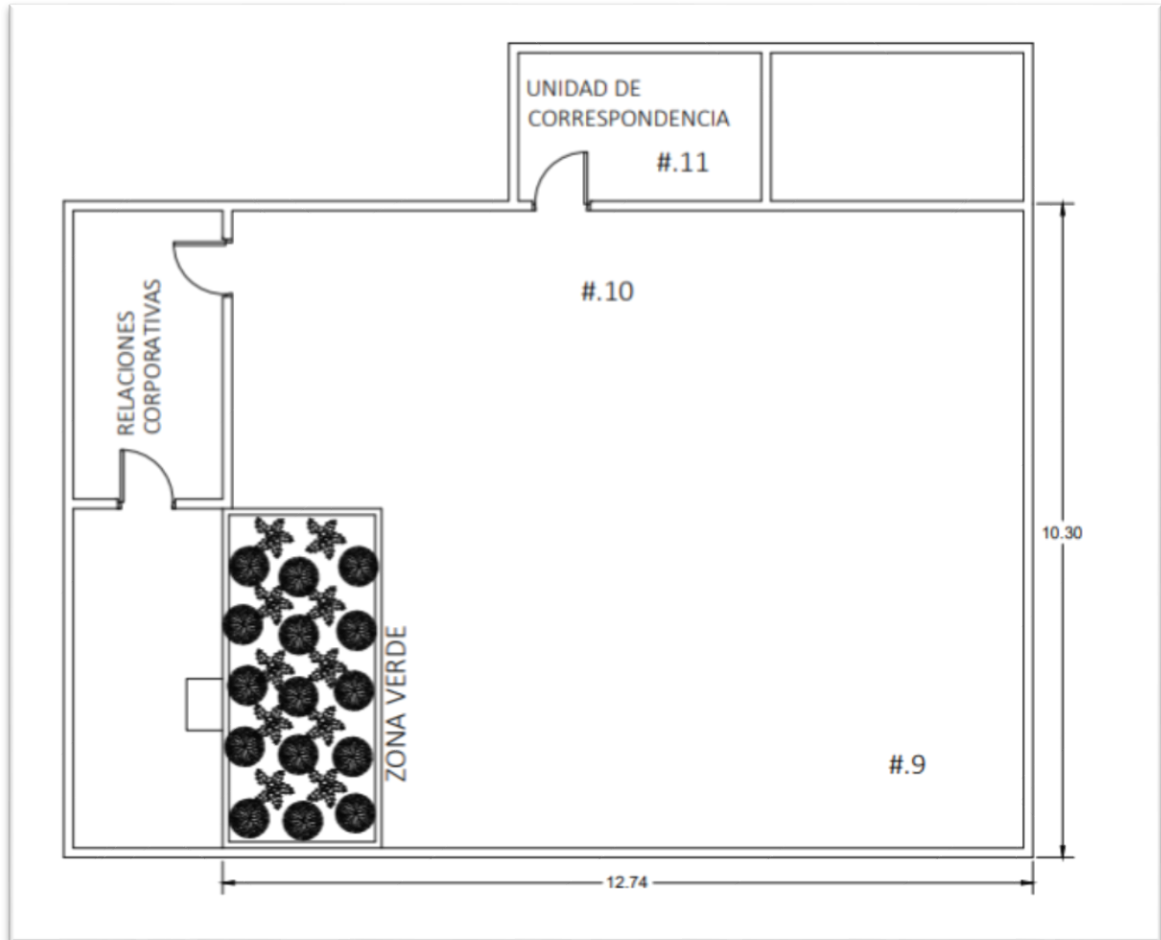
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA

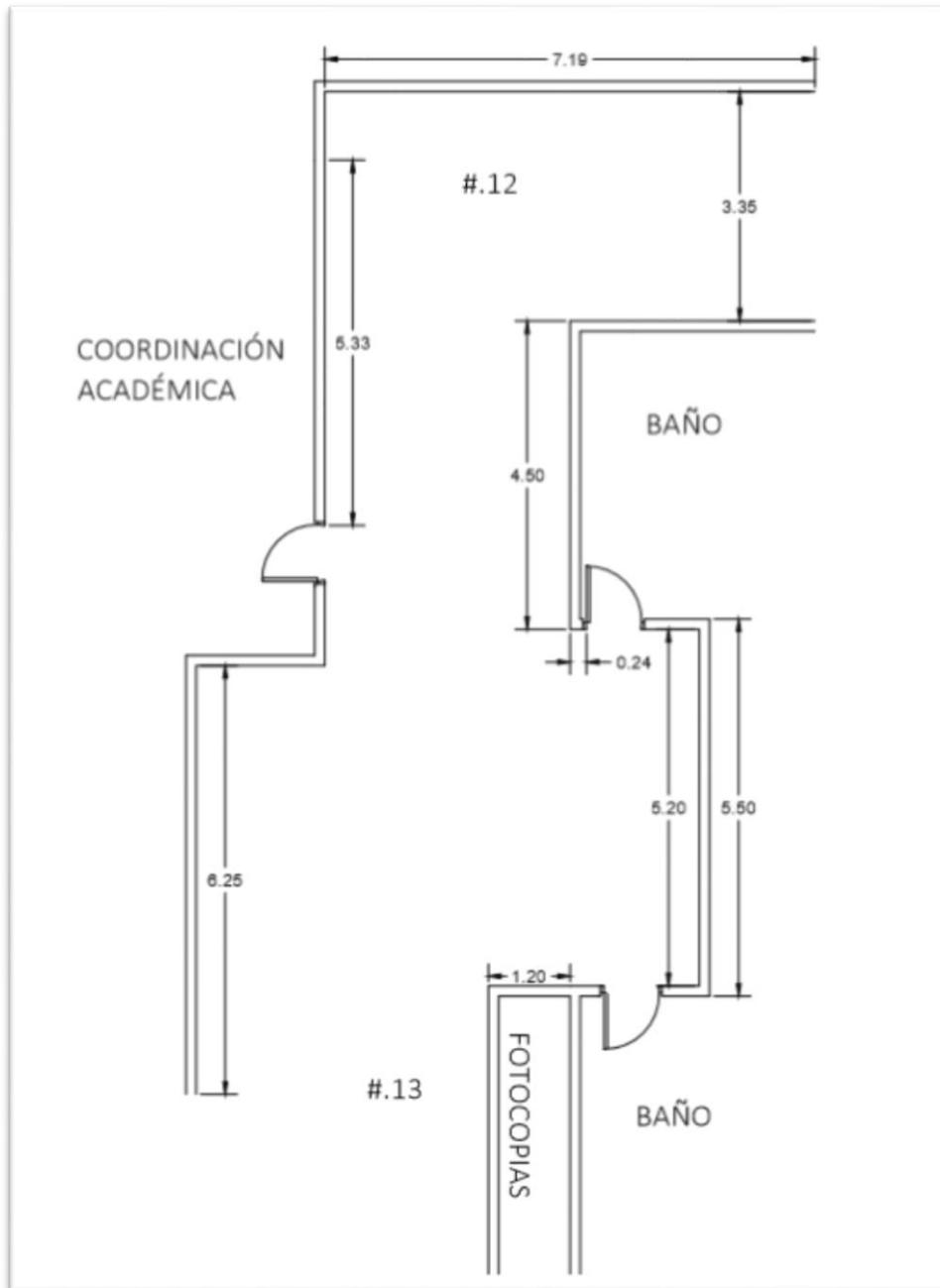


**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

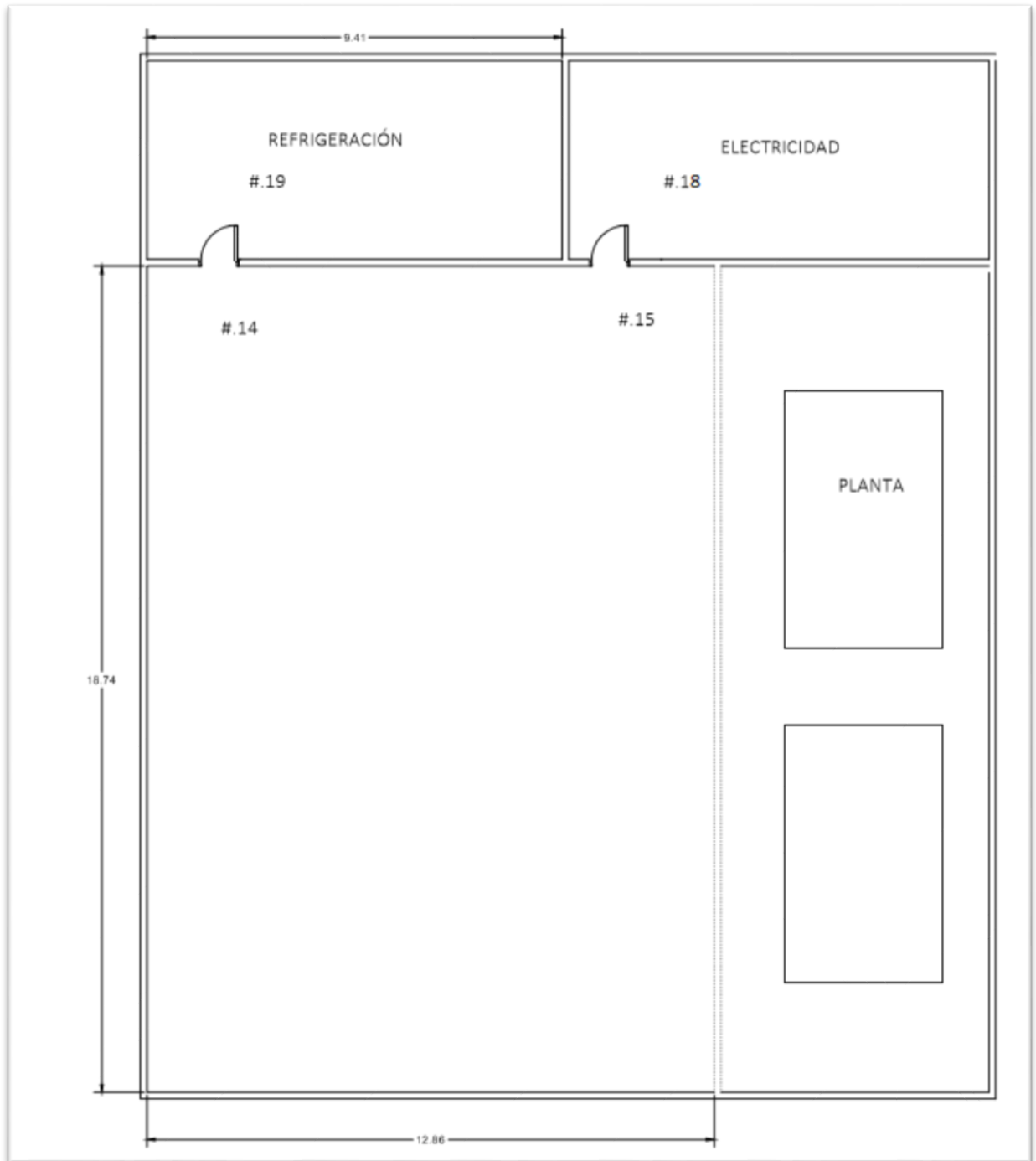


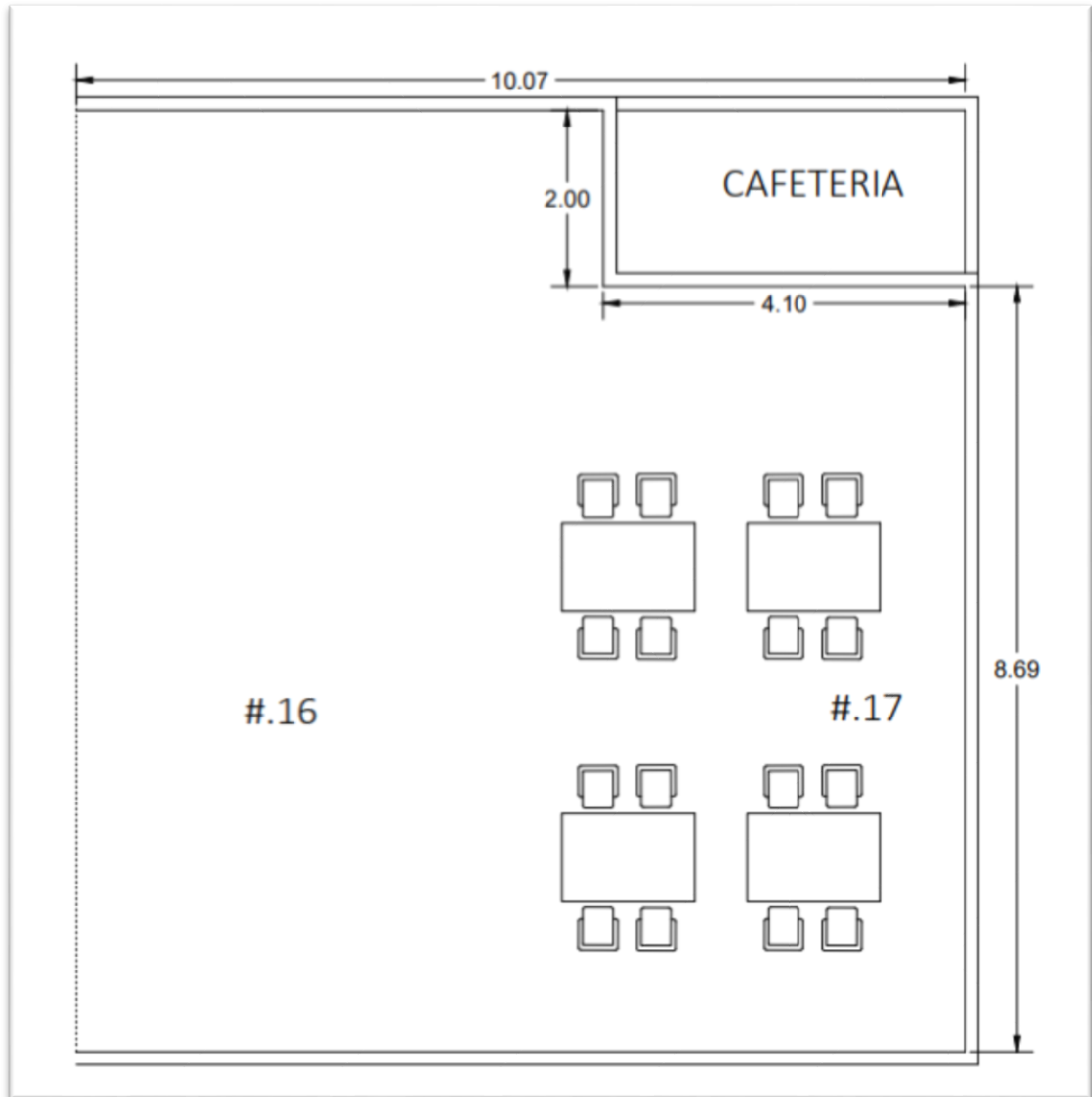
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

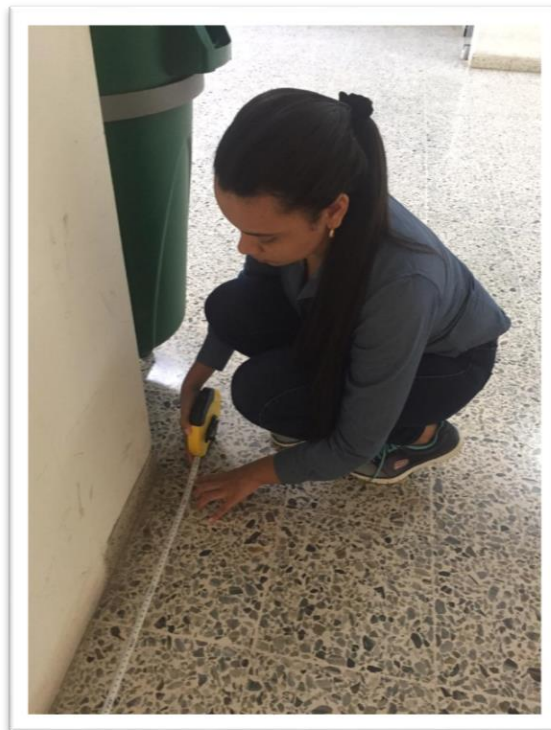
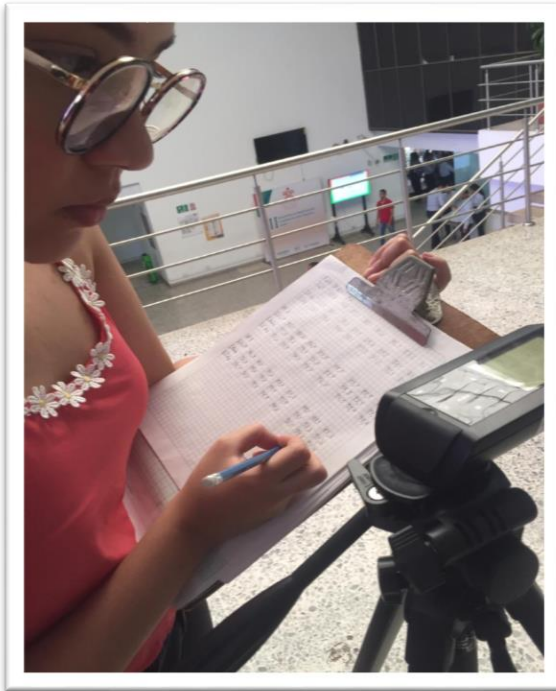




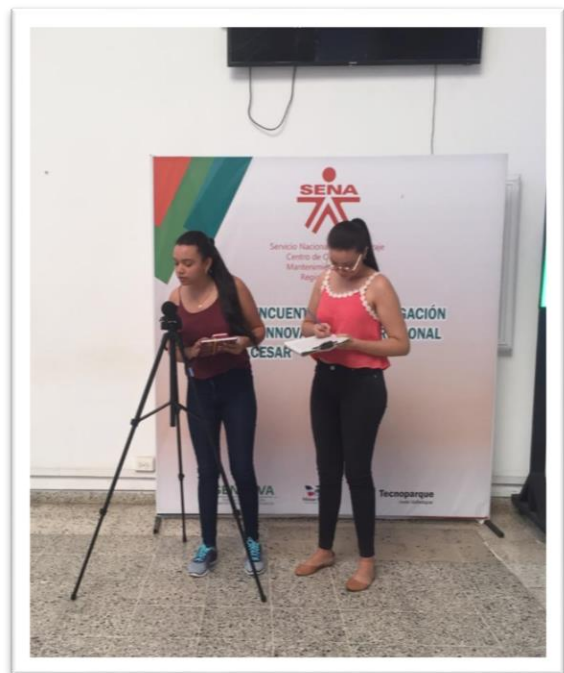
Anexo 5. Punto de muestreo mas cercano a la fuente.



Anexo 6. Evidencias fotograficas.



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**

