



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

## Programa de Posgrados en Riesgos Laborales

### **Exposición a Riesgos Físicos: Ruido y Estrés Térmico del Técnico de Automatización de Procesos de la Reformadora Continua de Catalizador de la Refinería Estatal Esmeraldas**

Linea de Investigación

#### **Gestión de Riesgos y Productividad Empresarial**

Tesis de grado previo a la obtención del título de  
Magister en Gestión de Riesgos, Mención Prevención  
de Riesgos Laborales

Autor: Ing. Luis Armando Ayoví Plata

Asesor: MSSA. Fausto Marcelo Rovalino Tello

Esmeraldas, 2020



Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por los reglamentos de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Magíster en Gestión de Riesgos, mención Prevención de Riesgos Laborales.

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Tema:

**Exposición a Riesgos Físicos: Ruido y Estrés Térmico del Técnico de Automatización de Procesos de la Reformadora Continua de Catalizador de la Refinería Estatal Esmeraldas.**

Ing. Luis Armando Ayoví Plata

f. \_\_\_\_\_

**AUTOR**

MSSA. Fausto Rovalino Tello

f. \_\_\_\_\_

**DIRECTOR DE TESIS**

Mgt. Freddy Betancourt Aguilar

f. \_\_\_\_\_

**LECTOR 1**

Mgt. Kléber Vera Tortorella

f. \_\_\_\_\_

**LECTOR 2**

Mgt. Luis Hidalgo Solórzano

f. \_\_\_\_\_

**COORDINADOR DE POSGRADOS**

Ing. Alex David Guashpa Gómez

f. \_\_\_\_\_

**SECRETARIO GENERAL DE LA PUCESE**

**Esmeraldas, Ecuador, 2020**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Quien suscribe, Luis Armando Ayoví Plata, portador de la cédula de ciudadanía No. 0803055656, declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de **MAGISTER EN GESTIÓN DE RIESGOS MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES** son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Luis Armando Ayoví Plata

CI. 0803055656

## **CERTIFICACIÓN**

Yo, Fausto Rovalino, en calidad de Director de Tesis, cuyo título es: **EXPOSICIÓN A RIESGOS FÍSICOS: RUIDO Y ESTRÉS TÉRMICO DEL TÉCNICO DE AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS DE LA REFORMADORA CONTINUA DE CATALIZADOR DE LA REFINERIA ESTATAL ESMERALDAS.** Certifico que todas las observaciones de los lectores fueron realizadas, por lo que autorizo la presentación para que se proceda con el trámite de calificación.

**DIRECTOR DE TESIS**

MSSA. Fausto Rovalino Tello

# **DEDICATORIA**

Primero, quiero ofrecer esta investigación a mi fiel y buen compañero Jesucristo, por permitirme ser su amigo y confidente, por ser mi pronto auxilio en los momentos difíciles, la fuente de energía que alimenta mis pasos en la consecución de cualquier objetivo y por proveerme una existencia llena de paz y felicidad junto a mi familia.

A mis padres por plantarme buenos hábitos, los cuales me acompañaran hasta el último día de mi vida, permitiéndome tomar las mejores decisiones en los momentos de mayor complejidad.

A mí, novia, hermanos, sobrinos y amigos les ofrezco este nuevo paso en mi desarrollo profesional para que entiendan que mientras el control de nuestras vidas esté en manos de Jesús, nada es imposible.

**LUIS ARMANDO AYOVI PLATA**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente, agradecer Dios y a mi mejor amigo Jesús, que me permite cada día disfrutar de la bendición de vivir y compartir con mis seres amados, fundamentado en la fe para entrégale el control total de mi vida y las decisiones diarias que tomo, por lo que siempre me ha permitido finalizar las metas y objetivos planteados por más difícil que parezca alcanzarlos, a mis padres por darme la vida y estar ahí siempre que los he necesitado brindando, amor, comprensión y disciplina ante las situaciones que se sortean a diario, mis hermanos y esa mujer amada que contribuyo con su valiosa compañía y cariño en la realización de esta tesis.

**LUIS ARMANDO AYOVI PLATA**

## RESUMEN

La unidad CCR o P2 de la Refinería Estatal Esmeraldas es la única reformadora continua de catalizador del país por lo que es la responsable de entregar naftas (gasolinas) de alto octanaje luego de un proceso de refinación química sometido a altas temperaturas. Durante el proceso refinador adicionalmente se generan gases deseados (Hidrogeno o H<sub>2</sub>) y no deseados (BTX Benceno, Tolueno y Xileno). El Hidrogeno generado es de alta Pureza por lo que se convierte en base importante de la misma unidad P2 y de otros procesos de refinación de la estatal petrolera por lo que se requiere de Compresores que les permitan ganar presión y así movilizarse a lo largo de las líneas de proceso.

El compresor tipo turbina o de reciclaje es el responsable de recircular una parte del Hidrogeno producido en la planta a través de los tres reactores con los que cuenta la unidad. Dicho compresor por tener de fuente de energía una turbina a vapor de alta presión, genera altos niveles de ruido que exigen el uso de protección auditiva, adicionalmente se cuenta con dos compresores recíprocos que operan uno a la vez y tienen como fuente de alimentación un transformador eléctrico de 13200 V que empuja cuatro cilindros alternadamente para que presionen el hidrogeno que será entregado a las demás plantas de proceso, el continuo movimiento de los pistones produce un alto nivel de ruido al que se expone el técnico de automatización de procesos cuando realiza las tareas de mantenimiento tanto en la turbina como en los recíprocos. Luego de la sonometría realizada en un periodo de ocho horas donde se consideró los trabajos administrativos, la bodega, y el comedor los resultados arrojaron un nivel de exposición de 94,2 dB.

El nivel de reducción de ruido del EPP entregado por la Refinería Estatal Esmeraldas es de 10 dB por lo que los niveles no superan el valor máximo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393 de 85 dB, de acuerdo a los niveles obtenidos en la turbina es recomendable emplear doble protección auditiva durante el arranque de la misma. El proceso productivo de la P2 exige altas temperaturas para activar el catalizador y que se produzcan las reacciones químicas que darán como resultados las gasolinas para cubrir la demanda nacional, la planta cuenta con un horno tipo caja que en su interior alberga tres hornos, la temperatura que se genera en los compresores, las condiciones de la bodega y los trabajos administrativos diarios, lugares donde se produce un poder calorífico variante

dependiendo del lugar en que se este realizado la tarea y la radiación que estos emiten se puede afectar al tecnico de automatización de procesos al momento de realizar las tareas de mantenimiento a lo largo de las ocho horas de la jornada laboral, unicamente el techo del horno superó los limites permisibles por lo que debe considerarse el tiempo de exposición, en el análisis global se determinó que el Índice TGBH (Temperatura de Globo Bulbo Humedo) promedio es de 26,1 °C con una dosis de 0,87 por lo que se concluyó que no existe riesgo de estrés térmico.

Palabras Claves: CCR o P2, BTX, Ruido , TGBH

## **ABSTRAC**

The CCR or P2 unit of the Esmeraldas State Refinery is the only continuous catalyst reformer in the country, so it is responsible for delivering high octane gasoline (gasoline) after a chemical refining process subjected to high temperatures. Additionally, during the refining process, desired (Hydrogen or H<sub>2</sub>) and unwanted (BTX Benzene, Toluene and Xylene) gases are generated. The Hydrogen generated is of high purity, which is why it becomes an important base of the same P2 unit and other refining processes of the state oil company, so compressors are required that allow them to gain pressure and thus mobilize along the process lines.

The turbine or recycle type compressor is responsible for recirculating a part of the hydrogen produced in the plant through the three reactors that the unit has. Said compressor for having a high pressure steam turbine as a source of energy, generates high levels of noise that require the use of hearing protection, in addition there are two reciprocating compressors that operate one at a time and have a transformer as a power source 13200 V electric that pushes four cylinders alternately to press the Hydrogen that will be delivered to the other process plants, the continuous movement of the pistons produces a high level of noise to which the process automation technician is exposed when performing the tasks of maintenance both in the turbine and in reciprocants. After the sonometry performed in a time frame of eight hours where the administrative work, the warehouse, and the dining room were considered, the results showed an exposure level of 94.2 dB.

The noise reduction level of the EPP delivered by the Esmeraldas State Refinery is 10 dB, so the levels do not exceed the maximum value established in Executive Decree 2393 of 85 dB, according to the levels obtained in the turbine it is advisable to use double hearing protection during the start of it. The production process of the P2 requires high temperatures to activate the catalyst and chemical reactions that will result in gasolines to meet national demand, the plant has a box-type oven that houses three ovens inside, the temperature that is generated in the compressors, the conditions of the winery and the daily administrative works, places where a calorific power is produced depending on the place where the task is performed and the radiation that they emit can affect the

automation technician of processes at the time of performing maintenance tasks throughout the eight hours of the workday, only the ceiling of the oven exceeded the permissible limits so it should be considered the exposure time, in the global analysis it was determined that the TGBH (Globe Temperature Wet Bulb) Index average of 26.1 °C with a dose of 0.87 so it was concluded that there is no risk of thermal stress.

Keywords: CCR or P2, BTX, Noise, TGBH

# ÍNDICE

CÁPITULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Presentación del Tema de Investigación .....	16
1.2 Planteamiento del Problema .....	19
1.3 Justificación.....	21
1.4 Objetivos.....	23
1.4.1 Objetivo General.....	23
1.4.2 Objetivos Específicos.....	23
1.5 Fundamentación Teórica Conceptual .....	24
1.5.1 Compresor tipo Turbina.....	24
1.5.2 Compresor Reciprocante .....	25
1.5.3 Horno Tipo Caja .....	26
1.5.4 Peligro.....	28
1.5.5 Riesgo .....	28
1.5.6 Enfermedad Ocupacional .....	28
1.5.7 Prevención .....	28
1.5.8 Factor de Riesgo .....	29
1.5.9 Factor de Riesgo Físico .....	29
1.5.10 Ruido .....	30
1.5.10.1 Dosis de Ruido.....	31
1.5.10.2 Tipos de Ruido.....	32
1.5.10.3 Trastornos del Oído .....	33

1.5.11	Temperatura .....	35
1.5.11.1	Temperatura de Globo .....	36
1.5.11.2	Temperatura Húmeda Natural .....	36
1.5.11.3	Temperatura de Bulbo Seco .....	37
1.5.11.4	Temperatur Corporal .....	37
1.6	Antecedentes.....	44
1.7	Fundamentación Legal .....	48
CAPITULO II.....		54
2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....		54
2.1	Tipo de Investigación .....	54
2.2	Población y Muestra .....	57
2.3	Técnicas e Instrumentos .....	57
CAPITULO III .....		66
3. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .....		66
3.1	Ruido .....	66
3.1.1	Caracterización del Área de Estudio .....	66
3.1.2	Conclusión.....	74
3.2	Estrés Térmico.....	75
3.2.1	Caracterización del Puesto de Trabajo .....	75
3.2.2	Conclusión.....	81
CAPITULO IV .....		82
4. DISCUSIÓN.....		82
CAPITULO V.....		85

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	85
5.1 Conclusiones.....	85
5.2 Recomendaciones .....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	89
ANEXOS .....	93
Anexo 1. Certificado de Calibración del Sonometro.....	93
Anexo 2. Certificado de Calibración del medidor TGBH .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempo Límite de Exposición según el Nivel Sonoro.....	51
Tabla 2. Operacionalización de las Variables .....	55
Tabla 3. Características del Sonometro .....	58
Tabla 4. Valoración del Riesgo por Estrés Térmico.....	64
Tabla 5. Tareas de la Jornada diaria del Tecnico de Automatización de Procesos .....	67
Tabla 6. Calculo del Nivel de Ruido para cada Tarea .....	69
Tabla 7. Contribuciones al Nivel de Ruido para cada tarea .....	70
Tabla 8. Calculo del Nivel de Exposición Diario.....	70
Tabla 9. Calculo de la media aritmetica del Nivel de Ruido Diario.....	72
Tabla 10. Características del EPP del trabajador.....	74
Tabla 11. Factor de Reducción “R” y Nivel de Ruido Efectivo (NER) .....	75
Tabla 12. Duración de las tareas durante la jornada laboral.....	76
Tabla 13. Resultados de las mediciones interiores y exteriores .....	79
Tabla 14. Carga Metabólica Media .....	80
Tabla 15. Carga Metabólica Media y Dosis .....	81
Tabla 16. Resumen de resultados de los antecedentes y de esta investigación con respecto al ruido laboral .....	82
Tabla 17. Resumen de resultados de los antecedentes y de esta investigación con respecto al Estrés Térmico.....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Esquemático de la Unidad CCR .....	17
Figura 2. Categorización del Riesgo según la Actividda Productiva .....	19
Figura 3. Compresor de Turbina a Vapor.....	25
Figura 4. Compresor Reciprocante.....	26
Figura 5. Horno Tipo Caja.....	27
Figura 6. Tipo de Factores de Riesgo Físico .....	2
Figura 7. Piramide de Kelsen. ....	48
Figura 8. Periodos de Trabajo-Descanso en función del Índice TGBH .....	50
Figura 9. Sonometro EXTECH 407790A .....	58
Figura 10. Estimación del Consumo Metabólico .....	61
Figura 11. Calculo de la carga Térmica Metabólica .....	62
Figura 12. Determinación del TGBH límite .....	63
Figura 13. Características del Medidor EXTECH-HT200 .....	63
Figura 14. Medidor EXTECH-HT200.....	64
Figura 15. Resultados de la Sonometria .....	69
Figura 16. Protección Auditiva del Trabajador .....	75
Figura 17. Mediciones de las Tareas Exteriores.....	77
Figura 18. Mediciones de las Tareas Interiores.....	78

# INTRODUCCIÓN

## 1.1 Presentación del tema de investigación

De acuerdo con el boletín económico de la Red Voltaire del año 2005, la estatal petrolera más grande del Ecuador se encuentra ubicada en la provincia y ciudad Esmeraldas, Refinería Estatal de Esmeraldas (REE), se diseñó para procesar un crudo liviano de 28° API (American Petroleum Institute) y el año 1978 inició su operación con 55 mil 600 barriles diarios de capacidad. En 1987, se realizó una ampliación a 90 mil barriles diarios. Una nueva ampliación a 110 mil barriles para tratar crudo de 23 a 27 ° API se inició a finales de 1995, una rehabilitación integral con la visión de permitir operar las plantas de proceso al 100% se dio a finales del 2013 y concluyó en el 2016.

En la actualidad, la REE está equipada con instrumentación electrónica de punta. Al mismo tiempo, la Refinería funciona en base a un controlador lógico programable más conocido como Sistema de Control Distribuido (DCS), el cual fue creado para el control y monitoreo automático de los procesos de refinación de petróleo de las diferentes plantas operativas que la conforma. Catalíticas II es una de las 8 unidades con la que cuenta la REE y la Reformación Continua de Catalizador (CCR o P2) es la planta principal de dicha unidad, cuyo objetivo es producir gasolina de alto octanaje, hidrógeno (H<sub>2</sub>) y LPG (Gas licuado de petróleo), tomando como carga la nafta liviana como lo muestra la figura 1. La producción diaria de la Planta es de 10 mil barriles y por su alto contenido en aromáticos, este combustible es utilizado para mezclas (Benitez, 2005).

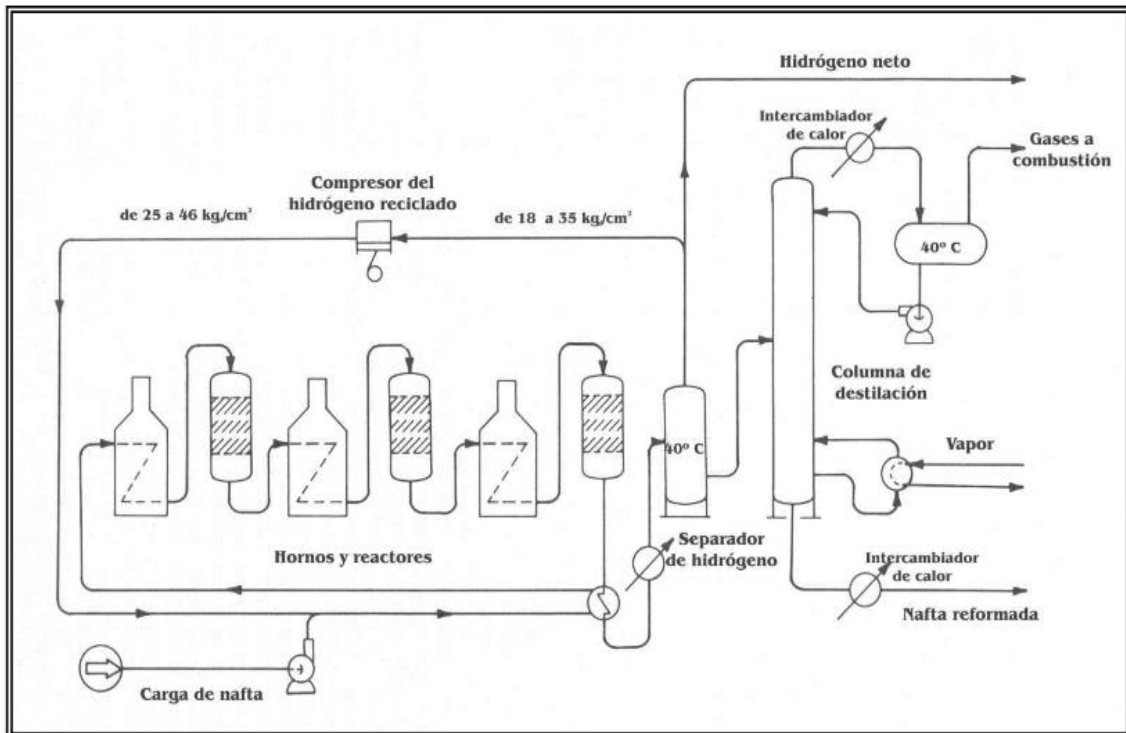


Figura 1: Diagrama de proceso de una unidad de reformación continua de catalizador  
 Fuente: [https://www.modeloingenieria.edu.ar/images/procesos2/material\\_de\\_apoyo/REFORMADOCATALITICO.pdf](https://www.modeloingenieria.edu.ar/images/procesos2/material_de_apoyo/REFORMADOCATALITICO.pdf)

El proceso de CCR puede efectuarse de dos formas: mediante temperatura denominada reformación térmica (la cual actualmente es muy poco utilizada) o mediante temperatura y la presencia de un catalizador denominada en este caso reformación catalítica y cuyo uso está desarrollado a nivel mundial. En la reformación catalítica, la gasolina se somete a reacciones químicas complejas a altas temperaturas (entre los 430 a 550 °C) y a presiones de bajas a medianas (4 a 36 atm), para alcanzar un producto con alto contenido de aromáticos, especialmente benceno, tolueno y xilenos (destacados comúnmente como BTX, que son de gran beneficio en la industria petroquímica), y en un menor grado isoparafinas.

El Técnico de Automatización de Procesos de la P2 es el responsable de velar por el mantenimiento y operación de los distintos instrumentos (sensores, controladores y actuadores) que conforman la unidad de proceso, adicionalmente debe garantizar la perfecta comunicación entre las plantas de proceso y el DCS (Sistema de Control Distribuido) a través de una comunicación HART (4-20 mA) permiten monitorear el proceso en tiempo real. En la P2 el ejercicio de las funciones del técnico lo expone a factores de riesgo físico como temperaturas altas, vibraciones, ruido, radiaciones

ionizantes, trabajos en altura, golpes, cortes y atrapamientos que podrían conllevar a que se materialicen accidentes laborales y al largo plazo enfermedades profesionales.

En los últimos años el término gestión de riesgos se ha implantado como un requerimiento fundamental en las organizaciones públicas y privadas, para sembrar una cultura de prevención dentro de las sociedades se insta a los obreros y a los stakeholders a practicar normativas y políticas de seguridad para prevenir accidentes y evitar enfermedades profesionales, brindando entornos de trabajo confiables donde lo más importante son los trabajadores ya que son la apertura y el cierre de toda actividad productiva. Cuando se habla de prevención es necesario entender la importancia de la identificación de peligros y valoración de los riesgos para definir los controles operativos y disminuir el impacto en el trabajador, comprendiendo que estas medidas preventivas parten en la fuente de peligro, continúan en el medio y al final en el trabajador.

## 1.2 Planteamiento del problema

En atención a la situación expuesta y tomando en cuenta que el técnico de automatización de procesos de la P2 sufre a diario en su jornada laboral los impactos de la exposición a factores de riesgo físico, ruido y estrés térmico, se hace necesario el análisis de dichos factores ya que los trabajos de mantenimiento que se realizan dentro de la planta industrial se consideran de alto riesgo, puesto que la Unidad Técnica de Seguridad y Salud del Ministerio de Relaciones Laborales como se muestra en la figura 2, ha categorizado a las empresas de extracción de petróleo, crudo y gas natural con una valoración de 8 estableciendo que son empresas de alto riesgo (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2018).



**Ecuador**

**CATEGORIZACIÓN DEL RIESGO  
POR SECTORES Y ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

**UNIDAD TÉCNICA DE SEGURIDAD Y SALUD**

CODIGO	SECTOR	ACTIVIDAD	PUNTUACION	RIESGO
B	PESCA	Pesca de altura Actividades de servicios relacionados con la pesca	9	ALTO
C	EXPLORACION DE MINAS Y CANTERAS	Extracción de carbón, lignito, turba Minerales de uranio y torio Minerales metalíferos Explotación de minas y canteras	9	ALTO
F	CONSTRUCCION	Movimiento de tierras, excavación, cimentación, estructuras, instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas, mampostería, revestimiento y enlucidos, empotramiento de mobiliario, pintura y acabados.	9	ALTO
O	SERVICIOS COMUNITARIOS SOCIALES Y PERSONALES	Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento, recolección de basura y actividades similares.	9	ALTO
A	AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	Cultivos agrícolas Cría de animales, combinación de los dos, servicios agrícolas y pecuarios, excepto veterinarios. Caza y captura de animales vivos, repoblación de animales de caza y servicios conexos. Silvicultura, extracción de madera y servicios conexos.	8	ALTO
C	EXTRACCION DE PETROLEO, CRUDO Y GAS NATURAL	Extracción de petróleo crudo y gas natural, actividades y servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas, excepto prospección.	8	ALTO
D	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	Curtido y adobo de cueros Fabricación de sustancias y productos químicos Fabricación de productos de caucho y plástico Fundición de metales comunes Fabricación de productos de metal, excepto maquinaria y equipo Fabricación de muebles;	8	ALTO

Figura 2: Categorización del riesgo, según su actividad productiva - Unidad Técnica de Seguridad y Salud del Ministerio de Trabajo y Empleo

Fuente: <http://www.enquitoecuador.com/userfiles/categorizacion-del-riesgo.pdf>

Por lo cual surgen 3 interrogantes que deben ser respondidas.

¿Existe riesgo físico por ruido y estrés térmico en las zonas de la P2 dónde labora el técnico de automatización de procesos?

¿Cuál es la dosis de ruido al que está expuesto el técnico de automatización de procesos de la P2?

¿Cuál es el valor del índice TGBT al que está expuesto del técnico de automatización de procesos de la P2?

### 1.3 Justificación

Dentro de la industria hidrocarburifera ecuatoriana la Refinería Estatal Esmeraldas es el único complejo de refinación que cuenta con una Reformadora Continua de Catalizador (CCR o P2), en dicha unidad laboran en cada turno entre ocho y diez personas en una jornada laboral de 8 horas, dentro de las cuales están el personal operativo y de mantenimiento que se encuentra expuesto al ruido del proceso y la radiación producida por las altas temperaturas que requiere el mismo en ciertas zonas de la planta de procesamiento. La empresa en cumplimiento del Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo se ha visto en la necesidad de implementar políticas y medidas que contribuyan a la prevención de enfermedades profesionales por lo que la presente investigación pretende dar un enfoque completo del inconveniente al que se encuentra expuesto el técnico de automatización de procesos de la P2 durante su jornada de trabajo, orientado a evitar la materialización de enfermedades ocupacionales.

Adicionalmente permitirá observar si se está dando cumplimiento a la normativa legal y poder determinar la gravedad de dichos riesgos, ya que si son considerables se podrá proponer medidas preventivas para controlarlos y ayudar en algo a proteger la salud y la integridad física del trabajador.

Esta investigación es de carácter descriptiva, fundamentalmente cuantitativas aunque con elementos cualitativos y se realizará por primera vez generando la información necesaria para conocer el entorno laboral del Técnico de Automatización de Procesos de la P2. Por lo cual se detallan los aspectos más importantes con los que se justificará la presente investigación.

- Factores de riesgo físico - ruido y estrés térmico es un tema novedoso en la P2. En el Ecuador se han realizado investigaciones similares, pero en organizaciones de diferente actividad productiva. Esta exploración pretenderá generar información científica referente a estos factores de riesgos físico, que está expuesto el técnico de automatización de procesos de la P2 datos que a la fecha no existen.
- La exploración suministrará una propuesta técnica a la Refinería Estatal Esmeraldas para evitar en el largo plazo la materialización de afectaciones a la salud del técnico

de automatización de procesos de la P2 por ruido y estrés térmico, misma que podrá ser replicada en las demás plantas de proceso de la REE.

- La indagación proporcionará información relevante a todo investigador que desee seguir conociendo la realidad del Técnico de Automatización de Procesos de la P2 o desee proponer medidas que ayuden a proteger la salud del trabajador por la exposición a ruido y estrés térmico en la industria hidrocarburifera, quien se beneficiará junto con la empresa de manera directa y la ciudadanía de manera indirecta por la reduciendo de ruido y altas temperaturas.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Determinar la dosis de ruido y el índice TGBH al que está expuesto el técnico de automatización de procesos de la reformadora continua de catalizador de la Refinería Estatal Esmeraldas

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Medir el ruido en las actividades del técnico de automatización de procesos.
- Medir el índice TGBH en las actividades del técnico de automatización de procesos.

## **1.5 Bases teóricas científica**

El Ministerio de Trabajo y Empleo (2008), indica que el riesgo laboral: “es la posibilidad de que ocurra un daño a la salud de las personas con la presencia de accidentes, enfermedades y estados de insatisfacción ocasionados por factores o agentes de riesgos presentes en el proceso productivo” (p.4).

A criterio de Cortés (2016), el riesgo laboral es cualquier situación del entorno laboral que puede generar peligro para la integridad del trabajador.

La literatura presentada coincide en que los factores riesgo son toda situación laboral con capacidad de causar daño al trabajador, criterio que comparte este investigador.

Según la multinacional CHROMALOX (2016), la reformación catalítica continua (CCR) es un proceso químico que convierte la nafta hidrotratada de bajo octanaje en nafta reformada de alto octanaje, que sirve como agente de mezcla para las gasolinas de alto octanaje donde se emplean procesos radioactivos para mantener los niveles y eminentemente térmicos con elevadas temperaturas para generar aromáticos y otros gases, dichos gases requieren ser comprimidos por lo cual se produce ruido en el entorno. De acuerdo con Valenzuela (2017), la CCR es un proceso refinador en el que se logra obtener un hidrocarburo de alto octanaje, mediante la utilización de equipos industriales que por su gran tamaño requieren altas temperaturas y generan zonas ruidosas.

Los autores y este investigador concuerdan en que el objetivo final de la CCR o P2 en la REE es obtener gasolinas muy ricas en aromáticos (Benceno, Tolueno y Xileno) y de alto octanaje.

Durante el desarrollo de la investigación se estudiará el proceso de reformación continua de catalizador de la REE, el ruido y el estrés térmico a los que está expuesto el técnico de automatización de procesos, por lo que se expondrá de manera clara aquellos conceptos que permiten entender el proceso refinador y los riesgos físicos mencionados y que están asociados al mismo.

### **➤ Compresor tipo turbina**

Diez (2017) afirma que, son máquinas a vapor que tienen por finalidad aportar una energía a los fluidos compresibles (gases y vapores) sobre los que operan, para hacerlos fluir aumentando al mismo tiempo su presión. De acuerdo con Mundo Compresor (2019), son

aparatos a vapor destinados a realizar un aumento de la presión de un fluido en estado gaseoso. Pérez y Renedo (2018) afirman que, son equipos accionados por vapor y que permiten elevar la presión de un gas succionado como se muestra en la figura 3.

Los autores y este investigador, concuerdan en que es un equipo mecánico que permite comprimir un gas y es accionado por vapor de alta presión generando un nivel de ruido que puede llegar a superar el nivel permitido en la ley.

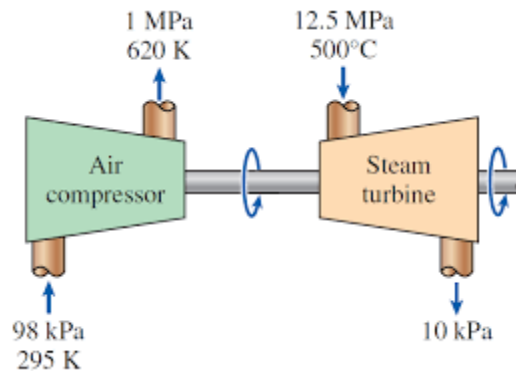


Figura 3: Compresor de turbina a vapor

Fuente:[http://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/72/ejemplos\\_de\\_los\\_capitulos\\_v\\_vi\\_y\\_vii\\_0.pdf](http://www.academia.utp.ac.pa/sites/default/files/docente/72/ejemplos_de_los_capitulos_v_vi_y_vii_0.pdf)

### ➤ **Compresor recíprocante**

Rivas (2017) afirma que: “es una máquina que comprime el gas mediante el desplazamiento de un pistón dentro de un cilindro” (p.2). De acuerdo con Rosa (2016), son equipos donde el elemento principal de compresión es un pistón que se mueve alternativamente dentro de un cilindro, lográndose así la reducción del volumen del gas a comprimir. El portal industrial Mundo Compresor (2019) dice que, son mecanismos donde el gas es succionado al interior de un cilindro, por la acción de un pistón accionado por una biela y un cigüeñal. Ese mismo pistón, al realizar el movimiento contrario, comprime el gas en el interior del mencionado cilindro, liberándolo a la red o a la siguiente etapa, una vez alcanzada la presión requerida, como lo muestra la figura 4.

Los autores coinciden en que es un equipo capaz de comprimir un gas utilizando el empuje de un pistón en una o varias etapas, definición con la que concuerda este investigador.

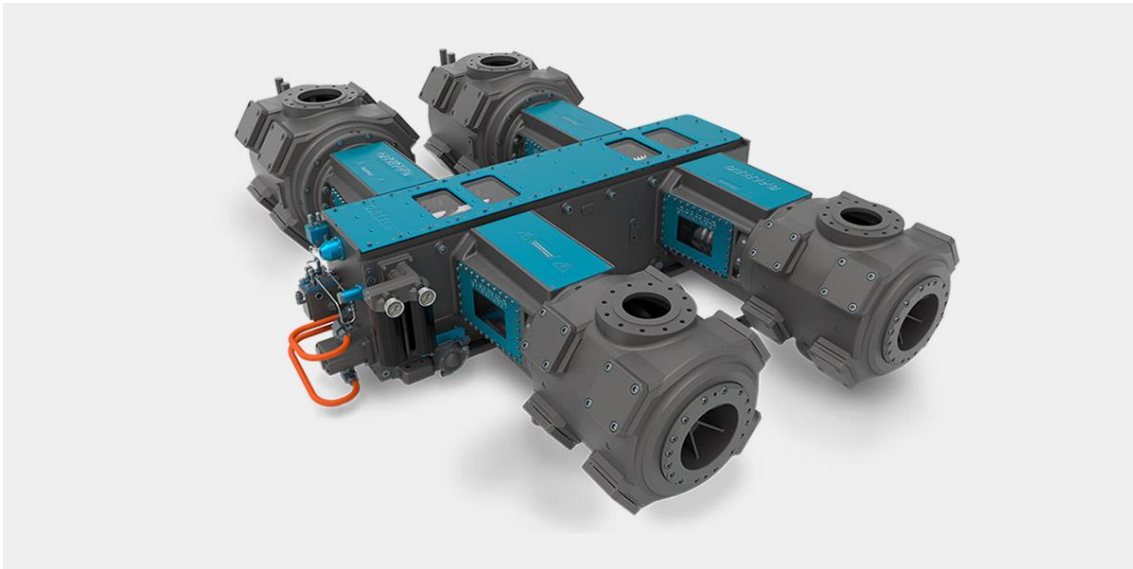


Figura 4: Compresor recíprocante.

Fuente: <https://www.galileoar.com/compresores-de-gas-mx/>

#### ➤ **Horno tipo caja**

De acuerdo con la multinacional EMISON (2017), son equipos o dispositivos utilizados en la industria, en los que se calientan varias veces las piezas o elementos colocados en su interior por encima de la temperatura ambiente generando malestar térmico a los trabajadores que se exponen a largos periodos de tiempo cerca de él. Según Schafer (2016), es un equipo cuya función es permitir el aprovechamiento del calor generado por un combustible en varias etapas en su interior, transmitiéndolo a su carga para un proceso o una reacción química produciendo indirectamente una radiación alta de temperatura con potencial de afectar la salud del trabajador. Para la multinacional CICSA (2018), es un equipo que calienta, a una temperatura muy superior a la ambiente durante varias etapas, materiales o piezas situadas dentro de un espacio cerrado y transfiere una parte de esa temperatura a su exterior como lo muestra la figura 5.

Este investigador y los autores concuerdan que son equipos utilizados para incrementar la temperatura de cualquier objeto circulante o fijo en su interior durante las distintas secciones en las que está dividido.

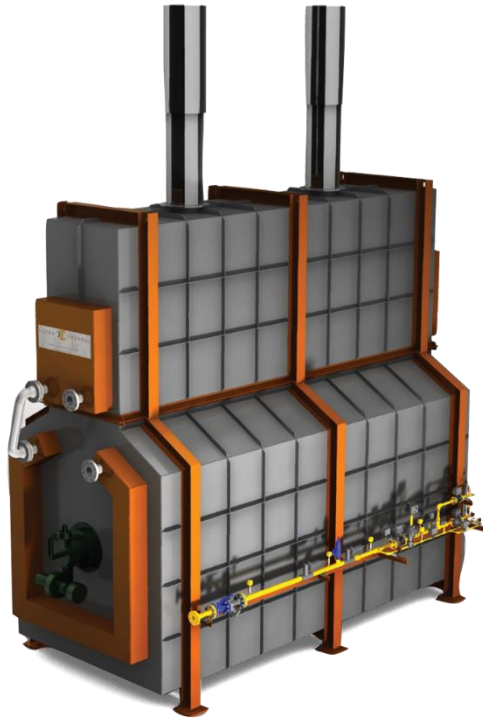


Figura 5: Horno tipo caja.

Fuente: <http://operadorpetrolero.blogspot.com/2015/01/hornos-y-combustion.html>

#### ➤ **Peligro**

Según, resolución CD 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016): “es una amenaza de accidente o de daño para la salud” (p.109). De acuerdo con Franco y Alarcón (2017), es una situación, sustancia u objeto que tiene una capacidad en sí misma de producir un daño. Para la Organización Internacional del Trabajo (2017), es una situación física que puede ocasionar lesiones a las personas, daños a la propiedad o al medio ambiente, o alguna combinación de estas contingencias.

Los autores en mención resaltan que es toda fuente con potencial de daño o efectos no deseados para la salud del trabajador, criterio que es compartido por este investigador.

#### ➤ **Riesgo**

Resolución CD 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016) afirma que: “es la probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión” (p.108). Según Manga (2016), es la combinación de la frecuencia de las consecuencias (daños), derivadas de la materialización de un peligro. Muñoz, Herrerías y Martínez (2016) indican que, es el producto del daño causado por la probabilidad de que tal daño se produzca.

Dichos conceptos de los autores permiten entender a criterio de este investigador al riesgo, como la probabilidad por la consecuencia de que se produzca un accidente o se presente una enfermedad profesional.

#### ➤ **Enfermedad ocupacional**

Resolución CD 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016) afirma que: “es la afección aguda o crónica, causada de una manera directa por el ejercicio, de la profesión o labor que realiza el trabajador y que produce incapacidad” (p.109). Para Zapico (2016), es la afección contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena. Según Fernández et al. (2017), son aquellas enfermedades que no están en el cuadro de enfermedades profesionales, pero que tienen como origen las condiciones de trabajo a las que se ve sometido el trabajador.

Dichos conceptos de los autores permiten entender a criterio de este investigador a la enfermedad profesional como cualquier afectación a la salud que se presenta al pasar los años debido la exposición no controlada a determinados factores de Riesgo.

#### ➤ **Prevención**

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2015), son acciones encaminadas a eliminar o reducir los riesgos. Resolución CD 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016) afirma que: “es el conjunto de acciones de las ciencias biomédicas, sociales y técnicas tendientes a eliminar o controlar los riesgos que afectan la salud de los trabajadores, la economía empresarial y el equilibrio medio ambiental” (p.108). Para Fernández et al. (2017), es la protección de la salud de los trabajadores/as, por tanto, si antes de que se produzcan los accidentes existen unos indicadores que nos advierten de que éstos van a ocurrir lo ideal será investigar los incidentes para poder corregir las situaciones de riesgo y evitar el accidente. De acuerdo con Rojo, Alonso, Piñol y Quintana (2018), son las medidas necesarias para proteger al trabajador de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

En la bibliografía se pueden encontrar varias definiciones de prevención pero la mayoría coinciden en que son todas las actividades o medidas que sirven para proteger

favorablemente la salud, la vida de los trabajadores y que se puedan adoptar para mitigarlos riesgos y descartar los peligros que pueden desencadenar en accidentes durante la jornada laboral criterio que comparte este investigador.

➤ **Factor de riesgo**

La Resolución CD 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016) afirma que: “es el elemento agresor o contaminante sujeto a valoración, que actuando sobre el trabajador o los medios de producción hace posible la presencia del riesgo. Sobre este elemento es que debemos incidir para prevenir los riesgos” (p.138). Según OMS (2019) es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. De acuerdo con Empresarial (2015), es el elemento o conjunto de elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo pueden desencadenar una disminución en la salud del trabajador, pudiendo causar un daño en el ámbito laboral.

Los autores y este investigador concuerdan en que son todos los elementos existentes en el ambiente laboral y que podría ocasionar algún daño al trabajador en el corto o largo plazo. Dado que el objetivo de esta investigación es la prevención de enfermedades ocupacionales por factores de riesgo físico - ruido y estrés térmico es necesario definirlos para comprender el grado de afectación que pueden producir en el trabajador.

➤ **Factor de riesgo físico**

La resolución CD 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (2016) afirma que: “son todos los riesgos originados por iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, humedad y radiaciones” (p.58). Para Fernández et al. (2017), son aquellos que tienen que ver con el entorno físico de trabajo: ruido, temperatura, humedad las cuales generaran enfermedad ocupacional. Según Rojo et al. (2018) son manifestaciones energéticas, cuya presencia en el ambiente de trabajo puede originar riesgo laboral. Algunos ejemplos de formas de energía capaces de actuar como factores de riesgo son: ruido, vibraciones, iluminación, radiaciones (ionizantes y no ionizantes), entre otras que generaran enfermedad ocupacional como se muestra en la figura 6.

Los autores y este investigador coinciden en que son todos aquellos agentes existentes en el ambiente laboral y que dependen de las características físicas de los cuerpos con la

capacidad de generar enfermedades ocupacionales. Dentro de los factores de riesgo físico existen diferentes tipos que ya fueron presentados por los autores y como el objetivo principal de esta investigación está encaminado hacia el ruido y el estrés térmico se los procederá a detallar con mayor profundidad.

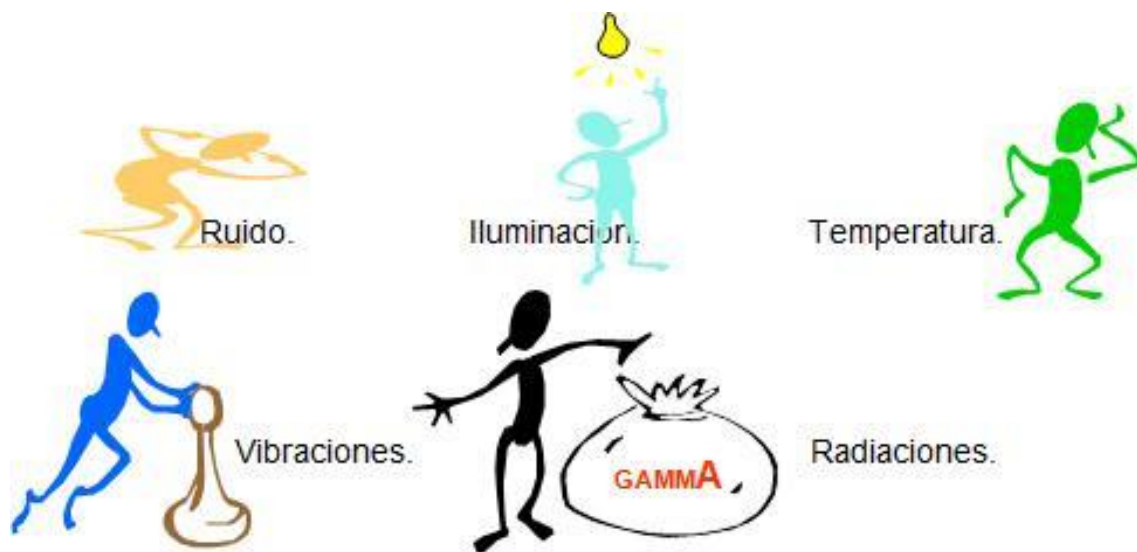


Figura 6: Tipos de factores de riesgos físicos.

Fuente: <http://sisoma-colombia.blogspot.com/2012/12/factores-de-riesgo-fisico.html>

### ➤ Ruido

Suter (2014) indica que:

Es el sonido creado en su mayor parte por impactos mecánicos, por la circulación de aire a gran velocidad, por la circulación de líquidos a gran velocidad, por las superficies vibratorias de una máquina y, con bastante frecuencia, por el producto que se fabrica, dicho sonido tiene el potencial de generar enfermedades ocupacionales como la hipoacusia. (p.3)

A criterio de Cortés (2016), es aquel sonido molesto, producido por una mezcla de ondas sonoras con distintas frecuencias y niveles de presión dejando secuelas en el trabajador, con la posibilidad de terminar en una enfermedad ocupacional. De acuerdo con Cabaní y Vicente (2017), es el sonido o un conjunto de sonidos que molestan, no deseados y que pueden causar enfermedades ocupacionales o lesiones en algunos órganos y perturbar la función de otros.

En la bibliografía se pueden encontrar varias definiciones de ruido pero la mayoría coinciden en que es aquel sonido indeseable que resulta molesto a nuestros oídos con el

potencial de causar daño o desencadenar en una enfermedad ocupacional como la hipoacusia, concepto que comparte este investigador.

#### ✓ **Dosis de ruido**

Superintendencia de Riesgo del Trabajo (2016) indica que:

Es la cantidad de energía sonora que un trabajador puede recibir durante la jornada laboral y que está determinada no sólo por el nivel sonoro continuo equivalente del ruido al que está expuesto sino también por la duración de dicha exposición. Es por ello que el potencial de daño a la audición de un ruido depende tanto de su nivel como de su duración. (p.3)

Garavito (2018) indica que: “es la relación entre el tiempo real de exposición y el tiempo permitido para una jornada laboral” (p.2). Según Suter (2016), es el ruido que percibe el trabajador durante su jornada laboral.

El Instituto de Salud Pública de Chile (2016) indica que: “es la energía sonora total que una persona recibe durante su jornada de trabajo diaria” (p.3).

La literatura presentada por los autores permite definirla como la cantidad total de ruido que recibe el trabajador, criterio que comparte este investigador, por lo que se hace necesario conocer los tipos de ruido que se pueden presentar en el entorno laboral.

#### ✓ **Tipos de ruido**

##### ➤ **Ruido constante**

Es el ruido que la mayor parte del tiempo se mantiene constante su cantidad o nivel de energía sonora, durante toda la jornada laboral y puede llegar a presentar variaciones mínimas que se consideran despreciables.

➤ **Ruido fluctuante**

Es el ruido en el que la mayor parte del tiempo no se mantiene constante la cantidad o nivel de energía sonora durante toda la jornada laboral ya que presenta variaciones considerables de acuerdo con el proceso que se esté desarrollando.

➤ **Ruido impulsivo**

Es el ruido incrementos considerables de manera inesperada y con corto tiempo de duración pero que se repiten en iguales periodos de tiempo.

Dependiendo del tipo de ruido al que se esté expuesto y el tiempo que dure dicha exposición, se presentaran las afectaciones en la salud del trabajador.

✓ **Trastornos del oído**

Según la Biblioteca nacional de medicina de los EEUU, Medlineplus (2016) las partes principales del oído son: externo, medio e interno. La energía sonora ingresa por el oído externo, llegan al oído medio en donde hacen vibrar el tímpano. Dichas vibraciones se comunican a través de diminutos huesos llamados osículos que se encuentran en el oído medio. Para luego continuar hacia el oído interno, el cual es un órgano curvilíneo que transmite los impulsos nerviosos al cerebro, el cual los identifica como resonancias, las cuales al estar por encima de la frecuencia regular pueden degenerar la capacidad auditiva.

De acuerdo con el autor son las afectaciones producidas en el interior del oído por la exposición a ruidos que sobrepasan el límite permisible, como las que se detallan a continuación.

✓ **Hipoacusia inducida por el ruido (HIR)**

Ortiz, Núñez, Fortuny, Muñoz, y Sánchez (2016) indican que:

Es la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parciales o totales, permanentes y acumulativos, de tipo sensorio neural, de instalación gradual, durante y como resultado de la exposición a niveles de ruido perjudiciales, de tipo continuo o fluctuante, de intensidad relativamente alta, durante períodos de tiempo prolongados.

(p.2)

Medina, Gómez, Vargas, Ayora, y Trespalacios (2013) concuerdan que:

Es la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parciales o totales, permanentes y acumulativos, de tipo neuro sensorial que se origina gradualmente, durante y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en el ambiente laboral, relativamente alta (> 85 dB) durante un periodo grande de tiempo. (p.3)

La literatura expuesta concluye en que es la pérdida auditiva del trabajador por la exposición prolongada a ruido por encima de los 85 dB.

#### ✓ **Traumatismo acústico**

Gómez (2003) establece que: “es la alteración orgánica, con carácter permanente y progresivo, de las estructuras del órgano de Corti, traducida funcionalmente en pérdida auditiva, en la zona del espectro tonal entre 3000 y 8000 ciclos y producida por el ruido a altas intensidades” (p.15).

Abasolo (2017) indica que: “es un daño para la salud que se manifiesta en trabajadores sometidos a niveles sonoros importantes como consecuencia del ejercicio de su actividad laboral” (p.2).

Lo autores que es una afectación a la capacidad auditiva del trabajador por la exposición a niveles sonoros fuera del límite permisible.

#### ✓ **Sordera profesional**

Medina et al. (2013) plantea que: “es la pérdida auditiva, causada por exposición a sonidos de alta intensidad durante periodos prolongados de la jornada laboral” (p.118).

Ganime, Almeida da Silva, Robazzi, Valenzuela Sauzo y Faleiro (2010) concuerdan que: “es el efecto más conocido del ruido excesivo sobre el hombre. Este acontecimiento depende de características ligadas al hombre, al medio y al agente agresor” (p.9).

La bibliografía presentada concluye en que, es una afectación causada por exposiciones prolongadas de ruido en la jornada laboral y que producen la pérdida auditiva.

### ✓ **Acufeno**

El Instituto Nacional de la Sordera y otros trastornos de la comunicación (2016) establece que: “no es una enfermedad, es un síntoma de que algo está mal en el sistema auditivo” (p.1).

Puebla, Sánchez, y Colino (2016) concuerdan que: “es una percepción sonora, un fenómeno psicosensoresal experimentado en el córtex auditivo, por lo que todo acufeno es analizado, interpretado y procesado en el sistema nervioso central indistintamente del mecanismo que lo produzca” (p.1).

Los autores concuerdan en que no es una enfermedad sino una percepción de que el sistema auditivo no está funcionando bien y que además se pueden presentar otros problemas auditivos generados por el alto ruido que se describen a continuación:

### ✓ **Adaptación auditiva**

Una vez que el trabajador ha sufrido algún efecto degenerativo en su sistema auditivo, ya no presenta aparentemente ningún malestar debido a que el mismo está adaptado al nivel recibido, sin dejar a un lado el hecho de que el daño al sistema auditivo puede aumentar con el pasar del tiempo.

### ✓ **Fatiga auditiva**

Es la pérdida momentánea de la capacidad auditiva del trabajador luego de exponer su sistema auditivo a un nivel de ruido superior al permitido por la ley.

Los problemas auditivos presentados son síntomas previos a un mayor grado de afectación del oído por lo que para determinar cuan afectado está nuestro sentido es necesario realizar una audiometría.

### ✓ **Sonometría**

Según Medina et al. (2013), es una valoración que determina si la audición o la capacidad auditiva del trabajador está afectada por el tiempo de exposición laboral.

García, Bernal, Aguadero, & Quevedo (2016) indican que: “Es la valoración de la capacidad de un trabajador para percibir tonos puros de intensidad variable” (p.1).

Norma Técnica de Prevención 85 (1983) indica que: “La audiometría es una prueba funcional que sirve para determinar el estado actual de audición para una o varias personas” (p.1).

Los autores concuerdan en que es una evaluación que permite determinar el grado de afectación del sistema auditivo del trabajador, criterio que comparte este investigador ya que permite determinar la afectación sufrida en el sistema auditivo del trabajador por la dosis de ruido recibida.

#### ✓ **Sonometro**

La multinacional PCE Instruments (2018) Afirma que: “es un instrumento de medición para determinar el nivel de sonido” (p.1).

Según Suter (2014), es el equipo que registra el ruido al que está expuesto el trabajador y que se recomienda para determinar si se excede con el límite permitido en la ley. De acuerdo con Vicente (2017), es el instrumento que permite al trabajador conocer el ruido de su alrededor.

En la literatura analizada, los autores y este investigador coinciden en que es un instrumento que mide el ruido al que está expuesto el trabajador permitiéndole a este evitar o actuar ante los problemas fisiológicos generados por una dosis alta de ruido recibida, tales como: Afección al sistema cardiovascular, aumento de tensión arterial, estrés laboral, etc.

#### ➤ **Temperatura**

Gonzales, Camaño, Campos y Tasso (2016) la definen como, aquella propiedad física o magnitud que nos permite conocer las temperaturas, es decir, nos da una acabada idea de cuánto frío o calor presenta el cuerpo de una persona, un objeto o una región determinada, dicha propiedad puede lesionar al trabajador o concluir en una enfermedad ocupacional. Según Quast y Kimberger (2017), es una dimensión física y un requisito previo básico para todas las formas de vida con un potencial perjudicial a la salud por la presencia de enfermedades ocupacionales. A criterio de Redroban (2016), es una medida que nos indica cuán caliente o frío se encuentra un objeto o ser vivo, mismo que por la prolongada exposición puede sufrir determinada enfermedad ocupacional.

Los conceptos expuestos por los autores convergen en que, es la propiedad física de los sistemas que determina si están o no en equilibrio térmico, con un potencial de producir

daño a la integridad y la salud del trabajador con la aparición de enfermedades ocupacionales, criterio que comparte este investigador y por lo cual es necesario conocer las variantes que intervienen en el estrés térmico y se las detalla a continuación.

#### ✓ **Temperatura de globo**

Quinchia y Hernández (2016) indican que: “es la temperatura medida por un sensor ubicado al interior de una esfera delgada de cobre pintada de color negro mate y de diámetro calibrado (6 o 3”). el globo representa el componente de calor radiante” (p.18).

Garavito (2018) plantea que: “es la temperatura indicada por un termómetro cuyo bulbo se encuentra alojado en el centro de una esfera de cobre hueca, de 15 cm de diámetro y pintada exteriormente de negro mate”(p.11).

NTP 322 (2007) establece que: “es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:

150 mm de diámetro.

Coefficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).

Grosor: tan delgado como sea posible.

Escala de medición: 20 °C-120 °C.

Precisión:  $\pm 0,5$  °C de 20 °C a 50 °C y  $\pm 1$  °C de 50 °C a 120 °C.” (p.2).

La literatura expuesta concuerda que, es la temperatura medida por un sensor ubicado en el interior de un bulbo de color negro mate y que debe cumplir con características específicas.

#### ✓ **Temperatura húmeda natural**

NTP 322 (2007) establece que: “es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada” (p.2).

Garavito (2018) plantea que: “es la temperatura indicada por un termómetro de mercurio cuyo bulbo se encuentra recubierto por una muselina empapada de agua, ventilado únicamente de forma natural y no apantallado de las fuentes de radiación” (p.10).

Quinchia y Hernández (2016) indican que:

Es la temperatura medida por un sensor húmedo (tal como un bulbo de termómetro de mercurio cubierto por una manga de gasa húmeda, o un sensor recubierto con una mecha húmeda). El término natural se refiere al movimiento natural o espontáneo del aire alrededor del sensor. (p.18)

Los autores concuerdan es que es la medida de un sensor humedecido en mercurio y que no emplea ningún tipo de ventilación forzada únicamente la natural.

#### ✓ **Temperatura de bulbo seco**

Garavito (2017) indica que: “es la temperatura tomada con el termómetro convencional para tener un parámetro de comparación frente a las otras dos. Tiene importancia cuando las mediciones se realizan en exteriores con carga solar” (p.11).

Quinchia y Hernández (2016) establecen que: “es la temperatura medida por un sensor, anteriormente un termómetro de mercurio, actualmente un dispositivo electrónico, que debe protegerse de fuentes de radiación directa” (p.18).

NTP 322 (2007) plantea que:

Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable. El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor. Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ). (p.3)

Los autores concluyen en que es la temperatura normal de un ambiente que es comparada con las otras temperaturas dentro del cálculo del estrés térmico.

#### ✓ **Temperatura corporal**

Según la Enciclopedia Cubana EcuRed (2016), es el valor relativo de calor o frío asociado al metabolismo del hombre y su función es conservar activos los procesos biológicos, esta temperatura varía según la persona, la edad, la actividad y el momento del día y normalmente cambia a lo largo de la vida.

Palacios, Macías y Zárata (2016) indican que: “es la resultante de un balance entre la producción y la eliminación de calor del cuerpo del trabajador” (p.1).

Moreno, Robles, Crespo y Guerrero (2017) plantean que: “en el organismo humano la temperatura corporal es de  $36,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$ ; y para mantenerla se disponen de distintos

mecanismos productores de calor, así como otros que consiguen pérdida de calor, para adaptarse a las condiciones ambientales” (p.3).

Los autores coinciden en que es la temperatura natural del ser humano y que normalmente se encuentra entre los 36°C y 37°C y que permite mantener activos los procesos internos del cuerpo.

### ✓ **Termorregulación**

La comunidad médica en Internet, Intramed (2016) Indica que:

La termorregulación es la capacidad que tiene el organismo para regular su temperatura. La temperatura normal del cuerpo de una persona varía dependiendo de su sexo, su actividad reciente, el consumo de alimentos y líquidos, la hora del día y, en las mujeres, de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren. La temperatura corporal normal, de acuerdo con la American Medical Association, puede oscilar entre 36.5 y 37.2°C. (p.1)

Moreno et al. (2017) establecen que:

La termorregulación se compone de una serie de elementos que conectan el sistema nervioso central y periférico. El sistema regulador central se encuentra en el hipotálamo en el que hay dos regiones, posterior y anterior, que asumen las funciones de producción y pérdida de calor, respectivamente. (p.4)

La literatura planteada concluye que es la capacidad que tiene el organismo para mantener su temperatura corporal cuando se enfrenta a situaciones laborales donde se deben exponer a temperaturas elevadas que alteran su estabilidad.

### ✓ **Consumo metabólico**

NTP 323 (2007) indica que: “sirve para evaluar la carga física y es así mismo una variable necesaria para valorar la agresión térmica” (p.1).

Según Vargas, Lancheros y Barrera (2016), representa la energía que el organismo consume y que dependiendo de la temperatura a la que se exponga puede modificarse. De acuerdo con Olguín (2017), representa el total de energía q consume el trabajador durante su jornada laboral.

Los autores coinciden en que representa la energía que consume el trabajador en su actividad laboral y que puede variar dependiendo de las temperaturas a las que este expuesto.

#### ✓ **Deshidratación**

Fernández, Cerviño y Calvo (2017) indican que: “se produce cuando hay un aumento de las pérdidas de agua o una disminución de su aporte” (p.279).

Peña, Méndez y Hernández (2016) plantean que: “es el cuadro clínico resultante de la pérdida por el organismo tanto de agua como de sodio” (p.1).

Cabrera y Quispe (2015) la definen como: “la pérdida de agua y sodio en el cuerpo humano, producto de diversos factores como la actividad física excesiva, desgaste fisiológico, enfermedades, etc., lo que provoca un desequilibrio a nivel intracelular, extracelular e intersticial que afecta severamente al organismo” (p.1).

Los autores coinciden en que es la pérdida de agua y sodio debido a las actividades realizadas y dicha pérdida puede incrementarse al exponerse a elevadas temperaturas.

#### ✓ **Estrés térmico**

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2015) indica que: “es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan” (p.1).

El Ministerio de Relaciones Laborales (2015) afirma que: “es la carga neta de calor a la que está expuesto un trabajador o una trabajadora” (p.9).

Según Bustos (2016) es el calor que acumula el trabajador al estar expuesto a procesos de temperatura durante su jornada laboral.

Los autores y este investigador concuerdan en que es la cantidad de calor que acumula el trabajador durante toda su jornada laboral con capacidad de producir afectaciones a la salud y desencadenar en la manifestación de enfermedades ocupacionales por estrés térmico.

## ✓ **Aclimatación**

Ciriza (2016) indica que: “hace que el cuerpo sea capaz de tolerar mejor los efectos del calor, ya que favorece los mecanismos de termorregulación fisiológica: aumenta la producción del sudor y disminuye su contenido en sales, aumenta la vasodilatación periférica” (p.9).

Vogt (2016) establece que:

Las personas expuestas repetidamente al calor lo tolerarán mejor al cabo de tan solo unos días. La tasa de sudoración aumenta y el mayor enfriamiento de la piel reduce la temperatura interna y la frecuencia cardiaca durante el trabajo en las mismas condiciones. (p.8)

Redondo (2018) plantea que:

Es el conjunto de adaptaciones que le permiten a una persona tolerar mayor estrés por calor ambiental. Este proceso, parte fundamental en la prevención de las enfermedades relacionadas con el calor, básicamente induce cambios en la cantidad y calidad de la sudoración así como en el flujo sanguíneo, adaptando al organismo a trabajar más eficientemente en climas calurosos generando menos calor interno. (p.623)

La bibliografía concluye en que es la adaptación del cuerpo del trabajador al entorno climático de su ambiente de trabajo alterando su integridad en el largo plazo y presentando trastornos a su salud como los que se detallan a continuación.

## ✓ **Calambres causados por el calor**

Ramírez (2016) indica que: “son espasmos dolorosos e involuntarios del músculo que suelen ocurrir durante el ejercicio intenso en ambientes calurosos” (p.1).

Tanen (2016) los define como: “las contracciones musculares espasmódicas dolorosas que generalmente ocurren en los músculos ejercitados en gran medida en los ambientes cálidos y húmedos” (p.1).

Lissoway y Weiss (2016) plantea que son: “un tipo leve de trastorno producido por el calor que tiende a ocurrir en personas sanas que están activas en condiciones de calor” (p.1).

Los autores concluyen que son contracciones musculares que se derivan de la exposición prolongada del trabajador a temperaturas elevadas y puede desencadenar otras patologías como las siguientes.

✓ **Sincope por calor**

Saldaña y Murcia (2014) lo definen como: “la vasodilatación cutánea que conlleva la adaptación al calor, junto a la pérdida de fluidos origina un inadecuado retorno venoso central, la caída del gasto cardiaco y una perfusión cerebral inadecuada” (p.13).

Según Vidal (2016), es el fallo de respuestas cardiovasculares y suele precederse de síntomas premonitorios como vértigo, náuseas, cefalea, etc. Adicionalmente se manifiesta con piel fría y viscosa de aspecto grisáceo y pupilas dilatadas.

Moreno et al. (2017) indica que: “la respuesta del organismo al aumento de temperatura ambiental con vasodilatación periférica y sudoración profusa que provocan un descenso de la tensión arterial y de la volemia, lo que determina una disminución de la perfusión cerebral” (p.6).

La literatura presentada lo define como la forma en la que el cuerpo del trabajador responde al incremento de temperatura, presentando manifestaciones en la piel y sudoración excesiva que de no ser atendida puede degenerarse en patologías de mayor afectación.

✓ **Agotamiento por calor**

Ramírez (2016) indica que: “es una afección cuyos síntomas pueden comprender sudoración abundante y pulso acelerado como consecuencia del aumento excesivo de la temperatura del cuerpo” (p.1).

Tanen (2016) lo define como:

Un síndrome clínico sin riesgo mortal que cursa con debilidad, malestar, náuseas, síncope y otros síntomas inespecíficos producidos por la exposición al calor. La termorregulación y la función del sistema neuro sensorial no están deteriorados, pero los pacientes suelen estar deshidratado y pueden tener elevaciones leves de la temperatura corporal. (p.1)

López y Valdez (2015) plantean que:

Ocurre cuando no se actúa en las primeras manifestaciones de los síntomas de calambres del calor y de que la condición médica empeora. Las manifestaciones de los síntomas del agotamiento de calor incluyen cefalea (dolor de cabeza), vértigos o mareo, náusea, piel que se sienta fresca y húmeda y diuresis (orina) oscura o concentrada. A menudo el agotamiento de calor puede ser tratado, siguiendo las mismas medidas usadas para tratar los calambres de calor. (p.13)

La bibliografía expuesta establece que a pesar de no ser una patología con riesgo de muerte puede afectar la salud del trabajador y ser el antecedente de una patología con mayor afección a los distintos sistemas del cuerpo.

### ✓ **Golpe de calor**

López y Valdez (2015) Indican que:

La elevación térmica es notoria, generalmente por encima de los 40 °C, existen alteraciones de la consciencia, como somnolencia, estupor o coma, incluso se pueden presentar convulsiones. La falta de sudoración es frecuente, pero en algunos casos existe transpiración profusa. (p.9)

Saldaña y Murcia (2014) lo definen como; “una compleja entidad clínica caracterizada por un fracaso multi orgánico secundario a una elevación extrema de la temperatura corporal, como consecuencia del fracaso de la termorregulación” (p.19).

Agudo (2016) plantea que:

Es la forma más severa de los síndromes relacionados con el calor aunque afortunadamente la menos frecuente. Debido al fallo de los mecanismos de eliminación de calor, se produce un aumento extremo de la temperatura corporal acompañado de anhidrosis. A temperatura > 41°C comienza a aparecer daño en los tejidos. (p.2)

Los autores concuerdan en que es una de las afectaciones del calor más graves que se pueden producir debido produce la alteración de los sistemas y la falla de los tejidos.

### ✓ **Erupción cutánea (miliaria)**

Ramírez (2016) indica que: la erupción por calor se produce cuando los poros (conductos sudoríparos) obstruidos dejan atrapada la sudoración bajo la piel. Los síntomas pueden

abarcando desde vesículas superficiales hasta bultos profundos y enrojecidos. Algunas formas de erupción por calor causan hormigueo o picazón intensa. (p.1)

Miñana (2012) establece que: “es una dermatitis vesiculosa o pustulosa secundaria a la retención intra epidérmica de la secreción glandular” (p.2).

Hinojal y Rico (2017) plantean que:

Se produce como consecuencia de la retención del sudor en los conductos ecrinos. La erupción se desencadena por el calor y el clima húmedo, pero también por la fiebre elevada, lo que puede confundir el diagnóstico, haciendo pensar en un exantema infeccioso. (p.11)

La bibliografía presentada concluye que son manifestaciones en la piel del trabajador a consecuencia de la retención de sudor por la exposición prolongada a altas temperaturas.

## 1.6 Antecedentes

Durante esta investigación no se encontró estudios previos sobre propuestas de medidas para prevenir accidentes por factores de riesgo físico en el Técnico de Automatización de Procesos de la reformadora continua de catalizador, por lo que se tomará como referencias los estudios realizados en otro tipo de industrias y que enmarquen alguno de los 2 factores de riesgo que forman parte de este estudio.

Como parte de los antecedentes de la presente investigación, se estudió el trabajo de la Ingeniera Adriana Salvador Guncay titulado “Análisis, evaluación y control de factores de riesgos mecánicos y físicos en el Proceso de Producción Conformado de la empresa NOVACERO S.A. Planta Guayaquil para disminuir el nivel de accidentabilidad”, realizado en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, previa a la obtención del título de Magíster en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad, la cual se llevó a cabo con la metodología cuantitativa.

Este estudio realizó una identificación de peligros y evaluación de los riesgos asociados a las actividades de Producción Conformado en las áreas de las máquinas Tuberas y Perfiladoras, centrándose en riesgos físicos (iluminación y ruido) y mecánicos (espacio físico reducido, obstáculos en el piso, desorden, maquinaria desprotegida, manejo de herramienta cortante y/o punzante, transporte mecánico de cargas, choque mecánico de cargas). Los niveles de iluminación mejoraron en un 45% puesto que el área de mantenimiento eléctrico realizó cambio de luminarias dañadas en el primer semestre del año 2014 y al realizar el comparativo entre años se puede evidenciar que de 10 puntos óptimos al año 2014 aumentaron a 17. Los puntos que arrojaban niveles bajos disminuyeron de 22 puntos a 9 puntos puesto que se realizaron cambio de luminarias dentro del galpón, y los niveles que deslumbraban bajaron de 6 a 2. La sonometría realizada a finales del año 2014 arroja resultados de entre 90,4 y 90,6 dB en una jornada de 8 horas teniendo picos teniendo pocos picos de 136 dB (estos picos son esporádicos cuando todas las máquinas están operativas), teniendo protección auditiva a los colaboradores (orejeras) se obtiene una disminución de 10 dB aproximadamente y se logra atenuar al ruido y lograr bajar el impacto negativo en las personas que operan en el área, logrando nuevos niveles de aproximadamente 80 dB y cumpliendo con los niveles permisibles de exposición a ruido continuo establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393.

Riesgos similares a los que se estudiaron es esta investigación por lo que servirán de referente para este investigador.

Se revisó la investigación de Guillermo Emilio Chica Vivar, titulada “Implementación de Medidas en Prevención y Control del Riesgo Estrés Térmico en la Planta de Utilidades de la Refinería De Esmeraldas”, realizada en la Escuela Politécnica Nacional, previa a la obtención de grado de Magister en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, la cual se llevó a cabo con la metodología cuantitativa.

Esta investigación evaluó el factor de riesgo físico estrés térmico en la planta de Utilidades de la Refinería de Esmeraldas, luego de la identificación de las áreas más calurosas fue entre 6 y 7, es decir que se ponderó como riesgo importante e intolerable. Los resultados de tabular el régimen trabajo-descanso, con descansos de más de 30 min por hora, en áreas como calderas y turbo generadores, tuvo como objetivo prevenir enfermedades ocupacionales. La implementación de medidas correctivas, tabuló la eficacia de las mismas, en los turbo generadores el WBGT medido inicial fue de 41,88 °C, después de las medidas fue de 40,55 °C, en las calderas WBGT inicial fue de 38,88 °C, posteriormente fue de 37,83 °C. Si bien es cierto que los índices disminuyeron no se logró lo suficiente en este objetivo, por lo tanto las taquicardias y la elevación de la presión arterial persiste en los trabajadores, Estos resultados de la planta de Utilidades de la REE servirán de referencia para esta investigación

Se analizó la investigación de Edison Paúl Jácome Nacimba, titulada “Implementación de Medidas Técnicas de Prevención en el Proceso Productivo de Topesa S.A. para Controlar Factores de Riesgos Físicos y Ergonómicos”, realizada en la Escuela Politécnica Nacional, previa a la obtención de grado de Magister en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, la cual se llevó a cabo empleando la metodología cualitativa.

Esta investigación estableció una estimación de tipo importante al factor de riesgo ruido en los procesos productivos, así como también para posturas forzadas y trabajos repetitivos. Las medidas de prevención implementadas permitieron reducir el nivel de ruido a 85 dB mediante el cambio de protectores auditivos de mayor cobertura auditiva, se limitaron las posturas forzadas y se integraron pausas activas en los trabajos repetitivos.

Se estudió la investigación de Juan Carlos Aleaga Del Salto, titulada “EL RUIDO LABORAL Y SU INCIDENCIA EN LOS TRASTORNOS DEL OÍDO DE LOS OPERADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS PLÁSTICOS DE

LA EMPRESA HOLVIPLAS S.A.”, realizada en la Universidad Técnica de Ambato, previa a la obtención de grado de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental, la cual se llevó acabo empleando la metodología cuantitativa descrita en la norma (NTE INEN ISO 9612:2014).

Esta investigación determinó de manera general se determina un valor de 98,94 dB de presión sonora en 8 horas, el cual directamente va a afectar a los trastornos del oído en los operarios. La dosis calculada es 1,16 en 8 horas de trabajo, lo que significa que al ser comparado el tiempo de exposición con el ruido generado, se está sobrepasando el límite permisible en el Decreto Ejecutivo 2393; la sobreexposición a los altos niveles de ruido superiores a 85 dB ha generado que la dosis sea superior a uno, es muy necesario implementar medidas de control de ruido inmediatamente basadas en el cambio del EPP para brindar un nivel de reducción de ruido de 10 dB.

Se examinó la investigación de Carlos Eduardo Delgado Salazar, titulada “EL ESTRÉS TÉRMICO Y SU INCIDENCIA EN LOS TRASTORNOS SISTÉMICOS DE LOS TRABAJADORES DEL PROCESO DE SECADO EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL AGROCUELOS S.A.”, realizada en la Universidad Técnica de Ambato, previa a la obtención de grado de Magister en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental, la cual se llevó acabo empleando la metodología cuantitativa descrita en la norma (ISO 7243:2017).

Esta investigación concluyó que en base a la encuesta realizada al personal operativo de la empresa se han identificado como principales factores para la generación de estrés térmico: actividades forzadas o pesadas, falta de puntos de hidratación, instalaciones inadecuadas, exposición a temperaturas altas, falta de medidas para disipar el calor. El índice WBGT medio en el área de Pre secado y Secado obtuvo un valor de 33,71 y 34,91 °C respectivamente, por lo que haciendo una comparación con los valores de referencia de la norma ISO 7243:2015, se concluye que son valores críticos de exposición que requieren atención urgente. Mediante los cálculos realizados sobre el Gasto Metabólico en las áreas de Pre Secado y Secado se obtienen valores de 243.59 y 360.19 [W/m<sup>2</sup>] respectivamente, los mismos que comparados con valores de la clasificación de la tasa metabólica según ISO 8996:2004 dichas medidas se encuentran en la clase 3 y 4, es decir existe un gasto calórico Alto y Muy Alto.

Para este estudio se tomará la metodología NTE INEN ISO 9612:2014 para la valoración del ruido y la ISO 7243:2015 para la valoración del estrés térmico. Los resultados obtenidos permitirán determinar si existe o no la posibilidad de que estos factores de riesgo se materialicen en afectaciones a la salud del trabajador.

## 1.7 Fundamentación Legal

Los fundamentos de la pirámide de Kelsen son el entorno legal aplicable al que el presente trabajo de investigación hace referencia como se muestra en la figura 7 y con mayor énfasis en las bases y lineamientos establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393 “Reglamento de seguridad y salud del trabajo y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”.



Figura 7: Pirámide de Kelsen.

Fuente: <http://legislacion7.blogspot.com/2016/02/piramide-de-kelsen.html>

1. Constitución de la República del Ecuador año 2008.
2. Instrumento Andino de Seguridad y Salud Ocupacional.
3. Código del Trabajo Ecuatoriano.
4. D.E. 2393.- Reg. SST y Mejoramiento del medio ambiente de Trabajo.
5. NTE INEN-ISO 9612
6. ISO 7243
7. NTP 322 Valoración del Riesgo Estrés Térmico - Índice WBGT
8. NTP 323 Determinación del Consumo Metabólico
9. NTP-779 Bienestar Térmico

## ➤ **Constitución de la República del Ecuador**

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley (Asamblea Nacional Constituyente, Constitución del Ecuador, Ley de Seguridad en el trabajo, 2008)

La carta magna del Ecuador insta a las empresas a mantener un ambiente laboral adecuado para los trabajadores cumpliendo con los derechos y obligaciones que la ley establece.

## ➤ **Decisión 584 - Instrumento andino de seguridad y salud ocupacional**

Se establece la obligatoriedad de contar con una Política de Prevención así como la gestión de Riesgos Laborales, además de las obligaciones y derechos de empleadores, trabajadores y personal vulnerable. La responsabilidad solidaria es un tema importante de considerar, ya que muchos empleadores consideran que se libran de responsabilidad en caso de accidentes de trabajo si realizan sus actividades por medio de contratistas y subcontratistas, ya que frente a la ley, tanto el empleador como el contratista son responsables solidarios (Comunidad Andina, Instrumento andino de seguridad y salud ocupacional, 2000).

Dentro del área andina este instrumento establece las obligaciones de los países miembros para brindar a sus trabajadores entornos seguros para ejercer su actividad laboral. El Ecuador cuenta con políticas propias para la normativa laboral por eso se describe a continuación:

## ➤ **Código de trabajo**

Es un documento legal que establece las normativas de la actividad laboral del Ecuador para regular la relación empleador – empleado.

Capítulo I Determinación de los Riesgos y de la Responsabilidad del Empleador.

Art. 347.- Riesgos del trabajo.- Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad.

Para los efectos de la responsabilidad del empleador se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes.

Art. 349.- Enfermedades profesionales.- Enfermedades profesionales son las afecciones agudas o crónicas causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión o labor que realiza el trabajador y que producen incapacidad (Ecuador, Código de Trabajo, 2005).

El código de trabajo permite que tanto empleador como empleado conozcan sus derechos y obligaciones en el entorno laboral. Así mismo se debe tomar en cuenta todos los factores que pueden afectar la salud de los trabajadores por lo tanto se toma en cuenta el siguiente reglamento;

➤ **D.E. 2393 - Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.**

Art. 54. CALOR, núm. 1 En aquellos ambientes de trabajo donde por sus instalaciones o procesos se origine calor, se procurará evitar el superar los valores máximos establecidos.

CARGA DE TRABAJO

TIPO DE TRABAJO	LIVIANA	MODERADA	PESADA
	Inferior a 200 Kcal/hora	De 200 a 350 Kcal/hora	Igual o mayor 350 kcal/hora
Trabajo continuo 75% trabajo 25% descanso cada hora.	TGBH = 30.0	TGBH = 26.7	TGBH = 25.0
50% trabajo, 50% descanso, cada hora.	TGBH = 30.6	TGBH = 28.0	TGBH = 25.9
25% trabajo, 75% descanso, cada hora.	TGBH = 31.4	TGBH = 29.4	TGBH = 27.9
	TGBH = 32.2	TGBH = 31.1	TGBH = 30.0

Figura 8: Periodos de Trabajo - Descanso en función del Índice TGBH.

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393

Art. 55. Ruidos y vibraciones.

El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará con las técnicas que permitan lograr su óptimo equilibrio estático y dinámico, aislamiento de la estructura o empleo de soportes anti-vibratorios.

Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se ubicarán en recintos aislados si el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de un programa de mantenimiento adecuado que aminore en lo posible la emisión de tales contaminantes físicos.

(Reformado por el Art. 33 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar

en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

(Reformado por el Art. 34 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la tabla 1:

Tabla 1. Tiempo Límite de Exposición, Según el Nivel Sonoro

Nivel sonoro /dB	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Fuente: Decreto Ejecutivo 2393

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que excedan de 85 dB (A). Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico. T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

**RUIDO DE IMPACTO.**- Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico para prevenir afectaciones en su sistema audiométrico (Ecuador, Decreto Ejecutivo 2393, 1986).

### ✓ **NTE INEN ISO 9612**

Esta norma internacional proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel de exposición al ruido en el trabajo a partir de las mediciones del nivel de ruido. El método consta de las siguientes etapas principales: análisis del trabajo, selección de una estrategia de medición, mediciones, tratamiento de errores y evaluación de la incertidumbre, cálculos y presentación de resultados. Esta norma internacional especifica tres estrategias de medición distintas: medición basada en la tarea; medición basada en la función; y medición de una jornada de trabajo completa. Esta norma internacional indica las directrices relativas a la elección de la estrategia de medición adecuada para una situación laboral u un objetivo de investigación determinados (Ecuador, Norma Técnica Ecuatoriana, 2014)

Esta normativa brindó los requisitos necesarios para valorar el riesgo estrés térmico y poder determinar la posibilidad de afectaciones a la salud del trabajador por exposición a altas temperaturas.

### ✓ **ISO 7243**

Esta norma internacional forma parte de una serie de normas que especifican métodos de medida y valoración de ambientes térmicos calurosos, moderados y fríos. Proporciona los principios subyacentes a la evaluación de la respuesta humana a los ambientes térmicos en general y, en particular, los principios usados en el desarrollo de cada norma internacional. También muestra las relaciones entre las normas y el modo en que éstas pueden ser usadas conjuntamente para evaluar toda la gama de los ambientes térmicos (España, Unidad de Normalización Española, 2017).

Esta normativa brindó los pasos necesarios para valorar la exposición a ruido laboral y poder determinar la posibilidad de afectaciones a la salud del trabajador.

➤ **NTP 322 Valoración del riesgo Estrés Térmico - Índice WBGT**

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles (España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, NTP 322 Valoración del Riesgo Estrés Térmico - Índice WBGT, 2007).

➤ **NTP-779 Bienestar térmico**

Un ambiente interior viene definido fundamentalmente por la calidad del aire que se proporciona a los ocupantes de un espacio, por el clima que se crea en ese espacio, por el ambiente lumínico y acústico y por el entorno visual en el que se desarrollará la actividad. Buena parte de esos aspectos está directamente relacionado con el sistema de ventilación y de acondicionamiento del aire que se suministra a los locales (España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, NTP-779 Bienestar Térmico, 2007).

➤ **NTP 323 Determinación del metabolismo energético**

El consumo metabólico sirve para evaluar la carga física y es así mismo una variable necesaria para valorar la agresión térmica. El objetivo de esta NTP es presentar distintos métodos para determinar el gasto energético, basados en la Norma ISO 8996. Esta norma forma parte de una serie de normas internacionales que hacen referencia al ambiente térmico. En ella se describen los diferentes métodos de determinación del consumo energético indicando el nivel de precisión de cada uno de ellos (España, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, NTP-323 Determinación del Metabolismo Energético, 2007).

Las normas técnicas de prevención son lineamientos internacionales que regulan el ambiente laboral para que los trabajadores no se vean afectados por estrés térmico y presenten enfermedades ocupacionales a largo plazo.

# METODOLOGIA

## 2.1 Tipo de investigación

Para desarrollar este estudio se seleccionó un tipo de investigación cuantitativa, pero con síntesis de investigación cualitativa debido a que se estudió las actividades laborales del técnico de automatización de procesos, las zonas de la P2 que presentan mayor producción de ruido y de radiación de temperatura, se las detallaron y cualificaron según sus características propias. El estudio fue de campo y la obtención de información se ejecutó a través de fuentes primarias mediante la medición de ruido a través de un sonómetro y un medidor de estrés térmico; mismos que generaron datos numéricos, los cuales se procesaron con la ayuda de programas informáticos donde se aplicarán las metodologías NTE INEN-ISO 9612 para valorar el ruido y la ISO 7243 para evaluar el estrés térmico, interpretar la información recabada en las mediciones y presentar resultados individuales para proceder a valorar los riesgos y emitir las recomendaciones pertinentes de ser el caso.

En la siguiente tabla se presentará el cuadro de operacionalización de variables, el cual contiene las variables a estudiar, su definición conceptual y operacional, las dimensiones que abarca cada variable, los indicadores por cada dimensión y las técnicas o instrumentos

Tabla 2. Operacionalización de las Variables

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
Ruido	Sonido no agradable al que está expuesto el trabajador durante su jornada laboral y que por la exposición prolongada puede presentar afectaciones a su salud.	Revisión de la Literatura. Revisión de Estudios Previos. Revisión del Marco Legal. Selección del tipo de Investigación. Revisión documental Empresarial. Análisis de los resultados del instrumento para identificación de peligros y evaluación de riesgos y Discusión Proponer medidas para prevenir accidentes Conclusiones	Dosis Recibida	Nivel de Exposición de Ruido  Nivel Efectivo de Ruido  Nivel Máximo Permitido de Ruido
Estrés Térmico	Cantidad de calor acumulada en el cuerpo del trabajador y que por la exposición prolongada puede generar algunas afectaciones a la salud	Revisión de la Literatura. Revisión de Estudios Previos. Revisión del Marco Legal. Selección del tipo de Investigación. Revisión documental Empresarial.	Índice TGBH	Temperatura de Globo  Temperatura Húmeda Relativa

		<p>Análisis de los resultados del instrumento para identificación de peligros y evaluación de riesgos y</p> <p>Discusión</p> <p>Proponer medidas para prevenir accidentes</p> <p>Conclusiones</p>		<p>Temperatura del aire</p>
--	--	---	--	-----------------------------

Fuente: El Autor

## **2.2 Población y Muestra**

En esta investigación la población de estudio fue finita, considerando que se cuenta con un solo técnico de automatización de procesos para la P2, por lo tanto no es necesario el cálculo de una muestra.

Durante esta investigación los métodos que se utilizaron fueron lógicos y empíricos; lógicos porque se utilizó la deducción, la síntesis y el análisis; empíricos porque se empleó la observación directa. La deducción permitió pasar de aseveraciones generales que se han derivado de la fundamentación teórica, a hechos reales y puntuales en cuanto a evitar la manifestación de enfermedades laborales por ruido y estrés térmico; la herramienta de evaluación, con la cual se logró identificar los peligros y los factores de riesgo a los que está expuesto el técnico de automatización de procesos y analizar esa información de manera más clara y particular. Mediante el método analítico, se pudo lograr diferenciar los elementos necesarios del objeto a estudiar dentro de información obtenida, para poder revisar y clasificar a cada uno de ellos de manera más fácil.

## **2.3 Técnicas e instrumentos.**

En esta investigación se utilizaron varias técnicas y 2 instrumentos validados por el Instituto de Normalización Ecuatoriano y la Organización Internacional de Normalización en sus normas para medir y evaluar los riesgos objeto de esta investigación. Las técnicas utilizadas en esta investigación fueron, la revisión de investigaciones del estado de arte sobre temas similares debido a que la REE es la única empresa del sector hidrocarburífero que cuenta con la P2, así como las leyes y reglamentos que rigen en materia de prevención de riesgos en el país.

Los Instrumentos empleados fueron un sonómetro EXTECH calibrado, modelo 407790A (Ver Anexo 1) para mediciones de ruido y un medidor EXTECH HT-200 calibrado (Ver Anexo 2), para medir el índice TGBH y determinar si existe o no riesgo de estrés térmico.

La obtención de los datos numéricos se realizó aplicando los procedimientos estipulados en las normativas aplicadas dentro de esta investigación que se detallan a continuación.

## ❖ NTE INEN-ISO 9612

Para realizar correctamente la medición del ruido con un dosímetro, se le instalará al operario, colocándole el micrófono a la altura del pabellón auricular y se le mantendrá en funcionamiento durante un tiempo T (representativo de toda la jornada laboral), admitiéndose que el resto de la jornada estará sometido al mismo nivel de ruido.

### **Medición de ruido basado en la tarea**

La evaluación del nivel de exposición a ruido se realizó de acuerdo con los procedimientos integrados en la NTE INEN-ISO 9612 y se procedió de la siguiente manera:

#### **Procedimiento del método de evaluación.**

Etapa 1: Análisis de trabajo.

Etapa 2: Selección de una estrategia.

Etapa 3: Mediciones

Etapa 4: Tratamiento de errores.

Etapa 5: Cálculo y presentación de los resultados incluyendo la incertidumbre.

Etapa 6: Cálculo del nivel de exposición al ruido diario ponderado A.

Etapa 7: Cálculo de la incertidumbre.

Etapa 8: Conclusiones.

#### **Instrumento de medición.**

Las características del sonómetro empleado en esta investigación se muestran en la tabla 3 mientras en la figura 9 se lo puede observar físicamente.

Tabla 3. Características del Sonómetro

Instrumento y/o accesorios	Identificación	Marca	Modelo	No. Serie
Medidor de Ruido Ambiental	15004001510840001	EXTECH	407790A	181204333

Fuente: El Autor



Figura 9: Sonometro EXTECH 407790A.

Fuente: <https://www.grainger.com.mx/producto/EXTECH-Son%C3%B3metro%20LCD%20USB%201dB%2025-Hz-a-10-kHz/p/52ZK76>

Tabla 4. Valoración del riesgo por ruido

<b>Dosis &lt; 0,5 Riesgo Bajo</b>	<b>Dosis &lt; 0,5 Riesgo Bajo</b>
<b>Dosis 0,5 – 1 Riesgo Medio</b>	<b>Dosis 0,5 – 1 Riesgo Medio</b>
<b>Dosis &gt; 1 Riesgo alto</b>	<b>Dosis &gt; 1 Riesgo alto</b>

Fuente: INEN-ISO 9612

Donde la Dosis es igual al valor medido / valor máximo permitido.

## ❖ ISO 7243

La ISO 7243 (2015) indica que:

En ambientes calurosos la estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo, basado en el Índice TGBH (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo).

El cálculo del índice TGBH en trabajos de interiores se presenta en la ecuación (1), mientras que el cálculo para trabajos en exteriores se presenta en la ecuación (2), donde THN es la temperatura de bulbo húmedo, TG es la temperatura de globo y TA es la temperatura ambiente.

$$\text{TGBH} = 0,7\text{THN} + 0,3\text{TG} \quad (1)$$

$$\text{TGBH} = 0,7\text{THN} + 0,2\text{TG} + 0,1\text{TA} \quad (2)$$

Se procede con la determinación de la Carga Térmica Metabólica (CTM), valor que representa la energía expresada en Kilocalorías por minuto que consumen los trabajadores en la ejecución de cada una de sus tareas (Ginebra, Organización Internacional de Normalización, ISO 7243, 2015). Este valor se define tomando como referencia la información de las figura 10.

<b>A. Posición y movimiento del cuerpo</b>			
			<b>Kcal/min</b>
Sentado			0,3
De pié			0,6
Andando			2,0 - 3,0
Subida de una pendiente andando			añadir 0,8 por m de subida
<b>B. Tipo de trabajo</b>			
		<b>Media Kcal/min</b>	<b>Rango Kcal/min</b>
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Figura 10: Estimación del Consumo Metabólico  
Fuente: ISO 7243

A partir de los valores de la duración de las tareas en minutos por hora y de los resultados de los CTM obtenidos para cada una de ellas, se calcula la CTM media, valor ponderado para cada hora de trabajo que se obtiene a través de la siguiente ecuación que se muestra en la figura 11 donde CTM es la Carga Térmica Metabólica calculada para cada tarea y t es su tiempo de duración en minutos.

$$CTM = \frac{\sum_{i=1}^n ((CTM \times t_i))}{\sum_{i=1}^n t_i \times 60}$$

Figura 11: Calculo de la Carga Térmica Metabólica  
Fuente: ISO 7243

Con base en el valor obtenido de la CTM para cada hora de trabajo se determina el TGBH límite, valor de referencia expresado en °C que permite la valoración del riesgo y que se obtiene a partir de la información de la figura 12.

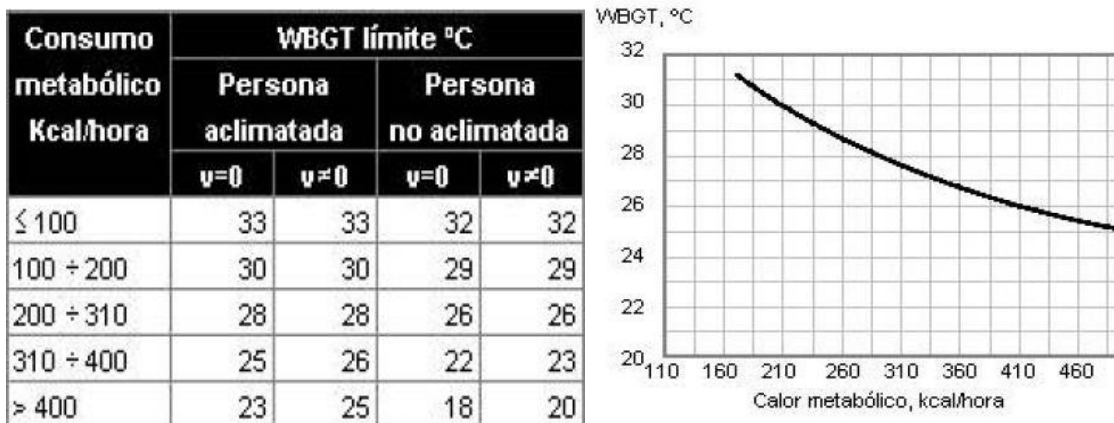


Figura 12: Determinación del TGBH límite  
Fuente: ISO 7243

Para realizar las mediciones se siguió la siguiente secuencia.

### FASE I: MUESTREO

Determinar áreas críticas en función de la cualificación de riesgos inicial y por sondeo de campo se prepara el equipo EXTECH-HT200 que se muestra en la figura 14, con las siguientes características que se describen en la figura 13.

**MEDIDOR ESTRES TERMICO EXTECH HT200**

N.º de producto: HT200

- Rango de temperatura globo de bulbo húmedo sin luz de sol: 0°C - 59°C.
- Rango de temperatura globo de bulbo húmedo con luz de sol: 0°C - 56°C.
- Índice de calor: 0°C - 80°C.
- Temperatura del aire: 0°C - 50°C.
- Humedad: 1% - 99%.
- Punto de Condensación: -35,3°C - 48,9°C.
- Bulbo húmedo: -21,6°C - 50°C.
- El medidor determina con precisión el nivel de fatiga calorífica teniendo en cuenta una combinación de humedad, temperatura, movimiento del aire y radiación solar directa.
- Utiliza un sensor de capacitancia para medir con precisión la temperatura de globo de bulbo húmedo (TGBH), la temperatura de globo negro (TG), la humedad relativa (% de RH), la temperatura del aire (TA), el bulbo húmedo (Wet Bulb, WT) y el punto de rocío (DEW).
- La temperatura de globo negro (TG) monitorea los efectos de la radiación solar directa en una superficie expuesta.
- Función para interior y exterior muestra el valor de TGBH con o sin exposición directa al sol.
- Configuración de la alarma de WBGT alta/baja.
- Mín./máx., retención de datos, apagado automático, indicador de batería baja.
- Alarma nivel alto-bajo.
- Memoria para 50 mediciones.
- Incluye batería de 9 V y estuche portátil rígido.
- Dimensiones: 300 x 70 50 mm.
- Dimensiones de bola: 50 mm.
- Peso aprox.: 220 gramos.

Figura 13: Características del medidor EXTECH HT 200

Fuente: <https://www.instrumentacion-metrologia.es/MEDIDOR-ESTRES-TÉRMICO-EXTECH-HT200>



Figura 14: Medidor EXTECH-HT200

Fuente: <https://www.instrumentacion-metrologia.es/MEDIDOR-ESTRES-TÉRMIICO-EXTECH-HT200>

## FASE II: PREPARACIÓN

Determinar medición externa / interna

Fijar unidades de temperatura °C

## FASE III: MEDICIÓN TGBH

Temperatura ambiente (TA) en °C

Temperatura globo (TG) en °C

Humedad relativa (HR) en %

Temperatura de bulbo húmedo (WET)

Temperatura del punto de rocío (DEW)

El número de muestras y el tiempo de medición se harán siguiendo el tiempo de duración de las tareas.

#### FASE IV: REALIZAR CÁLCULOS

Calcular el Índice TGBH para exteriores con la ecuación:

$$\text{TGBH} = (0.7 \times \text{WET}) + (0.2 \times \text{TG}) + (0.1 \times \text{TA})$$

Calcular el Índice TGBH para interiores con la ecuación:

$$\text{TGBH} = (0.7 \times \text{WET}) + (0.3 \times \text{TG})$$

Determinar posición y movimiento del cuerpo (PMC)

De acuerdo con las tareas realizadas durante la jornada laboral.

Determinación de TGBT Promedio.

$$\text{TGBT Promedio} = (\text{TGBH}_1 + \dots + \text{TGBH}_i) / i$$

Cálculo de la dosis del calor:

$$D = \text{TGBH real} / \text{TGBH permitido}$$

La tabla 4 indica la valoración que se le debe dar al riesgo estrés térmico en función de la dosis de calor recibida y el consumo metabólico según la ISO 7243.

Tabla 4. Valoración del riesgo por estrés térmico

<b>Dosis &lt; 0,5 Riesgo Bajo</b>	<b>Dosis &lt; 0,5 Riesgo Bajo</b>
<b>Dosis 0,5 – 1 Riesgo Medio</b>	<b>Dosis 0,5 – 1 Riesgo Medio</b>
<b>Dosis &gt; 1 Riesgo alto</b>	<b>Dosis &gt; 1 Riesgo alto</b>

Fuente: ISO 7243

## **2.4 Análisis de Datos**

Durante el proceso de investigación se compararon los datos obtenidos con los establecidos en la normativa legal vigente en el país para en función de eso emitir las recomendaciones técnicas para precautelar la salud del trabajador.

# ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

## 3.1 Ruido

Los resultados de la primera dimension de esta investigación se obtubieron de acuerdo con las etapas descritas en la NTE INEN-ISO 9612, mismas que se detallan a continuación.

### 3.1.1 Caracterización del área de estudio

Etapas 1: Análisis de trabajo

En este estudio, el nivel de exposición al ruido del Técnico de Automatización de Procesos que trabaja en la P2 se determinará utilizando las mediciones basadas en la tarea. La jornada laboral consta de la siguiente secuencia de tareas:

1. Compresor tipo turbina
2. Compresor reciprocante
3. Techo del horno tipo caja
4. Planta baja del horno tipo caja
5. Bodega
6. Trabajos de oficina (administrativos)
7. Comedor

De acuerdo con la información aportada por el trabajador, el trabajo se puede dividir en 7 tareas distintas: compresor tipo turbina, compresor reciprocante, techo del horno tipo caja, planta baja del horno tipo caja, bodega, trabajos de oficina y el comedor.

El técnico indica que pasa 1 h en cada compresor revisando que las señales de presión, nivel, Temperatura y flujo se encuentren dentro de los parametros necesario para el correcto funcionamiento de los equipos, 1 h tanto en el techo como en la planta baja del horno de cabina,

debido a que es necesario mantener el perfil térmico durante todo el proceso en cada uno de los hornos. Dedicar 0,5 h para reír un repuesto de bodega o consultar códigos de e quipos. Dedicar 2 horas para realizar trámites administrativos como compras de repuestos, comisiones de servicio y actividades contractuales. Y finalmente diariamente dedicar 1 h para el almuerzo. Basándose en esta información, la jornada nominal se define en la tabla 5 con los tiempos asignados a cada tarea.

Tabla 5 – Tareas de la Jornada diaria del Técnico de Automatización de Procesos

Tarea	Duración H
Compresor tipo turbina	1
Compresor recíprocante	1
Techo del horno tipo caja	1
Planta baja del horno tipo caja	1
Bodega	0,5
Trabajos de oficina (administrativos)	2,5
Comedor	1
Total	8
NOTA: El tiempo empleado en cada tarea se calcula utilizando la media del rango de valores indicado por el trabajador	

Fuente: El investigador (2019)

### Etapa 2: Selección de una estrategia

Dado que el número de tareas está limitado y bien definido, la situación es adecuada para realizar las mediciones basadas en la tarea.

### Etapa 3: Mediciones

La contribución al ruido de la Bodega, Trabajos de Oficina y Comedor no tiene importancia con respecto al nivel global de exposición al ruido. Por lo tanto, basta con realizar unas simples mediciones de ruido con un sonómetro, simplemente para garantizar que el nivel de presión sonora en estos períodos de trabajo (tarea) no tiene una influencia significativa.

El período de medición debería cubrir al menos tres ciclos de trabajo. Las observaciones han demostrado que la duración de la medición del ruido de los Compresores Tipo Turbina y Reciprocante debería ser de al menos 10 min. Igualmente, la duración de la medición para el ruido tanto en el Techo del Horno como en la Planta Baja debería ser al menos de 10 min. Sin embargo, de acuerdo con el apartado 9.3 de la norma, la duración de la medición debería ser al menos de 5 min. Por lo tanto, la duración de la medición para la soldadura se establece en 5 min.

Dado que el rango de los valores medidos sobrepasa los 3 dB, se realizan tres mediciones adicionales para cada tarea. Sin embargo, dado que el ruido procedente de las actividades silenciosas es insignificante, sólo se realizan breves muestras del nivel de ruido durante estas tareas. En la figura 15 se muestran los valores medidos en las tareas durante la jornada del Técnico

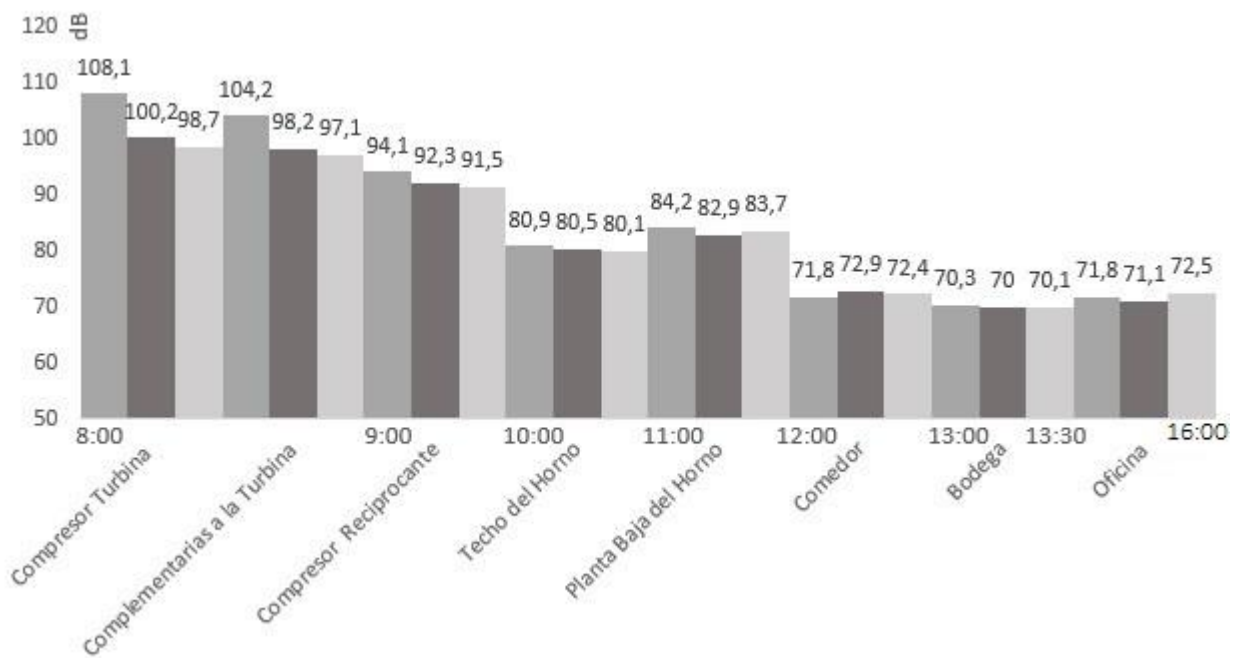


Figura 15: Resultados de la Sonometría  
Fuente: El investigador (2019)

#### Cálculo del nivel de exposición al ruido diario ponderado A

El nivel de ruido de cada tarea se calcula utilizando la ecuación que se muestra en la tabla siguiente.

Las primeras mediciones dieron como resultado los valores que se muestran en la tabla 6 y dado que la diferencia entre los niveles de ruido medidos para el compresor tipo turbina sobrepasan los 3 dB, se realizan al menos tres mediciones suplementarias con los siguientes resultados:

Tabla 6 – Calculo del Nivel de Ruido para cada Tarea

Tareas	Mediciones	Lp,A,eqT1 (dB)	Lp,A,eqT2 (dB)	Lp,A,eqT3 (dB)	Lp,A,eqT (dB) (Nivel de Ruido para Cada Tarea) = $10 \lg \frac{1}{n} (10^{0.1 \times LpAeqT1} + 10^{0.1 \times LpAeqT2} + \dots)$	Tiempo
Compresor Tipo Turbina		108,1	100,2	98,7	103,2	1:00 H
Niveles de Ruido Suplementarios a la Turbina		104,2	98,2	97,1		
Compresor Reciprocante		94,1	92,3	91,5	92,8	1:00 H
Techo del Horno de Cabina		80,9	80,5	80,1	80,5	1:00 H
Planta baja del Horno de Cabina		84,2	82,9	83,7	83,6	1:00 H
Oficina		71,8	71,1	72,5	71,8	2,5 H
Bodega		70,3	70,0	70,1	70,1	0,5 H
Comedor		71,8	72,9	72,4	70,6	1:00 H

Fuente: El investigador (2019)

#### Etapa 4: Tratamiento de errores

En este estudio, las observaciones durante las mediciones mostraron que no existía un riesgo significativo de cometer errores de medición

#### Etapa 5: Cálculo y presentación de los resultados incluyendo la incertidumbre

La contribución al nivel de exposición al ruido diario ponderado A, se calcula para cada actividad de acuerdo con la ecuación que se muestra en la tabla 7. Las contribuciones de las tareas a la exposición al ruido diario son entonces.

Tabla 7 – Contribuciones al Nivel de Ruido para cada tarea

Tareas	Resultados	$L_{p,A,eqT}$ (dB) (Nivel de Ruido para Cada Tarea) = $10 \lg \frac{1}{3} (10^{0.1 \times L_{pAeqT1}} + 10^{0.1 \times L_{pAeqT2}} + \dots)$	Contribuciones al nivel de ruido de las Tareas $LEX,8hx = L_{p,A,eqT} + 10 \lg \frac{t}{T}$ dB	Tiempo
Compresor Tipo Turbina		103,2	94,1	1:00 H
Compresor Reciprocante		92,8	83,8	1:00 H
Techo del Horno de Cabina		80,5	71,5	1:00 H
Planta baja del Horno de Cabina		83,6	74,6	1:00 H
Oficina		71,8	66,8	2,5 H
Bodega		70,1	58,1	0,5 H
Comedor		70,6	61,6	1:00 H

Fuente: Fuente: El investigador (2019)

El nivel de exposición al ruido diario ponderado A se puede calcular ahora a partir de la ecuación como se muestra en la tabla 8:

Tabla 8 – Calculo del Nivel de Exposición Diario.

Tareas	Resultados	Contribuciones al nivel de ruido de las Tareas $LEX,8hx = L_{p,A,eqT} + 10 \lg \frac{t}{T}$ dB	El nivel de exposición diario $LEX,8h = 10 \lg (10^{0.1 \times LEX,8h,1} + 10^{0.1 \times LEX,8h,2} + \dots)$	Tiempo
Compresor Tipo Turbina		94,1	$10 \lg (10^{0.1 \times 94,1} + 10^{0.1 \times 83,8} + 10^{0.1 \times 71,5} + 10^{0.1 \times 74,6} + 10^{0.1 \times 66,8} + 10^{0.1 \times 58,1} + 10^{0.1 \times 61,6} = 94,2$ dB	1:00 H
Compresor Reciprocante		83,8		1:00 H
Techo del Horno de Cabina		71,5		1:00 H
Planta baja del Horno de Cabina		74,6		1:00 H
Oficina		66,8		2:30 H
Bodega		58,1		0:30 min
Comedor		61,6		1:00 H

Fuente: El investigador (2019)

### Cálculo de la incertidumbre

La incertidumbre típica,  $u_{1a,m}$ , debido al muestreo de los niveles de ruido de los Compresor tipo Turbina y Reciprocane y en el Horno tanto en el Techo se calcula a partir de la ecuación

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \sum_{i=1}^i (L_{Aeqmi} - L'_{AeqTmi})^2}$$

donde:

$L_{Aeqm}$  es la media aritmética de  $i$  niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea  $m$ .

$L'_{AeqTm}$  es la media Aritmetica de las mediciones realizadas

Donde:

$i$  es el número de muestra de la tarea;

$I$  es el número total de muestras de la tarea.

En la tabla 9 se muestra el calculo de la media aritmetica para cada una de las tareas realizadas durante la jornada laboral del Técnico de Automatización de Procesos

Tabla 9 – Calculo de la media aritmetica del Nivel de Ruido.

Tareas	Mediciones			$L'AeqTm$ (dB) $\sum_{i=1}^i (LAeqmi)/i$ =	Tiempo
	Lp,A,e qT1 (dB)	Lp,A,e qT2 (dB)	Lp,A,e qT3 (dB)		
Compresor Tipo Turbina	108,1	100,2	98,7	101,1	1:00 H
Niveles de Ruido Suplementarios a la Turbina	104,2	98,2	97,1		
Compresor Reciprocante	94,1	92,3	91,5	92,6	1:00 H
Techo del Horno de Cabina	80,9	80,5	80,1	80,5	1:00 H
Planta baja del Horno de Cabina	84,2	82,9	83,7	83,6	1:00 H
Oficina	71,8	71,1	72,5	71,8	2:00 H
Bodega	70,3	70,0	70,1	70,1	0:30 min
Comedor	71,8	72,9	72,4	72,4	1:00 H

Fuente: Fuente: El investigador (2019)

Para el Compresor Tipo Turbima la Incertidumbre Será:

$$u1a,1 = \sqrt{\frac{1}{6 \times 5} [(6,9)^2 + (-0,9)^2 + (-2,4)^2 + (3,1)^2 + (-2,9)^2 + (-9,6)^2]} = 2,34 \text{ dB}$$

Para el Compresor Reciprocante la Incertidumbre Será:

$$u1b,2 = \sqrt{\frac{1}{3 \times 2} [(1,5)^2 + (-0,3)^2 + (-1,1)^2]} = 0,8 \text{ dB}$$

Para el Techo del Horno Será:

$$u1c,3 = \sqrt{\frac{1}{3 \times 2} [(1,4)^2 + (-0,9)^2 + (-0,4)^2]} = 0,7 \text{ dB}$$

En la Planta baja del Horno Será:

$$u1d,4 = \sqrt{\frac{1}{3 \times 2} [(1,5)^2 + (-2,6)^2 + (1)^2]} = 1,29 \text{ dB}$$

En la Bodega Será:

$$u1e,5 = \sqrt{\frac{1}{3 \times 2} [(0,2)^2 + (-0,1)^2 + (0)^2]} = 0,09 \text{ dB}$$

En la Oficina Será:

$$u1f,6 = \sqrt{\frac{1}{3 \times 2} [(0)^2 + (-0,7)^2 + (0,7)^2]} = 0,41 \text{ dB}$$

En el Comedor Será:

$$u1g,7 = \sqrt{\frac{1}{3 \times 2} [(-0,6)^2 + (0,5)^2 + (0)^2]} = 0,32 \text{ dB}$$

La desviación típica debida a la instrumentación es  $u_{2,m} = 1,5$  dB.

La desviación típica debida a la posición del micrófono es  $u_{3,m} = 1,0$  dB.

Los coeficientes de sensibilidad asociados a la incertidumbre debido a muestreo del nivel de ruido, a la instrumentación y a la posición de medición se calculan mediante la ecuación.

$$c_{1a,i} = \frac{t}{T} 10^{(L_{AeqTm} - L_{AeqT})/10}$$

Para la oficina, la bodega y el comedor, con  $L_{p,A,eqT}$ , a cercanas a 70 dB, el coeficiente de sensibilidad es: 0

Para el Compresor Tipo Turbina, el coeficiente de sensibilidad es:

$$c_{1a,1} = (10^{(103,2 - 94,2)/10}) / 8 = 0,99$$

Para el Compresor Reciprocante, el coeficiente de sensibilidad es:

$$c_{1b,2} = (10^{(92,8 - 94,2)/10}) / 8 = 0,1$$

Para el Techo del Horno, el coeficiente de sensibilidad es:

$$c_{1c,3} = (10^{(80,5 - 94,2)/10}) / 8 = 0,04$$

Para la Planta Baja del horno, el coeficiente de sensibilidad es:

$$c_{1d,4} = (10^{(83,6 - 94,2)/10}) / 8 = 0,01$$

$$u^2(\text{LEX}, 8h) = \sum_{m=1}^m c_{1am}^2 (u_{1am}^2 + u_{2m}^2 + u_{3m}^2) + (c_{1bm} \times u_{ibm})^2$$

$$u^2(\text{LEX}, 8h) = 0,99^2 (2,34^2 + 1,5^2 + 1^2) + (0,1 \times 0,8)^2 + (0,04 \times 0,7)^2 + (0,01 \times 1,29)^2$$

$$u^2(\text{LEX}, 8h) = 8,55 + 0,01 + 0,00 + 0,00 = 8,56$$

$$U = 1,65 \sqrt{8,56} = 4,83 \text{ dB}$$

## Conclusion

El Técnico de Automatización de Procesos está sometido a un nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 94,2 dB, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95% ( $k=1,65$ ) con una incertidumbre expandida asociada al equipo de 4,83 dB.

## Determinación del nivel de ruido efectivo (NRE)



Figura 16: Protección auditiva del trabajador  
Fuente: El investigador (2019)

En la tabla 10 se muestran los datos del Equipo de Protección Auditiva utilizada por el trabajador expuesto a ruido.

Tabla 10. Características del EPP del trabajador

Tipo	Marca	Modelo	NRR (dB)
Orejera para casco	ELVEX	B011	27

Fuente: El investigador (2019)

Cuando se usa un equipo de protección personal auditiva el factor de reducción R, se calcula con la siguiente ecuación:

$$R = (NRR - 7) / 2$$

Dónde: NRR es el factor de nivel de reducción a ruido establecido por el fabricante.

$$R = 10 \text{ dB.}$$

En la tabla 11 se presentan los resultados del factor de reducción de ruido y la comparación del resultado obtenido.

Tabla 11. Factor de Reducción “R” y Nivel de Ruido Efectivo (NER)

Punto No.	Puesto de Trabajo	NER	NRR	R	NRE (NER – R)
1	Técnico de P2	94,2	25.0	10	84,2

Fuente: El investigador (2019)

**NER:** Nivel de Exposición a Ruido Observado en dB. **R** = Factor de reducción calculado utilizando el Nivel de reducción a Ruido (**NRR**) proporcionado por el fabricante en dB. **NRE**= Nivel de Ruido Efectivo en dB.

La valoración del riesgo viene dada por el cálculo de la dosis.

**Dosis= NRE/85= (84,2) / (85)= 0,99.**

Por el resultado obtenido podemos establecer que, el riesgo es Medio para una Jornada Completa de 8 H.

Los resultados brindados por el EPP permiten al trabajador desarrollar sus actividades con niveles de ruido por debajo del límite establecido en el decreto ejecutivo 2393 en el compresor

### 3.2 Estrés térmico

Los resultados de la segunda dimensión de esta investigación se obtubieron de acuerdo con las etapas descritas en la ISO 7243, mismas que se detallan a continuación.

#### 3.2.1 Caracterización del puesto de trabajo

Etapa 1: Analisis del puesto de trabajo

El nivel de exposición al calor del Técnico de Automatización de Procesos que trabaja en la P2 se determinará utilizando las mediciones basadas en las tareas que realiza en su jornada laboral.

Tabla 12. Duración de las tareas durante la jornada laboral.

Tareas	Nº	Lugar	Nº	Descripción de la Tarea	Interior/ Exterior	Tiempo de Duración (min)
Compresores	1	Turbina	1	Revisión de Presiones	Exterior	20
			2	Revisión del Panel	Exterior	20
			3	Revisión de Flujo de Vapor	Exterior	20
	2	Reciprocante	1	Revisión de Presiones	Exterior	20
			2	Revisión del Panel	Exterior	20
			3	Revisión del Sistema de Lubricación	Exterior	20
Horno	1	Techo del horno	1	Revisión de Temperatura en H1	Exterior	20
			2	Revisión de Temperatura en H2	Exterior	20
			3	Revisión de Temperatura en H3	Exterior	20
	2	Planta baja	1	Revisión de Flujos y Presiones en H1	Exterior	20
			2	Revisión de Flujos y Presiones en H2	Exterior	20
			3	Revisión de Flujos y Presiones en H3	Exterior	20
Repuestos	1	Bodega	1	Solicitud y Retiro de Repuestos	Interior	30
Oficina	1	Trabajos administrativos	1	Administración de Contratos y Comisiones Técnicas	Interior	90
	2	Revisiónes Técnicas	2	Revisión de Hojas de Datos	Interior	60
Almuerzo	1	Comedor	1	Almorzar	Interior	60

Fuente: El investigador (2019)

Etapa 2. Medición en sitio de las variables ambientales.

El la figura 17 se muestran los valores medidos en las tareas externas del Técnico de Automatización de Procesos de la CCR.

## Mediciones exteriores

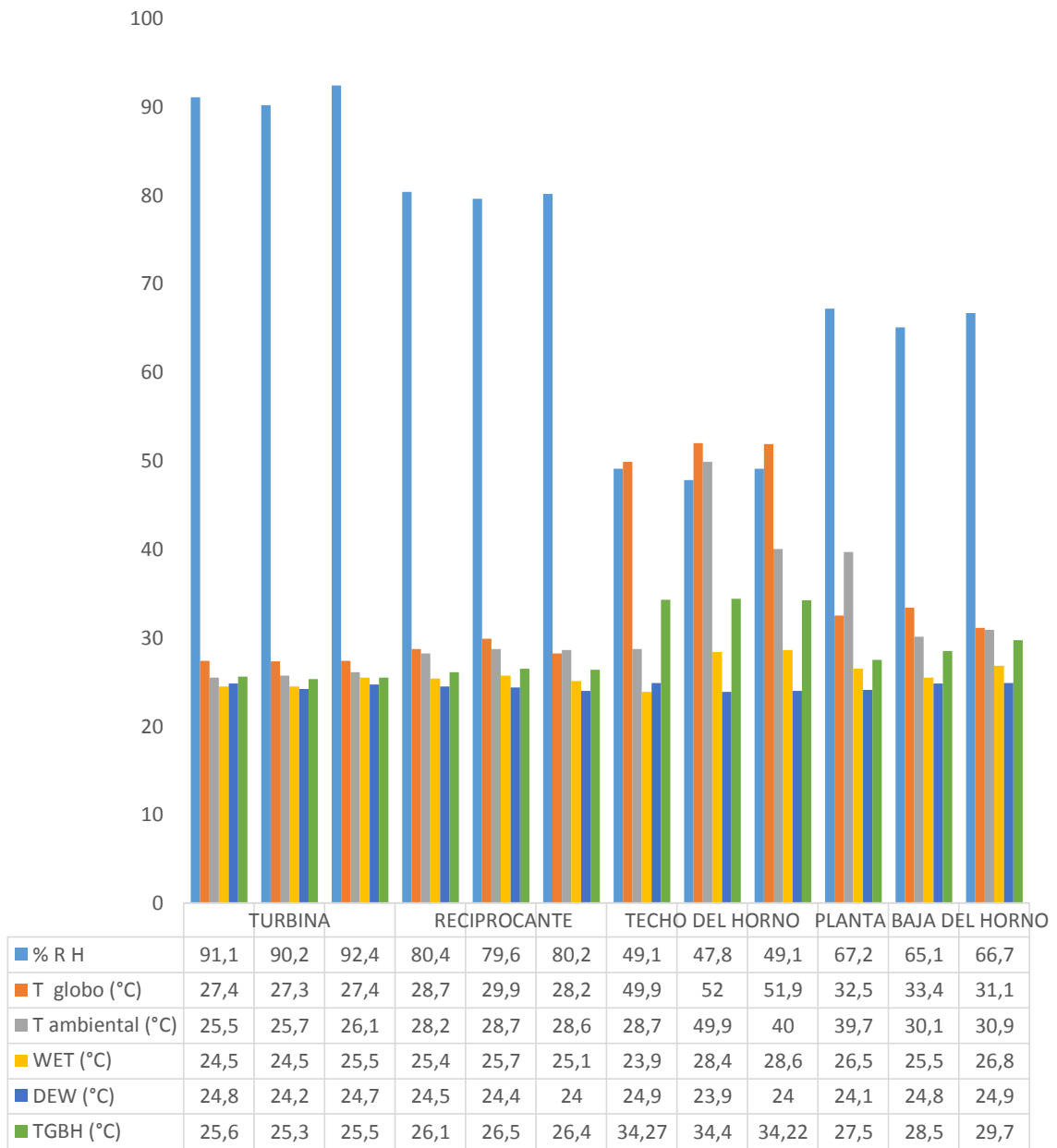


Figura 17: Mediciones de las tareas exteriores

Fuente: El investigador (2019)

El la figura 18 se muestran los valores medidos en las tareas sin exposición al sol del Técnico de Automatización de Procesos de la CCR.

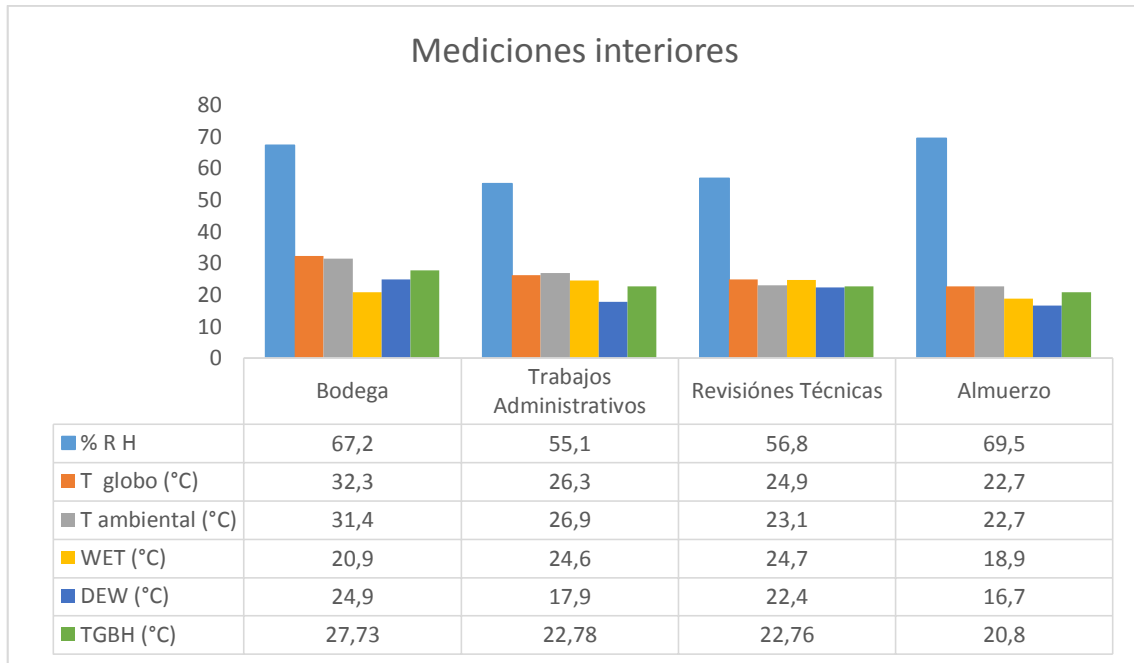


Figura 18: Mediciones de las tareas interiores  
Fuente: El investigador (2019)

El medidor empleado entrega directamente el calculo del indice por lo que no es necesario el calculo requerido en la Etapa 3.

La tabla 13 muestra en conjunto los resultados de las mediciones con exposicion solar y sin exposición solar.

Tabla 13. Resultados de las mediciones interiores y exteriores.

Lugar de Trabajo	N° Tarea	MEDICIONES						
		%RH	<i>T</i> <i>globo</i> (°C)	<i>T</i> <i>ambiental</i> (°C)	WET (°C)	DEW (°C)	<i>TGBH</i> <i>interior</i> (°C)	<i>TGBH</i> <i>exterior</i> (°C)
Turbina	1	91,1	27,4	25,5	24,5	24,8	----- -----	25,6
	2	90,2	27,3	25,7	24,5	24,2	----- -----	25,3
	3	92,4	27,4	26,1	25,5	24,7	----- -----	25,5
Reciprocante	1	80,4	28,7	28,2	25,4	24,5	----- -----	26,1
	2	79,3	29,9	28,7	25,7	24,4	----- -----	26,5
	3	80,2	28,2	28,6	25,1	24,0	----- -----	26,4
Techo del horno	1	49,1	49,9	28,7	23,9	24,9	----- -----	34,27
	2	47,8	52	39,9	28,4	23,9	----- -----	34,4
	3	49,1	51,9	40	28,6	24	----- -----	34,22
Planta baja del horno	1	67,2	32,5	39,7	26,5	24,1	----- -----	27,5
	2	65,1	33,4	30,1	25,5	24,8	----- -----	28,5
	3	66,7	31,1	30,9	26,8	24,9	----- -----	29,7
Bodega	1	67,2	32,3	31,4	20,9	24,9	27,73 ----- -----	
Trabajos administrativos	1	55,1	26,3	26,9	24,6	17,9	22,78 ----- -----	
Revisión técnicas	2	56,8	24,9	23,1	24,7	22,4	22,76	
Almuerzo	1	69,5	22,7	22,7	18,9	16,7	20,8 ----- -----	

Fuente: El investigador (2019)

#### Etapa 4. Determinación de la carga térmica metabólica.

De acuerdo con la ecuación mostrada en la figura 9 se procedió a la estimación del consumo metabólico medio CTMm y el cálculo del TGBH promedio que se muestran en la tabla. 14.

En la tabla 14 se muestra el índice TGBH promedio y el consumo metabólico específico para cada tarea.

Tabla 14. Carga metabólica media

Lugar de Trabajo	N° Tarea	Cálculos					
		TGBH Promedio (°C)	Posición y movimiento del cuerpo (Kcal/ min)	Tipo de trabajo (Kcal/ min)	Metabolismo basal (Kcal/ min)	Carga térmica metabólica (Kcal/ min)	CTM Media (Kcal/h)
Turbina	1	25,5	1	0,8	1	2,8	174
	2		1	0,9	1	2,9	
	3		1	1	1	3	
Recíprocante	1	26,3	1	0,6	1	2,6	162
	2		1	0,7	1	2,7	
	3		1	0,8	1	2,8	
Techo del horno	1	34,3	3	2,5	1	6,5	390
	2		3	2,5	1	6,5	
	3		3	2,5	1	6,5	
Planta baja del horno	1	28,5	1	1	1	3	180
	2		1	1	1	3	
	3		1	1	1	3	
Bodega	1	27,73	0,8	0,5	1	2,3	138
Trabajos administrativos	1	22,78	0,3	1,2	1	2,5	150
Revisión técnicas	2	22,76	0,3	0,9	1	2,2	132
Almuerzo	1	20,8	0,3	0,9	1	2,2	132

Fuente: El investigador (2019)

Etapa 5. Evaluación del riesgo por estrés térmico.

Fue necesario obtener el Índice TGBH medio y el CMT promedio como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Carga metabólica media y dosis

Puesto de trabajo	TGBH Medio= (TGBH1+TGBH2 +....TGBHn) / n (°C)	CMT(promedio) = (M1xt1+ M2xt2 +....+ Mnxtn) / (t1 + t2 +.....tn)	Limite Permitido (°C)	Dosis
Técnico de Automatización de Procesos	26,1	183 (Kcal/h)	30	26,1 / 30

Fuente: El investigador (2019)

### Conclusión

La dosis es igual a 0,87, lo que indica que no existe riesgo de estrés térmico de acuerdo con la normativa nacional vigente.

## DISCUSIÓN

En la actualidad la visión de las organizaciones está enfocada a prevenir accidentes y la materialización de enfermedades profesionales. Al examinar los resultados obtenidos por este estudio junto con las deducciones de las indagaciones expuestas en la sección de antecedentes referentes a ruido laboral, se pudo establecer la siguiente información que se muestra en la tabla 19.

Tabla 16. Resumen de resultados de los antecedentes y de esta investigación con respecto al ruido laboral

<b>Autores</b>	<b>NER (dB)</b>	<b>NRE (dB)</b>	<b>Dosis</b>	<b>Acción Realizada</b>
Salvador (2015)	90,4	80,4	0,94	Cambio del EPP
	90,6	80,6	0,95	
Jácome (2016)	92	85	1	Cambio del EPP
Aleaga (2016)	98,94	88,94	1,1	Doble protección auditiva
Investigador	94,2	84,2	0,99	Mantener el EPP en buen estado y doble protección auditiva durante el arranque de la turbina

Fuente: El investigador (2019)

Con las referencias anteriores, se pudo constatar el nivel de exposición de ruido en el área de trabajo del Técnico de Automatización de Procesos, se encuentra por encima del límite máximo, existe un alto riesgo de afectaciones al sistema auditivo dado que el NER supera los valores que le permite la normativa vigente, en atención a esta situación el EPP entregado por EPPETROECUADOR al trabajador, brinda una buena protección auditiva de 10 dB de protección, al igual que las otras investigaciones tomadas como referencias para el presente trabajo investigativo, permitiendo alcanzar niveles dentro del límite permisible en el decreto ejecutivo 2393, los estudios previos de Salvador (2015) y Jácome (2016) lo lograron mediante el cambio del EPP, mientras que la investigación de Aleaga (2016) se tuvo que emplear doble protección auditiva al igual que el compresor tipo

turbina durante el arranque del mismo, las dosis en esta investigación y en la de Salvador (2015) se encuentran por debajo de 1, en la de Jácome (2016) es igual a 1 y en la de Aleaga (2016) es igual a 1,1 confirmando la existencia de un riesgo alto a la posibilidad de que se manifiesten enfermedades ocupacionales.

El segundo objetivo de esta investigación se basó en determinar la posibilidad de riesgo por estrés térmico. Al analizar los resultados obtenidos por este estudio junto con las deducciones de las indagaciones expuestas en la sección de antecedentes referentes a estrés térmico, se pudo establecer la siguiente información que se muestra en la tabla 20.

Tabla 17. Resumen de resultados de los antecedentes y de esta investigación con respecto al Estrés Térmico

<b>Autores</b>	<b>CTM [W/m<sup>2</sup>]</b>	<b>TGBH PROMEDIO °C</b>	<b>Dosis</b>	<b>Acción Realizada</b>
Chica (2016)	365,4 350,6	41,88 40,55	2,3 2	En ambos escenarios sobrepasa lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, por lo que debe hidratarse cada 15 minutos y colocación de puntos de hidratación en la planta, adicionalmente realizar el periodo de trabajo el 25% y descanso el 75% cada hora
Delgado (2016)	243,59 360,19	34,91 33,71	1,50 1,49	En ambos escenarios sobrepasa lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, por lo que debe hidratarse cada 30 minutos y realizar el periodo de trabajo el 25% y descanso el 75% cada hora
Investigador	183	26,1	0,87	En el techo del horno tipo caja se sobrepasa lo establecido en el Decreto Ejecutivo 2393, por lo que debe colocarse señalética para evitar exposición prolongada

Fuente: El investigador (2019)

Los resultados del área de utilidades de la Refinería Esmeraldas según Chica (2016) se encuentran muy por encima de los valores detectados en esta investigación, pese a eso

unicamente el techo del horno se encuentran considerada como riesgo potencial de estrés térmico si se producen exposiciones prolongadas, los trabajadores de ambas plantas de proceso manifestaron sufrir calambres ocasionalmente en el caso del Técnico de Automatización de Procesos e intensos en el caso de los trabajadores del área de utilidades luego de la jornada laboral. Por otro lado según Delgado (2016) concluye que, en la industria AGROCUEROS, los niveles de estrés térmico están un poco más cercanos a los obtenidos, pero aun así están fuera de los rangos establecidos en el decreto ejecutivo 2393, adicionalmente los valores de consumo metabólico fueron mayores por lo que se los consideró alto y muy alto a diferencia de los obtenidos en esta investigación que fue considerado como medio, efectuando la el techo del horno tipo caja donde el riesgo es elevado en el resto de tareas las mediciones están por debajo del límite permisible a diferencia de las otras investigaciones los Índices TGBH, superan lo establecido en la normativa vigente, mientras que el TGBH obtenido en esta investigación se encuentra por debajo del límite máximo.

## CONCLUSIONES

1. Las mediciones realizadas determinaron que, el riesgo físico - ruido es bajo durante la jornada laboral, lo que le permite al trabajador estar dentro de los valores permisibles en el decreto ejecutivo 2393, por lo que no existe riesgo a la salud.
2. Las mediciones realizadas determinaron que, el riesgo físico - estrés térmico es bajo durante la jornada laboral, el índice TGBH no superó los valores permisibles en el decreto ejecutivo 2393, por lo que no existe riesgo a la salud.
3. En materia de ruido y estrés térmico el Técnico de Automatización de Procesos, como en toda planta industrial, se encuentra expuesto a un riesgo considerable para su salud, debido a una exposición no controlada en el techo el horno tipo caja y en el compresor tipo turbina.

## **RECOMENDACIONES**

### **Propuestas de medidas de control al factor de riesgo físico - ruido**

1. Capacitar al personal sobre afectaciones a la salud por exposición prolongada a ruido.
2. Realizar un control periódico del EPP del trabajador para determinar si requiere reposición.
3. Instalar silenciadores en los drenajes y venteos de la Turbina para evitar la maximización de la presión sonora durante los procesos de arranque del compresor.
4. Revisar los procedimientos de trabajo para disminuir los tiempos de exposición a ruido continuo durante los trabajos de mantenimiento.
5. Durante los arranques de la turbina será necesario en empleo de doble protección auditiva.
6. Acoger los tiempos de exposición máximos permisibles establecidos en el decreto ejecutivo 2393 en función del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.
7. Realizar audiometrías periódicas al trabajador de acuerdo a lo establecido en el Plan de Vigilancia de la Salud establecido en la Refinería, para evaluar su sistema auditivo.
8. Implementar un sistema de vigilancia de la salud del trabajador que permita determinar a tiempo las afectaciones a la salud del técnico de automatización de procesos y prevenir enfermedades ocupacionales.

### **Propuestas de medidas de control al factor de riesgo físico - estrés térmico**

1. Capacitar al personal sobre afectaciones a la salud por exposición prolongada a altas temperaturas.
2. Dotar al personal de EPP apropiado para trabajos prolongados en ambientes calurosos y húmedos.
3. Colocar señalética apropiada en el techo del horno sobre el peligro por exposición prolongada.
4. Reubicar las cajas de conexiones de los instrumentos en el techo del horno tipo caja lo más lejos posible para evitar los efectos del golpe de calor por radiación.
5. Revisar los procedimientos de trabajo para disminuir los tiempos de exposición a altas temperaturas durante los trabajos de mantenimiento.

6. Implementar puntos de Hidratación en los alrededores de la planta para mitigar los impactos de la deshidratación.
7. Implementar los periodos de trabajo y descanso recomendados en el decreto ejecutivo 2393 para precautelar la salud del trabajador.
8. Realizar evaluaciones médicas periódicas al trabajador para evaluar la salud.
9. Implementar un sistema de vigilancia de la salud del trabajador que permita determinar a tiempo las afectaciones a la salud del técnico de automatización de procesos y prevenir enfermedades ocupacionales.

## REFERENCIAS

- Abasolo, J. V. (2017). *El ruido en la industria*. Medellín: Vizcaya.
- Aleaga, J. (2016). El ruido laboral y su incidencia en los trastornos del oído de los operadores del área de producción de plásticos: una aplicación para HOLVIPLAS S.A (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución Política de la República del Ecuador*. Montecristi: Registro Oficial 449. Recuperado de [http://www.corteconstitucional.gob.ec/images/stories/pdfs/Constitucion\\_politica.pdf](http://www.corteconstitucional.gob.ec/images/stories/pdfs/Constitucion_politica.pdf)
- Benítez, G. (2005). La Refinería Estatal de Esmeraldas, un puntal para la economía nacional. Revista *Red Voltaire*, Recuperado de <https://www.voltairenet.org/article124328>.
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. (2016). *Revista Médica MedlinePlus: Información de Salud para usted*. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/eardisorders.html>.
- Bustos, D. C. (2016). Estrés térmico por calor. Barcelona: Diginex.
- Chica, G. (2016). Implementación de medidas de prevención y control del riesgo estrés térmico en la planta de utilidades: una aplicación para Refinería Esmeraldas (Tesis de Maestría). Escuela Politécnica Nacional, Esmeraldas.
- Comunidad Andina. (2005). *Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud*. Recuperado de <http://www.enquitoecuador.com/userfiles/reglamento-del-instrumento-andino-de-Seguridad-y-salud-en-el-trabajo.pdf>
- Consejo Directivo de IESS. (1986). *Decreto Ejecutivo 2393*. Recuperado de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Consejo Directivo de IESS. (2017). *Resolución C.D. 513 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo*. Recuperado de [http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)

- Delgado, C. (2016). El estrés térmico y su incidencia en los trastornos sistémicos de los trabajadores del proceso de secado: una propuesta para AGROCUEROS S.A (Tesis de Maestría). Universidad de Ambato, Ambato.
- Enciclopedia Cubana EcuRed. (2016). *Temperatura corporal*. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Temperatura\\_corporal](https://www.ecured.cu/Temperatura_corporal).
- Fernández, L., Pérez, M., Menéndez, M., & Lázara, M. (2017). *Accidentes e Incidentes De Trabajo*. Cataluña: Ingràfic.
- Franco, R., & Alarcón, P. (2017). *Salud y Seguridad en el Trabajo*. Buenos Aires: Xendy.
- Ganime, J., Almeida da Silva, L., Robazzi, M. d., Valenzuela Sauzo, S., & Faleiro, S. (2010). *El Ruido como Riesgo Laboral*. Brasilia: Revex.
- Garavito, J. (2018). *Vibraciones*. Medellín: Ecoimagen.
- García, J., Bernal, V., Aguadero, M. I., & Quevedo., M. S. (2016). *Exploración Funcional Auditiva*. Lima: Print.
- Gómez, J. G. (2003). *Sordera por Ruido el Traumatismo Acustico y los Accidentes Auditivos en la Industria*. Bogotá: ROMEX.
- González, G., Camaño, C., Campos, M., & Tasso, A. (2016). *Calor y Temperatura*. Zaragoza: Valtk.
- Gracia, J. L. (2016). *Curso De Higiene Industrial*. Buenos Aires: Exito.
- Griffin, M. J. (2017). *VIBRACIONES - Enciclopedia De Salud Y Seguridad en el Trabajo*. Madrid: Qwery.
- Herrero, J. S. (2015). *La importancia de la catálisis en la industria química*. Cuenca: GRIS.
- Herrick, R. F. (2017). *HIGIENE INDUSTRIAL*. Monterrey: Sert.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social & Seguro General de Riesgos del Trabajo. (2000). DECISIÓN 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de <https://oiss.org/wpcontent/uploads/2018/12/decision584.pdf>


- Instituto Nacional de Comunicación. (2016). *Audición y equilibrio*. Recuperado de <https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/NIDCD-Tinnitus-Spanish.pdf>
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2016). *Instituto de Salud Pública del Gobierno de Chile*. Recuperado de [https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/INSTRUCTIVO\\_DE\\_MEDICION\\_DE\\_RUIDO.pdf](https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/INSTRUCTIVO_DE_MEDICION_DE_RUIDO.pdf).
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007). *NTP 322*. Madrid: Autodex.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2017). *NTP 323*. Madrid: Braded.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2007). *NTP 779*. Madrid: Diaf.
- Jácome, E. (2016). Implementación de medidas técnicas de prevención en el proceso productivo para controlar factores de riesgo físico y ergonómico: una aplicación para Topesa S.A (Tesis de Maestría). Escuela Politécnica Nacional, Quito
- La Comunidad Médica en Internet Intramed. (2016). *Medicina General*. Recuperado de <https://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoid=68018>.
- López, R. C. (2012). *Proceso Administrativo*. Distrito Federal de México: RED TERCER MILENIO S.C.
- Manga, R. (2016). *La Gestión del Riesgo Industrial, una herramienta para evitar accidentes catastróficos*. Lima: LEPCIL.
- Medina, Á. M., Gómez, G. I., Vargas, L. G., Ayora, M. H., & Trespalcios, E. M. (2013). *Sordera Ocupacional: Una Revisión de su Etiología y Estrategias de Prevención*. Brasilia: CEPROXS.
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (2018). *Unidad técnica de Seguridad y Salud*. Recuperado de <http://www.enquitoecuador.com/userfiles/categorizacion-del-riesgo.pdf>.
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (2005). *Código de Trabajo*. Quito: Registro Oficial 649.
- Moreno, M. M., Robles, J. M., Crespo, A. R., & Guerrero, F. A. (2017). *Trastornos de la regulación de la temperatura*. Málaga: Retox.

- Multinacional CHROMALOX. (2016). *Reformación Continua de Catalizador*. Recuperado de <http://www.chromalox.com/es-mx/solutions/process-heating-solutions/applications/continuous-catalytic-reforming>
- Multinacional CICSA. (2018). *Hornos Industriales*. Recuperado de <http://cicamaxon.com.mx/hornos-industriales/>
- Multinacional EMISON. (2017). *Hornos Industriales*. Recuperado de <https://www.emison.es/hornos/pdf/hornos%20industriales.pdf>
- Muñoz, A., Herrerías, J. R., & Martínez, J. M. (2016). *La Seguridad Industrial Fundamentos y Aplicaciones*. Madrid: Vedex.
- Organización Internacional del Trabajo. (2017). *Prevención de Accidentes industriales Mayores*. Ginebra: Fordx.
- Ortiz, M. J., Núñez, M. M., Fortuny, A. T., Muñoz, E. A., & Sánchez, F. C. (2016). *Predicción de la Hipoacusia Inducida por Ruido a través de la audiometría*. La Habana: Cartex.
- Palacios, E. L., Macías, A. G., & Zárata, M. M. (2016). *Alteraciones de la Termorregulación*. Bilbao: Mediact.
- Portal Industrial Mundo Compresor. (2019). Compresor de Turbina a Vapor. Recuperado de <https://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/diferentes-tipos-compresores>
- Puebla, J. M., Sánchez, E. M., & Colino, L. M. (2016). *Exploración y Tratamiento del Paciente con Sordera*. Toledo: Imprex.
- Quast, S., & Kimberger, O. (2017). *La importancia de la temperatura corporal central*. New York: Level.
- Quinchia, R., & Hernández, R. (2016). *REGLAMENTO TÉCNICO COLOMBIANO SOBRE TEMPERATURAS*. Bogotá: Alianza.
- Ramírez, L. C. (2016). *Revista Mayo Clinic- Afectaciones a la salud por el Calo*. Recuperado de <https://www.mayoclinic.org/es-es/first-aid/first-aid-heat-cramps/basics/art-20056669>

- Redroban, P. A. (2016). *Revista Desarrollando Contenidos: Calor y Temperatura- Wordpress*. Recuperado de <https://pumalino.files.wordpress.com/2011/08/calor-y-temperatura.pdf>.
- Riesgos, D. d. (15 de Octubre de 2016). *Universidad de Granada*. Recuperado de <http://masteres.ugr.es/prevencionriesgos/pages/master/competencias>
- Rodríguez, J. A. (2018). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Lima: Rext.
- Rojo, M. J., Alonso, A. C., Piñol, P. F., & Quintana, J. M. (2018). *Manual básico de Prevención de Riesgos Laborales*. Asturias: Imprenta.
- Salvador, A. (2015). Análisis evaluación y control de factores de riesgos mecánicos y físicos en el proceso de producción de conformado: una propuesta para NOVACER S.A (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil
- Sánchez, J. L. (2018). *Reducción de la Capacidad Auditiva*. Santiago: Resplandor.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2014). *NTE INEN-ISO 9612*. Quito: INEN.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 7243*. Ginebra: UNEX.
- Schafer, J. A. (2016). *Hornos Industriales*. Recuperado de [http://recursosbiblio.url.edu.gt/Libros/2013/cmI/10-Hornos\\_industriales.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt/Libros/2013/cmI/10-Hornos_industriales.pdf)
- Sprinberg, G. G., & Lema, C. R. (2017). *Energía Nuclear- Medicina Industrial*. Montevideo: Rose Back.
- Stellman, J. M., & McCann, M. (2017). *Procesado Químico*. Managua: ISST.
- Technologies, K. A. (2016). *Instructivo de Operación de la Regeneración Continúa de Catalizador*. Esmeraldas: KBC.
- Valenzuela, J. (2017). *El Pozo Ilustrado*. Caracas: Imperial.
- Vilalta, M. D. (2016). *Estudio del Comportamiento de Reactores Discontinuos*. Barcelona: Gratex.
- Zapico, J. M. (2016). *El Accidente de Trabajo y la Enfermedad Profesional*. México D.F: Paradax

## 6. ANEXOS

### Anexo 1



**Tecniprecisión** Cia. Ltda.  
Laboratorio de Metrología

**LABORATORIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Página 01 de 02

<b>1.-INFORMACIÓN Y DATOS</b>		Certificado N°:	LTH-2019-0080
Empresa:	PUCE SEDE ESMERALDAS	Fecha de recepción:	2019-05-09
Solicitante:	PUCE SEDE ESMERALDAS	Fecha de calibración:	2019-05-10
Dirección:	Espejo y Subida a Santa Cruz Casilla 08-01-0065	Fecha de emisión certificado:	2019-05-13

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>			
Temperatura Ambiente:	22,60 °C	Lugar de Calibración:	Tecniprecisión
Humedad Relativa:	52,5 % HR		

<b>2.-IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (EBC)</b>			
Equipo:	MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO	Rango:	0 °C - 80 °C
Marca:	EXTECH	Resolución:	0,1 °C
Modelo:	HT200	Rango:	1 %HR - 99 %HR
Serie:	1 8 1 0 0 2 9 0 0	Resolución:	0,1 %HR
		Código:	N/D

<b>3.-TRAZABILIDAD</b>	
Método Utilizado: Por comparación directa según procedimiento de calibración LCT-PMC-01.	
INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica se ha determinado conforme al documento "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" de la ISO.	
<b>PATRONES Y EQUIPOS UTILIZADOS:</b>	

Equipo Utilizado:	CÁMARA DE ESTABILIDAD		
Patrón Utilizado:	Marca:	Modelo:	Fecha de Calib.:
TERMOHIGROMETRO	FLUKE	1620A	2018-09-31
Certificado N°:	LNM-H-201800065D	Próx. Calib.:	2019-09

<b>4.-RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN</b>				
--	--	--	--	--

TEMPERATURA				
ITEM #	VALOR PATRÓN (°C)	LECTURA (EBC) (°C)	ERROR (°C)	INCERT. k=2 (+/-) °C
1	17,01	18,1	1,09	0,24
2	20,15	21,1	0,95	0,24
3	26,09	26,9	0,81	0,24

HUMEDAD RELATIVA				
ITEM #	VALOR PATRÓN (%HR)	LECTURA (EBC) (%HR)	ERROR (%HR)	INCERT. k=2 (+/-) %HR
4	35,42	32,9	-2,52	2,0
5	50,48	50,4	-0,08	2,3
6	75,60	76,9	1,30	2,5

LCT-FCTH-01-REV. 1-2019  
 Av. Gola Plaza Lasso N65-95 y Bellavista, Edificio Morb 3er piso  
 Sector Parque de los Recuerdos - Quito - Ecuador  
 Tel: 593 02 6 035 811 / 3 464 324 / 8 001 375  
 Cel.: 0987 838 855 / 0984 950 785  
 E-mail: ventas@tecniprecision.com / calidad@tecniprecision.com  
 laboratorio@tecniprecision.com / asistente@tecniprecision.com  
 facebook: /Tecniprecision Cia. Ltda. - Página Oficial

**LABORATORIO DE METROLOGIA ECUATORIANO**  
[www.tecnicprecision.com](http://www.tecnicprecision.com)

**Empresa:** PUCE SEDE ESMERALDAS  
**Solicitante:** PUCE SEDE ESMERALDAS  
**Dirección:** Espejo y Subida a Santa Cruz Casilla 08-01-0065

**Certificado N°:** LTH-2019-0080  
**Fecha de calibración:** 2019-05-10

#### 5-OBSERVACIONES

- 5.1 Los resultados obtenidos hacen referencia al ítem mencionado en el punto 2 del presente documento.  
5.2 Las mediciones realizadas por nuestros laboratorios se basan en patrones de Referencia que mantienen Trazabilidad a organismos Nacionales y/o Internacionales acreditados.  
5.3 La estabilidad y funcionamiento del equipo, depende de varios factores, los cuales están fuera del control de nuestros laboratorios de calibración.  
5.4\* Los errores determinados en la calibración, quedan a consideración del cliente quién determina el uso o no del equipo en base a sus políticas de calidad.

#### 6-FIRMAS DE RESPONSABILIDAD



**Calibrado por:**   
 Dgo. Marco Cárdenas  
 Técnico de Laboratorio  
 Temperatura y Humedad

**Revisado por:**   
 Carlos Viegas  
 Responsable Técnico de Laboratorio

FIN DEL CERTIFICADO

LCT-FCTH-01-REV. 1-2019

Av. Galo Plaza Lasso N65-85 y Bellavista, Edificio Morb 3er piso  
Sector Parque de los Recuerdos - Quito - Ecuador  
Tel: 593 02 6 035 811 / 3 464 324 / 6 001 375  
Cel: 0987 836 805 / 0984 950 785

E-mail: [ventas@tecniprecision.com](mailto:ventas@tecniprecision.com) / [calidad@tecniprecision.com](mailto:calidad@tecniprecision.com)  
[laboratorio@tecniprecision.com](mailto:laboratorio@tecniprecision.com) / [asistencia@tecniprecision.com](mailto:asistencia@tecniprecision.com)  
facebook: /Tecniprecision Cía. Ltda. - Página Oficial

**LABORATORIO DE  
METROLOGIA ECUATORIANO**  
[www.tecniprecision.com](http://www.tecniprecision.com)

## Anexo 2



### CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

#### 1.- INFORMACION Y DATOS

**Empresa:** PUCE SEDE ESMERALDAS **Certificado N°:** LS-2019-010  
**Solicitante:** PUCE SEDE ESMERALDAS **Fecha de calibración:** 2019-05-10  
**Dirección:** Espejo y Subida a Santa Cruz Casilla 08-01-0065

#### CONDICIONES AMBIENTALES

**Temp. Amb.:** 19,0 °C **Lugar de Cal.:** Tecniprecisión  
**Humedad Relativa:** 54,0 % HR

#### 2.- IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (EBC)

**Equipo:** SOUND LEVEL METER **Unidad de medida:** dB  
**Marca:** EXTECH **Rango :** 30 a 130 dB  
**Modelo:** 407790A **Resolución:** 0,1 dB  
**Serie:** 1 8 1 2 0 4 3 3 3 **Código:** N/D

#### 3.- TRAZABILIDAD

Método Utilizado: Método por comparación directa LCT-PCTI-02.

Patrones utilizados:

Patrón Utilizado:	Serie:	Fecha de Calibración:
Sound Level Calibrator	H.167177	2018-06-06
Trazabilidad:	Certificado de Calibración:	Próxima Calibración:
NIST	173678	2021-06-06

#### 4.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ITEM	DATOS INICIALES (dB)			
	NOMINAL	LECTURA INICIAL	DESVIACION	TOLERANCIA +/-
Lo	94	93,1	-0,9	1,0 %
Hi	114	113,1	-0,9	1,0 %

ITEM	DATOS DESPUES DEL AJUSTE (dB)				
	NOMINAL	LECTURA FINAL	DESVIACION	TOLERANCIA +/-	ESTADO
Lo	94	94,0	0,0	1,0 %	En tolerancia
Hi	114	114,1	0,1	1,0 %	En tolerancia

#### 5.- OBSERVACIONES


- 5.1 La estabilidad y funcionamiento del Equipo, depende de varios factores, los cuales están fuera del control de nuestros laboratorios de calibración.
- 5.2 Este certificado solo se aplicará para el ítem identificado, únicamente se podrá reproducir en forma completa y con la aprobación escrita específica de Tecniprecisión.
- 5.3 La próxima calibración será de acuerdo al programa establecido por el usuario, según términos de la norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006 (5.10.4.4).
- 5.4 \*Los errores determinados en la calibración, quedan a consideración del cliente quién determina el uso o no del equipo en base a sus políticas de calidad.

#### 6.- FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

Calibrado por:

  
 Marco Carri  
 Técnico Ejecutante

Revisado por:

  
 Carlos Aigaje  
 Director Técnico del Laboratorio

LCT-SPIR-01-REV-01.2017

Pág. 01 de 01

Av. Guala Plaza Lasso N65-95 y Bellevista, Edificio Morib Ser piso  
 Sector Parque de los Recuerdos - Quito - Ecuador  
 Tel: 593 02 6 035 811 / 3 454 324 / 6 001 375  
 Cel: 0987 838 855 / 0984 950 765  
 Email: ventas@tecniprecision.com / calidad@tecniprecision.com  
 laboratorio@tecniprecision.com / asistentes@tecniprecision.com  
 facebook: /Tecniprecision Da. Ltda. - Página Oficial

**LABORATORIO DE METROLOGIA ECUATORIANO**  
 www.tecniprecision.com