



**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y  
COMPORTAMIENTO HUMANO**

**Trabajo de fin de Carrera titulado:**

EVALUACIÓN DE RIESGOS PARA LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS  
TRABAJADORES ORIGINADOS POR EL POLVO DE MADERA EN EL ÁREA DE  
ZARANDA Y MOLINO DE CUCHILLAS DE UNA EMPRESA QUE SE DEDICA A  
LA ELABORACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS UBICADA EN EL  
CANTÓN QUITO

**Realizado por:**

STEPHANIE ANDREA PROAÑO CACHAGO

**Director del proyecto:**

MSc. PABLO DÁVILA

**Como requisito para la obtención del título de:**

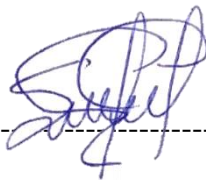
**INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

QUITO, 23 de agosto de 2021

## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, Stephanie Andrea Proaño Cachago, ecuatoriana, con Cédula de ciudadanía N° 175039085-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



Stephanie Andrea Proaño Cachago

C.I.: 175039085-6

## DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



---

M. Sc. PABLO DÁVILA

Director de Tesis

**LOS PROFESORES INFORMANTES:**

HENRY PATRICIO CÁRDENAS CAHUEÑAS

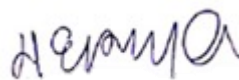
RUBÉN GUILLERMO VÁSCONEZ ILLAPA

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa  
oral ante el tribunal examinador.



---

MSc. RUBÉN VÁSCONEZ



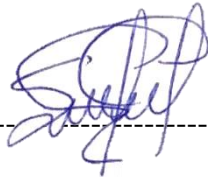
---

MSc. HENRY CÁRDENAS

Quito, 23 de agosto de 2021

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Stephanie Andrea Proaño Cachago', written over a horizontal dashed line.

Stephanie Andrea Proaño Cachago

C.I.: 175039085-6

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme apoyado plenamente en el transcurso de mi formación, por depositar su confianza en mí y brindarme su apoyo para ser una mejor persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por permitirme llegar a este momento, por mostrarme que con paciencia y sabiduría todo es posible. A mis padres, por ser el pilar fundamental durante toda mi vida, por demostrarme su cariño y apoyo incondicional, por brindarme confianza y su amor infinito. A los docentes, gracias por su tiempo y por conocimientos que me transmitieron durante mi formación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA .....  | vi   |
| AGRADECIMIENTO .....                                     | vii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                                | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                   | x    |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....                                 | x    |
| RESUMEN .....  | 12   |
| ABSTRACT.....  | 13   |
| 1. Capítulo I. INTRODUCCIÓN.....                         | 15   |
| 1.1. Problema de investigación .....                     | 15   |
| 1.1.1. Planteamiento del problema .....                  | 15   |
| 1.1.2. Objetivo general .....                            | 18   |
| 1.1.3. Objetivos específicos.....                        | 18   |
| 1.1.4. Justificación.....                                | 18   |
| 1.2. Marco teórico .....                                 | 19   |
| 1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema..... | 19   |
| 1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica.....          | 23   |
| 2. CAPÍTULO II MÉTODO.....                               | 29   |
| 2.1. Nivel de estudio .....                              | 29   |
| 2.2. Modalidad de la investigación .....                 | 29   |
| 2.3. Método .....  | 30   |
| 2.4. Población y muestra.....                            | 30   |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.5.   | Selección instrumentos de investigación .....       | 30 |
| 2.5.1. | Equipo utilizado.....                               | 30 |
| 2.5.2. | Metodología de medición .....                       | 31 |
| 2.5.3. | Ubicación de los sitios de muestreo .....           | 32 |
| 2.5.4. | Número mínimo de muestras por jornadas.....         | 32 |
| 2.5.5. | Cálculo de variables.....                           | 33 |
| 2.5.6. | Área evaluada .....                                 | 34 |
| 3.     | CAPITULO III RESULTADOS .....                       | 36 |
| 3.1    | Presentación y análisis de los resultados .....     | 36 |
| 3.1.1. | Análisis de resultados.....                         | 40 |
| 3.2    | Aplicación práctica .....                           | 42 |
| 4.     | CAPITULO IV. DISCUSIÓN.....                         | 48 |
| 4.1.   | Conclusiones.....                                   | 48 |
| 4.2.   | Recomendaciones .....                               | 50 |
|        | ANEXOS .....  | 52 |
|        | ANEXO 1. Certificado de calibración del equipo..... | 52 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Criterios de valoración_____                                    | 23 |
| <b>Tabla 2.</b> Límites de Exposición Profesionales para Agentes Químicos _____ | 23 |
| <b>Tabla 3.</b> Número mínimo de muestras por jornada _____                     | 33 |
| <b>Tabla 4.</b> Medición Área de Zaranda _____                                  | 38 |
| <b>Tabla 5.</b> Medición Área de Molino de Cuchillas _____                      | 39 |
| <b>Tabla 6.</b> Medidas de Intervención frente al riesgo_____                   | 43 |
| <b>Tabla 7.</b> Equipos de Protección Personal_____                             | 45 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 1.</b> Parámetros medidos para el Nivel de Concentración PM 2.5 en el Área de Zaranda_____                | 40 |
| <b>Gráfico 2.</b> Parámetros medidos para el Nivel de Concentración de PM2.5 en el Área de Molino de Cuchillas _____ | 42 |

## **RESUMEN**

En la industria de la madera se lleva a cabo diferentes procesos que van desde su plantación hasta la transformación final en productos, al pasar por diferentes procesos se produce el polvo de madera el cual queda en suspensión en el aire y puede ser respirado por el trabajador, produciendo enfermedades de tipo respiratorio. Es así que se plantea la necesidad de evaluar los riesgos derivados de la exposición al polvo de madera a los trabajadores del área de Zaranda y Molino de cuchillas a través de la medición de las concentraciones del agente químico peligroso en el aire para proponer medidas de prevención, protección y/o control. La metodología empleada fue deductiva debido a que se realizaron mediciones de campo para obtener la Concentración  $PM_{2.5}$  de polvo de madera y compararla con los VLA-ED establecidos por la normativa española. Como conclusión se determinó que en las áreas evaluadas el índice de exposición es Aceptable y la concentración no supera el Valor Límite Ambiental.

**Palabras clave:** Valor Límite ambiental, riesgos, concentración, polvo de madera, agente químico.

## **ABSTRACT**

In the wood industry, different processes are carried out that go from planting to final transformation into products, when passing through different processes, wood dust is produced which is suspended in the air and can be breathed in by the worker, producing respiratory diseases. Thus, the need arises to assess the risks derived from exposure to wood dust to workers in the Zaranda and Blade Mill area by measuring the concentrations of the hazardous chemical agent in the air to propose prevention measures, protection and / or control. The methodology used was deductive because field measurements were made to obtain the PM 2.5 Concentration of wood dust and buy with the VLA-ED established by Spanish regulations. As a conclusion, it was determined that in the evaluated areas the exposure index is Acceptable and the concentration does not exceed the Environmental Limit Value (VLA-ED).

**Keywords:** Environmental Limit Value, risks, concentration, wood dust, chemical agent.



# Capítulo I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problema de investigación

### 1.1.1. Planteamiento del problema

#### 1.1.1.1. Diagnóstico

La industria de la madera a nivel mundial es una de las actividades laborales más antiguas, abarca múltiples procesos y fases de transformación de la madera para la fabricación de distintos productos lo cual los trabajadores se ven expuestos a diferentes riesgos, entre ellos el riesgo de exposición por polvo de madera el cual, puede ser inhalado por el trabajador causando daños en la salud y seguridad.

El polvo de madera presente en el lugar de trabajo tiene varias sustancias químicas que resultan ser nocivas para la salud de los trabajadores, los efectos se pueden manifestar a corto o largo plazo. (Centro Tecnológico del Mármol y la Piedra, 2010)

El material particulado de polvo de madera se genera a partir de los distintos procesos para la obtención de productos, generando polvo de aserrín que contiene partículas muy pequeñas ocasionando efectos irreversibles sobre la salud. (Centro Tecnológico del Mármol y la Piedra, 2010)

La exposición a partículas de polvo de madera de tamaño nanométrico son de fácil aspiración lo cual puede ocasionar efectos adversos al organismo como: enfermedades respiratorias hasta cáncer. Las partículas más gruesas inhalables (diámetro superior a 0,01 mm), son aquellas que quedan retenidas en la nariz, ocasionando: sinusitis, rinitis, obstrucción nasal, hipersecreción nasal, etc. Las partículas más pequeñas son inhalables pueden llegar a penetrar profundamente en

los pulmones provocando efectos irreversibles a la salud como asma, bronquitis crónica, obstrucción respiratoria crónica y otros efectos. (INSHT, 2012)

En el Ecuador no existe normativa legal vigente acerca del control frente a la exposición de polvo de madera ya sea en industrias o en trabajos artesanales, lo cual hace que los riesgos existentes no sean controlados desde el origen, ni lleven un control para su disminución.

La empresa de fabricación de tablero de madera aglomerada se ha convertido en una fábrica moderna en la elaboración de este tipo de productos, para lo cual ha invertido en tecnología avanzada para todos sus procesos de producción, haciendo que los procesos de secado y limpieza de la madera permitan ofrecer un tablero libre de impurezas, haciéndolo un producto reconocido por su calidad.

Para lograr la producción de tableros aglomerados de madera, la materia prima debe pasar por una serie de procesos empezando por la recepción de madera (trozas, ramas, material reciclado, aserrín y viruta), para ser almacenados en los patios de madera. Posteriormente la materia prima seleccionada pasa por los procesos de molienda, secado y clasificación en los cuales se realiza limpieza de las impurezas para ser llevadas al proceso de formación de colchón en cual consiste en la mezcla de las virutas con resinas para darle mayor consistencia y pueda ser llevado la prensa, corte y enfriamiento. La mayor parte de la producción es llevada al siguiente proceso donde el tablero es sometido al proceso de lijado y laminado para posteriormente comercializar el producto en el mercado interno y externo.

En las diferentes actividades que se realizan en el área de patios (limpieza del área de trabajo, apilamiento de madera, descortezamiento y molienda de madera, recepción de la viruta) y de secaderos (secado de las partículas de madera, separación

de partículas de madera) el trabajador se ve expuesto al polvo de madera durante su jornada laboral de 8 horas e incluso jornadas extendidas de hasta 12 horas, cuando hay demanda de producción.

#### **1.1.1.2. Pronóstico**

La exposición al polvo de madera constituye un riesgo laboral importante que depende del tipo de madera. La exposición de polvo de maderas blandas no es tan agresiva para la salud del trabajador, pero si puede provocar enfermedades de tipo respiratorio catalogadas como enfermedades profesionales o no profesionales. Por otro lado, la exposición al polvo de maderas duras, se clasifica en la exposición de agentes cancerígenos, lo cual puede generar la aparición de cáncer nasal y pulmonar.

En la empresa en la que se realiza la investigación se ha evidenciado que los trabajadores (Personal de limpieza de Zaranda , personal de limpieza de molino de cuchillas y operador de molino de cuchillas) que laboran en el área de Zaranda y Molino de cuchillas está continuamente expuesto al polvo de madera durante la ejecución de sus actividades, lo cual si no se realiza los controles pertinentes los trabajadores podrían sufrir enfermedades de tipo respiratorio con mayor regularidad causando deterioro de su salud.

#### **1.1.1.3. Control pronóstico**

Ante la problemática de exposición al polvo de madera se debe realizar medidas de prevención y control en conjunto, y de manera coordinada en el cual interactúe el médico ocupacional y el técnico en seguridad y salud ocupacional. Las medidas deben ser encaminadas a disminuir el riesgo de exposición del polvo en el origen, en el medio o en el individuo, también se debe llevar un control de vigilancia de la salud en los trabajadores expuestos al agente químico (polvo de madera).



### **1.1.2. Objetivo general**

Evaluar los riesgos derivados de la exposición al polvo de madera a los trabajadores del área de Zaranda y Molino de cuchillas a través de la medición de las concentraciones del agente químico peligroso en el aire para proponer medidas de prevención, protección y/o control.

### **1.1.3. Objetivos específicos**

- Describir los puestos de trabajo del área de Zaranda y Molino de cuchillas mediante el análisis de los procesos para identificar la estrategia de muestreo y determinar la concentración de polvo de madera.
- Medir el nivel de exposición al polvo de madera con el equipo adecuado para determinar los valores correspondientes a la exposición del riesgo.
- Evaluar los parámetros permitidos del polvo de madera con los datos obtenidos, determinando las condiciones de sobreexposición para proponer medidas de gestión del riesgo.

### **1.1.4. Justificación**

La evaluación de exposición al polvo de madera es de gran importancia para intervenir exitosamente con controles técnicos y médicos, y así evitar alteraciones en la salud laboral de los trabajadores, descartando la probabilidad de que se generen enfermedades de tipo respiratorio a causa de la inhalación de polvo de madera.

Con este estudio se valorará el nivel de exposición de los trabajadores hacia al polvo de madera, comparando con los Valores Límite Ambientes que son valores de referencia VLA's para las concentraciones de los agentes químicos en el aire.

Determinando así, medidas de gestión basados en prevención, disminución y control del riesgo.

Este proyecto servirá como información para futuros estudios sobre los niveles de exposición al polvo de madera en la fabricación de tableros aglomerados de madera, ayudando también a la empresa a preservar la seguridad y salud de sus trabajadores, a la gestión técnica y médica del riesgo y a cumplir con la normativa legal vigente del país para evitar posibles problemas.

## **1.2.Marco teórico**

### **1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema**

Un estudio realizado de la exposición al polvo de madera y cáncer senos paranasales realizado por Yosimar Rojas García y Andreína Peñalver Paolini, establece que existe una asociación causa-efecto estadísticamente significativa entre la exposición laboral a polvo de madera y el cáncer de senos paranasales, riesgo que además parece incrementarse con mayores tiempos de exposición, lo que llevó a la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) a clasificar al polvo de la madera como un agente cancerígeno del grupo 1. (Rojas García & Peñalver Paolini, 2012);

Por otro lado, en un artículo que estudió la incidencia de patologías respiratorias por exposición al polvo de madera en los carpinteros del Quindío (Colombia) establece que, es bien conocido por la comunidad científica internacional que la exposición a este agente químico, dependiendo del tipo de madera utilizada en la fabricación del mueble, acarrea diferentes problemas a la salud del carpintero, como es la aparición del cáncer nasal y pulmón es más tardía que los problemas

respiratorios e irritaciones provocadas por las partículas coníferas. (Gómez Yepes & V. Cremades, 2012)

En el año 2014 se realizó un análisis de riesgos higiénicos en aserraderos partes (I), el estudio permitió valorar de forma exploratoria algunos agentes químicos y biológicos que podrían estar afectando la salud de los trabajadores de los aserraderos. Las concentraciones de polvo de madera se encontraron en un rango de 0,09-28,9mg/m<sup>3</sup>, con un MLE estimado de 2,33mg/m<sup>3</sup>, superando la normativa nacional de Costa Rica, también se encontraron especies de hongos y bacterias en las muestras de polvo de madera (*Aspergillus*, *Penicillium* y *Bacillum*) que resultan generadoras de trastornos en el tracto respiratorio, enfermedades como: rinitis, alergias, alveolosis entre otras. (Medina Escobar, Lourdes; Hernández Gómez, Gabriela; Rodríguez Zamora, Gabriela; Mata Montero, Carlos, 2014)

Un artículo científico denominado “Un metaanálisis de la exposición a polvo de madera y riesgos de asma” plantea conocer la posible relación entre trabajar en la industria de la madera y desarrollar asma. Los resultados obtenidos del estudio determinan que, si existe relación entre esta ocupación y el desarrollo del asma ocupacional, para llegar a estos resultados se realizó la revisión sistemática de la literatura pertinente al tema. Al final determinaron que los trabajadores de la madera tienen un aumento significativo al desarrollo del asma, ya que sus labores diarias comprenden múltiples ocupaciones, taladores, trabajadores de aserraderos, ebanistas, carpinteros, fabricantes de muebles, etc., además de exponerse al polvo de madera también implica la exposición a otras sustancias que intervienen los procesos como son: pegamento, disolventes orgánicos, pintura, etc, que también son sustancias agresivas para la salud y podrían desencadenar asmas. (Pérez Ríos, Mónica; Ruano Rabiña, Alberto; Etminan, Mahyar; Takkouche, Bahi, 2009)

## **ANALIZANDO LA LEGISLACION ECUATORIANA TENEMOS:**

De acuerdo a la Constitución del Ecuador mediante el artículo 326, literal 5 establece que: “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2008)

El Instituto Ecuatoriano de seguridad Social en el artículo 5. Establece que: “por intermedio de las dependencias de Riesgos del Trabajo, tendrá las siguientes funciones generales: Literal 3. Realizar estudios e investigaciones sobre prevención de riesgos y mejoramiento del medio ambiente laboral”. (IESS, 2012)

**REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (Decreto No. 2393) capítulo V MEDIO AMBIENTE Y RIESGOS LABORALES POR FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS Art. 53. Lit. 4. establece que en los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizará evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y sólo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante.**

En el Ecuador, el Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (Resolución No. C.D. 513 en el primer anexo establece que: a causa de la inhalación del polvo de madera se considera una enfermedad pulmonar obstructiva de tipo enfermedad profesional del sistema, y también se considera cáncer profesional causado por el polvo de madera. (IESS, 2017)

REGLAMENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS MÉDICOS DE EMPRESAS (Acuerdo No. 1404) Art. 11.- Los médicos de empresa a más de cumplir las funciones generales, señaladas en el Art. 3o. del presente Reglamento, cumplirán además con las que se agrupan bajo los subtítulos siguientes:

1.- HIGIENE DEL TRABAJO:

“a) Estudio y vigilancia de las condiciones ambientales en los sitios de trabajo, con el fin de obtener y conservar los valores óptimos posibles de ventilación, iluminación, temperatura y humedad;”

“b) Estudio de la fijación de los límites para una prevención efectiva de los riesgos de intoxicaciones y enfermedades ocasionadas por: ruido, vibraciones, trepidaciones, radiación, exposición a solventes y materiales líquidos, sólidos o vapores, humos, polvos, y nieblas tóxicas o peligrosas producidas o utilizadas en el trabajo;”

La Norma ecuatoriana no establece límites permisibles para exposición laboral a los agentes químicos, por lo que el criterio legal referencial para la evaluación y análisis se realizó en referencia a los límites permisibles de los valores establecidos para jornadas de trabajo , el promedio ponderado en el tiempo (Time Weighted Average, denominado TWA por sus siglas en inglés) establecido para ocho (8) horas y los Límites permisibles para periodos de corta exposición (Short Time Exposure Limit, denominado STEL por sus siglas en inglés) establecido para exposiciones de quince (15) minutos y que se encuentran concatenados con los Valores Máximos de Umbral (Threshold Limit Values, denominados TLVs por sus siglas en inglés) y que son publicados por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, USA) y la OSHA (Occupational Safety and

Health Administration), los cuales recomiendan para el programa respiratorio adoptar los criterios de valoración:

**Tabla 1. Criterios de valoración**

| Criterios Valoración ACGIH |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Polvos Molestosos          |                     |
| <b>Fracción Respirable</b> | 3 mg/m <sup>3</sup> |

**Fuente:** ACGIH

**Tabla 2. Límites de Exposición Profesionales para Agentes Químicos**

| Criterios Valoración ACGIH |                     |
|----------------------------|---------------------|
| VLA-ED                     |                     |
| <b>Polvo de madera</b>     | 5 mg/m <sup>3</sup> |

**Fuente:** INSHT -2016

### 1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica

#### **Higiene industrial**

Según el American Board of Industrial Hygiene, “la higiene industrial es la disciplina de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el medio ambiente de trabajo con el objetivo de proteger la salud y el bienestar de los trabajadores y salvaguardar al conjunto de la comunidad.” (Baraza Sánchez, Castejón Vilella, & Guardino Solà, 2015)

#### **Factor de riesgo químico:**

“Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que, durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de

lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas”. (Henado Robledo, 2007)

### **Agente químico:**

Se define como agente químico a todo elemento o compuesto químico que se encuentre en estado natural o producido mediante una mezcla o por si solo, utilizado en cualquier actividad laboral que se haya elaborado de modo intencional o no y sea comercializado o no”. ((INSST), 2019)

### **Material particulado:**

El material particulado se entiende como polvo en suspensión. Este polvo puede ser de fracción respirable, en el cual se encuentran partículas suspendidas en el aire que respiramos, que llegan a depositarse en nuestros pulmones. El material particulado se divide en dos grupos. El PM<sub>10</sub>, son partículas sólidas o líquidas que se depositan en la atmósfera y pueden ser menores a 10 micras. Por otro lado, tenemos a las partículas menores a 5 micras que son denominadas PM<sub>2,5</sub>, siendo la fracción más pequeña y agresiva que conlleva a producir efectos negativos en la salud, ya que ingresan al organismo y se depositan en lo más profundo de las vías respiratorias como son los sacos alveolares. (Quijano Parra, Alfonso; Quijano Vargas, Monica Juliana; Henao Martínez, Jose Antonio, 2010)

### **Tamaño de partícula**

“Los polvos de la madera son partículas pequeñas secas y sólidas con un diámetro aerodinámico entre 1 y 100  $\mu\text{m}$ ”. (Quiroz Carranza, J. A., Vidal Limón, A. M., & Torres Torres, J. A., 2017)

“Las partículas de tamaño inferior a 100 micras constituyen la fracción inhalable, mientras que las partículas de tamaño inferior a 5 micras son capaces de penetrar directamente en los pulmones llegando incluso a depositarse en los alvéolos pulmonares y constituye lo que se denomina la fracción respirable del polvo”. (Centro Tecnológico del Mármol y la Piedra, 2010).

El polvo inhalable es aquel que está asociado a las partículas que se almacenan en la región alveolar. Mientras que el polvo respirable es toda partícula que se deposita en el tracto respiratorio. (Medina Pilataxi, 2015)

### **Tiempo de suspensión aire**

“Los polvos son partículas sólidas, de tamaño relativamente grande (1/4 a 20 micrones) capaces de estar temporalmente suspendidas en el aire. Se generan en operaciones de manipulación, trituración, molienda, impacto, detonación o calcinación de materiales inorgánicos u orgánicos tales como rocas, minerales, metales, carbón, maderas, cereales, etc. Sedimentan por acción de la gravedad”. (Henado Robledo, 2007)

### **Valor limite ambiental (VLA):**

“Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud”. ((INSST), 2019)



“El valor Límite Ambiental-Exposición Diaria (VLA-ED) es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED), que es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias. De esta manera los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud”. (Centro Tecnológico del Mármol y la Piedra, 2010)

### **Tiempo de exposición**

El tiempo de exposición se refiere al tiempo en el que el agente químico está en contacto con el trabajador expuesto. (Carbone CampsIng, 2011)

En este caso el polvo de madera que ingresa al cuerpo por vía inhalatoria; la exposición se dará por producto de concentración del agente en la zona de respiración del trabajador y el tiempo que dura. (Parra Leal, 2010)

“La exposición al polvo de madera está presente en las diferentes actividades dentro de la industria maderera, que van desde la tala de los árboles hasta el procesamiento (descortezado, chipado, corte, lijado, acabado y la manufactura) de productos de madera. Se caracteriza por la concentración (usualmente expresada en miligramos de polvo de madera por metro cúbico de aire), patrón de tiempo de exposición y composición química, y características físicas del polvo de madera”. (Medina Escobar, Lourdes; Hernández Gómez, Gabriela; Rodríguez Zamora , Gabriela; Mata Montero, Carlos , 2014)

## **Exposición diaria**

“Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias” ((INSST), 2019)

## **Enfermedad profesional**

De acuerdo con el Protocolo de 2002 del Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981, la expresión «enfermedad profesional» designa toda enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo que resulte de la actividad laboral. (OIT, 2010)

### **Enfermedades profesionales que se generan por la exposición de polvos:**

Por la exposición de riesgos al polvo de madera que se puede dar desde el proceso de la selección de la materia prima hasta el terminado del tablero aglomerada, se genera polvo de madera de fracción respirable, que resulta causante de algunas enfermedades de tipo respiratorio que dependen de la sustancia y el tiempo de exposición a continuación detallamos algunas enfermedades como:

- Cáncer de cavidad nasal y senos paranasales, se da especialmente por adenocarcinomas por polvo de maderas duras.
- Rinitis, es la inflamación de la mucosa nasal.
- Sinusitis, efecto en el sistema respiratorio superior provocando inflamación de los senos nasales.
- Asma,

- Enfermedad del tracto respiratorio inferior, creando un cuadro de obstrucción bronquial.
- Síndrome de disfunción reactiva de vías aéreas (RADS), esta enfermedad es un tipo de asma ocupacional, la cual presenta síntomas respiratorios a los pocos minutos u horas de exposición al agente químico (polvo de madera).
- Alveolitis alérgica extrínseca o neumonitis de hipersensibilidad,
- Dermatitis de contacto, puede ser de tipo irritativo el cual es una reacción inflamatoria de la piel, manifestándose como lesiones; también puede ser de tipo alérgico el cual provoca una reacción de hipersensibilidad en la persona expuesta.
- Conjuntivitis y queratitis, el polvo de madera puede causar irritación en los ojos provocando una inflamación de la conjuntiva ocular o una inflamación de la córnea.

(INSST, 2021)

### **Tablero de madera:**

“Un tablero o panel es un producto forestal, es decir, un elemento que se obtiene de la madera mediante algún proceso industrial y se presenta en forma de hojas, las cuales están constituidas por chapas, partículas o fibras. Existe una tendencia predominante en muchos países de América Latina para fabricar y usar cada vez más los tableros a base de madera, ya que se pueden utilizar para fines estructurales o decorativos. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) distingue tres tipos de tableros: los de madera contrachapada o triplay, los de fibra y los de partículas”. (Chan Martín, 2006).

### **1.2.3. Identificación y caracterización de variables**

#### **Variable independiente (Efecto)**

- Tipo de contaminante ambiental (polvo de madera)
- TLV (VLA-ED)

#### **Variable dependiente (Causa)**

- Tiempo de exposición de trabajador
- Tipo de protección al trabajador
- Posibles enfermedades que pudiera generar la exposición a las condiciones ambientales

## **CAPITULO II MÉTODO**

### **2.1. Nivel de estudio**

El proyecto se realizó mediante un estudio descriptivo en el cual se analizó la exposición al polvo de madera en los puestos de trabajo (Personal de limpieza de área de Zaranda y Molino de cuchilla, operador molino de cuchilla) del área de zaranda y área de molino para la aplicación de medidas de control al riesgo por polvo de madera en los puestos de trabajo ya indicados.

### **2.2. Modalidad de la investigación**

La presente investigación es un estudio de campo ya que los datos serán recogidos directamente del sitio de trabajo donde se encuentra el objeto de estudio para poder realizar la evaluación de exposición al polvo de madera.

## 2.3.Método

Se utilizará el método deductivo ya que se va a comparar el nivel de exposición obtenido con VLA (Valor límite Ambiental) del polvo de madera para determinar medidas de gestión del riesgo.

## 2.4.Población y muestra

En este apartado se realizará el análisis en las áreas de trabajo (Zaranda y Molino), para los puestos de trabajo: operador de molino y personal de limpieza de patios (Zaranda y molino).

**Muestra:** Se realiza la toma de dos muestras durante en 15 minutos cada una (Área de Zaranda y Área de Molino), en los lugares donde existe mayor exposición de los trabajadores al polvo de madera.

## 2.5. Selección instrumentos de investigación

Como instrumentos para nuestra investigación se utilizó:

- Bomba de muestreo Kanomax 3443, y
- Normativa NTP 553 Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I)

### 2.5.1. Equipo utilizado



|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| EQUIPO:                         | Monitor de Polvo Digital       |
| MARCA:                          | Kanomax                        |
| MODELO/SERIE:                   | 3443                           |
| MÉTODO DE MEDICIÓN              | Método dispersión de luz       |
| RANGO DE MEDICIÓN               | 0.001 – 10.0 mg/m <sup>3</sup> |
| RANGO DE FLUJO                  | 1,0 l / mi                     |
| RANGO DE TAMAÑO<br>DE PARTICULA | 0,1 a 10 µm                    |
| SERIE                           | 670861                         |

Ver Anexo. Certificado de calibración

### **Características**

- Mide PM 10, PM 2.5 materias de partículas, tales como polvo, humos, y el humo.
- Mediciones en tiempo real y de largo plazo de la concentración de polvo
- Unidad de peso compacto y ligero
- Interfaz de PC con USB y software para la descarga de datos a su PC
- Salida análoga controlar otros dispositivos
- Almacena hasta 100,000 medidas y muestra MIN / MAX / AVG y el gráfico de temporización para la revisión

### **2.5.2. Metodología de medición**

De acuerdo a lo que determina la NTP 553 Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I), el método de referencia para la determinación de la concentración de PM 2.5, es el método analítico. Este método consiste en el muestreo

de aire ambiente durante un determinado tiempo, a caudal fijo, el cual se hace atravesar un filtro donde se retiene el Material Particulado (Polvo de madera). En el cabezal de corte se seleccionó la fracción PM 2.5.

El turno de trabajo inicia a las 7:00 am llegando a la producción máxima entre las 9:30 am y 10:30 am. Se realizó la toma de muestras de 9:45 am a 10:00 am en el área de zaranda y de 10:05 am hasta 10:20 am en el área de molino, ya que es la hora pico de producción en la jornada laboral.

### **2.5.3. Ubicación de los sitios de muestreo**

Según la NTP 553 Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I), en el apartado de ubicación de la medición se estableció una medición estática en el cual se colocó el equipo en los lugares determinados es decir el equipo se situó en el área de Molino y en el área de Zaranda ubicándolo en puntos estratégicos donde pasa la mayor parte de los trabajadores.

Para el muestreo se utilizó un trípode fijo sobre el cual se colocó el equipo y se colocó a la altura media de respiración del trabajador.

### **2.5.4. Número mínimo de muestras por jornadas**

Vendrá fijado por el tiempo de duración de las muestras y el tipo de muestreo. Como criterio orientativo, se utiliza la norma UNE-EN 689, válido cuando el periodo de exposición es uniforme (no se esperan fluctuaciones importantes de concentración). Aplicando criterios estadísticos, se puede reducir el número de muestras de forma que los resultados ofrezcan fiabilidad suficiente. El número de ellas es función del tipo de muestra (medición). (INSHT, 2000)

**Tabla 3. Número mínimo de muestras por jornada**

| <b>T duración de la muestra</b> | <b>Tipo de medición</b>                         | <b>N° de muestras necesario para abarcar el 25% de la exposición (supuestas 8 horas)</b> | <b>N° mínimo de muestras recomendado por la UNE 689</b> |
|---------------------------------|---|--|---|
| <b>10 segundos</b>              | Sistemas de lectura directa<br>Medición puntual | 720  | 30  |
| <b>1 minuto</b>                 | Tubos colorimétricos de detección               | 120  | 20  |
| <b>5 minutos</b>                | Tubos colorimétricos de detección               | 24   | 12  |
| <b>15 minutos</b>               | Tubos Carbón activo, silicagel, Impingrers, etc | 8  | 4   |
| <b>30 minutos</b>               | Tubos Carbón activo, silicagel, Impingrers, etc | 4  | 3   |
| <b>1 hora</b>                   | Filtros para muestreo de aerosoles              | 2  | 2   |
| <b>2 horas</b>                  | Filtros para muestreo de aerosoles              | 1  | 1   |

Fuente: UNE-EN 689, Anexo A

El número mínimo de muestras recolectadas para determinar la concentración media ambiental fueron de 30 ya que el equipo que se utilizo tiene un sistema de medición puntual.

### 2.5.5. Cálculo de variables

Para poder obtener un valor de la concentración media de las muestras tomadas, debemos basarnos en los siguientes cálculos:

- La media geométrica de las mediciones (MG)
- La concentración media ambiental ponderada correspondiente a una

$$\text{jornada laboral } ED \cong \frac{\sum Ci \cdot Ti}{8}$$



Donde:

- ED: Exposición diaria
  - $\Sigma Ci$ : Promedio de las Concentraciones
  - $t_i$ : Tiempo de exposición (UNE-EN, 1995).
- Índice de exposición  $I = C8/(VLA-ED)$


Donde:


- C8: concentración media de la jornada referida a 8 horas
- VLA-ED: valor limite ambiental del polvo de madera ( $5 \text{ mg/m}^3$ )

Se entiende que no es aceptable el valor  $I > 1$

### 2.5.6. Área evaluada

Las áreas evaluadas se toman en cuenta por la gran presencia de polvo de madera que se genera en el lugar de trabajo, por el empleo de maquinaria industrial para la separación de partículas (zaranda) y para trituración de madera (Molino de cuchillas). Las áreas fueron las siguientes:

|   |                 |  |
|---|-----------------|--|
| 1 | Zona de Zaranda |  |
|---|-----------------|--|

|   |                          |  |
|---|--------------------------|--|
| 2 | Zona molino de cuchillas |  |
|---|--------------------------|--|



## **CAPITULO III RESULTADOS**

### **3.1 Presentación y análisis de los resultados**

Para la ejecución del presente proyecto se recopiló la información necesaria para realizar la evaluación de riesgo al polvo de madera a continuación se describirá las aras de trabajo de Zaranda y Molino de cuchillas.

#### **Área de zaranda**

En esta área está el trabajador de limpieza, el cual se encarga de limpiar y recoger los restos de partículas de madera que al accionar la máquina de zaranda son arrojadas al ambiente pese a que la boca de la Zaranda es cubierta. El trabajador pasa 8 horas laborales, con un horario de 7:00 am hasta las 15:00 pm. Esta es área es al aire libre. Durante las actividades diarias que se realiza el encargado de la limpieza del lugar debe recoger todo el polvo, viruta y cualquier otra partícula de madera que se encuentre en dicha área para que esta materia prima sea reutilizada y así no se desperdicie. El trabajador no cuenta con equipo de protección personal respiratoria.

#### **Área de molino de cuchillas**

Esta área cuenta con una cubierta, el cual cubre a la máquina de sol y lluvia. En este lugar se encuentra el operador de molino de cuchillas quien es el encargado de dar arranque y paro a la máquina, también realiza la revisión de alarmas de taponamiento, afila las cuchillas y calibra la máquina, el trabajador realiza turno de 8 horas laborales y cuando existe la demanda por parte de producción el trabajador tiene una jornada laboral de hasta 12 horas. El operador cuenta con equipo de protección personal respiratoria, el cual es un respirador de media cara con doble cartucho el cual ofrece protección contra material particulado como polvo que cumple con la

aprobación de la NIOSH/MSHA. También está el personal de limpieza que realiza las mismas actividades que el personal de limpieza de zaranda y no cuenta con equipo de protección personal.

Para la evaluación del riesgo por polvo de madera se aplicó las técnicas e instrumentos en las áreas de Zaranda y Molino. Los resultados obtenidos se comparan con los VLA-ED (Valor Límite Ambiental).

Como referencia de VLA se utilizó los niveles establecidos por el INSHT, de la siguiente manera:

VLA-ED: Polvo de madera suave: 5mg/m<sup>3</sup>

| N° CE | N° CAS | AGENTE QUÍMICO<br>(año de incorporación o de actualización) | VALORES LÍMITE                   |                                  | NOTAS   | INDICACIONES DE PELIGRO (H) |
|-------|--------|---|----------------------------------|----------------------------------|---------|-----------------------------|
|       |        |   | VLA-ED®<br>ppm mg/m <sup>3</sup> | VLA-EC®<br>ppm mg/m <sup>3</sup> |         |                             |
|       |        | Maderas duras, polvo  | 5                                |                                  | w,md,fi |                             |
|       |        | Maderas blandas, polvo                                      | 5                                |                                  | md      |                             |

**Fuente:** INSHT – Límites de exposición Profesional para Agentes Químicos en España, 2019

**Tabla 4. Medición Área de Zaranda**

**MEDICION MATERIAL PARTICULADO  
(Polvo de Madera)**

|                               |           |                         |                 |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------|
| <b>Fecha:</b>                 | 29/6/2021 | <b>Ubicación</b>        | Área de Zaranda |
| <b>Tiempo de muestreo (S)</b> | 900       | <b>Equipo Utilizado</b> | Kanomax 4334    |

| <b>Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos</b> |   |
|--|---|
| VLA-ED<br>Polvo de madera                                      | 5 |

*mg/m<sup>3</sup>*

| <b>Datos Obtenidos</b> |              |
|------------------------|--------------|
| MAX                    | 6,386        |
| MIN                    | 0,416        |
| <b>PROMEDIO</b>        | <b>1,030</b> |

*mg/m<sup>3</sup>*

*mg/m<sup>3</sup>*

*mg/m<sup>3</sup>*

Formula Ponderación

$$ED \cong \frac{\sum Ci * Ti}{8}$$

| <b>Concentración Ponderada 8H</b> |       |
|-----------------------------------|-------|
| PM 2.5                            | 1,030 |

| <b>Índice de exposición</b> |                  |
|-----------------------------|------------------|
| $I = \frac{C_8}{VLA - ED}$  | 0,206            |
|                             | <b>ACEPTABLE</b> |



**OBSERVACIONES:**

El trabajador de limpieza no utiliza equipos de protección personal, su jornada de trabajo es desde las 7: am hasta las 15:00 pm

Fuente: Autor

**Tabla 5. Medición Área de Molino de Cuchillas**

**MEDICION MATERIAL PARTICULADO  
(Polvo de Madera)**

|                               |           |                         |                            |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|
| <b>Fecha:</b>                 | 29/6/2021 | <b>Ubicación</b>        | Área de Molino de cuchilla |
| <b>Tiempo de muestreo (S)</b> | 900       | <b>Equipo Utilizado</b> | Kanomax 4334               |

| Límites de Exposición     |   |
|---------------------------|---|
| VLA-ED<br>Polvo de madera | 5 |

*mg/m<sup>3</sup>*

| Datos Obtenidos |              |
|-----------------|--------------|
| MAX             | 1,772        |
| MIN             | 0,465        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>0,881</b> |

*mg/m<sup>3</sup>*

*mg/m<sup>3</sup>*

*mg/m<sup>3</sup>*

Formula Ponderación

$$ED \cong \frac{\sum Ci * Ti}{8}$$

| Concentración Ponderada 8H |       |
|----------------------------|-------|
| PM 2.5                     | 0,881 |

| Concentración Ponderada 12H |       |
|-----------------------------|-------|
| PM 2.5                      | 1,322 |

| Índice de exposición       |                  |
|----------------------------|------------------|
| $I = \frac{C_8}{VLA - ED}$ | 0,176            |
|                            | <b>ACEPTABLE</b> |



**OBSERVACIONES:**

El trabajador de limpieza no utiliza equipos de protección personal, su jornada de trabajo es desde las 7: am hasta las 15:00 pm

El Operados Molino de chuchillas utiliza equipo de protección personal (Respirador contra material particulado, que cumple la Norma 42CFR84 NIOSH (P 95)), EL trabajador realiza turnos de hasta 12H

Fuete: Autor

### 3.1.1. Análisis de resultados

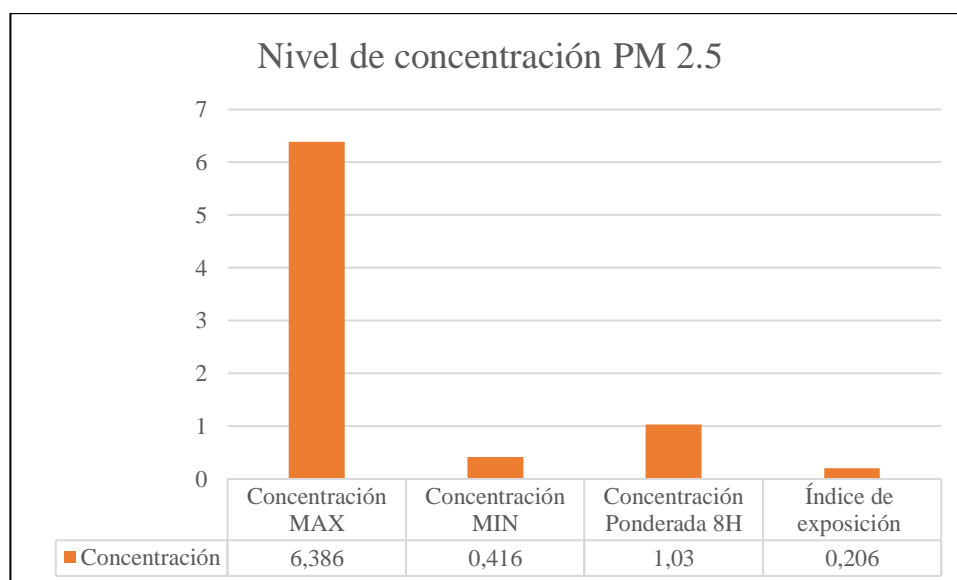
#### 3.1.1.1. Resultados evaluación área de Zaranda

| Resumen de Datos              |           |                         |                 |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------|
| <b>Fecha:</b>                 | 29/6/2021 | <b>Ubicación</b>        | Área de Zaranda |
| <b>Tiempo de muestreo (S)</b> | 900       | <b>Equipo Utilizado</b> | Kanomax 4334    |

| Datos Obtenidos            |          |               |
|----------------------------|----------|---------------|
| Parámetros                 | Unidad   | Concentración |
| Concentración MAX          | $mg/m^3$ | 6,386         |
| Concentración MIN          | $mg/m^3$ | 0,416         |
| Concentración Ponderada 8H | $mg/m^3$ | 1,03          |
| Índice de exposición       | $mg/m^3$ | 0,206         |

**Fuente:** Autor

**Gráfico 1.** Parámetros medidos para el Nivel de Concentración PM 2.5 en el Área de Zaranda



**Fuente:** Autor



De acuerdo al gráfico se puede observar que el índice de exposición para el trabajador de limpieza del área de Zaranda es aceptable ya que no sobrepasa el límite que establece la guía técnica NTP 533; al comparar el valor límite ambiental del polvo de madera con los resultados arrojados no se ve afectado ya que la concentración media ambiental ponderada para una jornada laboral de 8 h a lo que está dentro del límite permisible, no sobrepasa los 5 mg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.1.2. Resultados evaluación área de Molino de Cuchillas

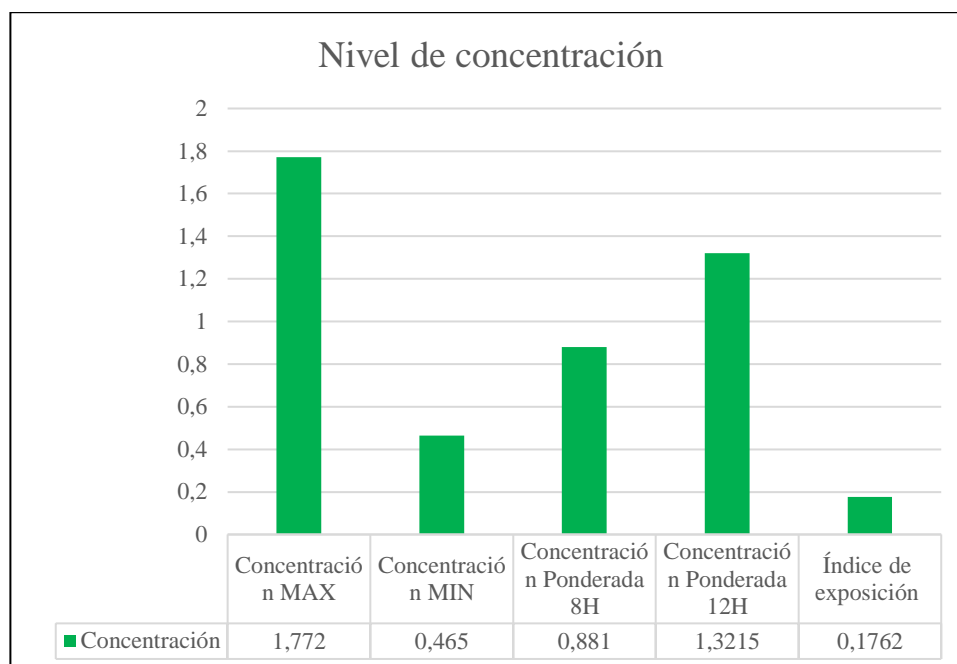
| Resumen de Datos              |           |                         |                             |
|-------------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------------|
| <b>Fecha:</b>                 | 29/6/2021 | <b>Ubicación</b>        | Área de Molino de cuchillas |
| <b>Tiempo de muestreo (S)</b> | 900       | <b>Equipo Utilizado</b> | Kanomax 4334                |

| Datos Obtenidos             |                         |               |
|-----------------------------|-------------------------|---------------|
| Parámetros                  | Unidad                  | Concentración |
| Concentración MAX           | <i>mg/m<sup>3</sup></i> | 1,772         |
| Concentración MIN           | <i>mg/m<sup>3</sup></i> | 0,465         |
| Concentración Ponderada 8H  | <i>mg/m<sup>3</sup></i> | 0,881         |
| Concentración Ponderada 12H | <i>mg/m<sup>3</sup></i> | 1,3215        |
| Índice de exposición        | <i>mg/m<sup>3</sup></i> | 0,1762        |

**Fuente:** Autor



**Gráfico 2.** *Parámetros medidos para el Nivel de Concentración de PM2.5 en el Área de Molino de Cuchillas*



**Fuente:** Autor

Los trabajadores del área de molino de cuchillas no se encuentran sobre expuestos al polvo de madera durante su jornada laboral. Pese a que el operador de molino pueda estar expuesto a 12 horas laborales al comparar la concentración media ambiental ponderada para una jornada laboral de 8 horas y de 12 horas no sobrepasa el valor límite ambiental que establece la norma en ninguno de los dos casos. El índice de exposición para esta área es aceptable.

### 3.2 Aplicación práctica

Para controlar el riesgo de exposición al polvo de madera en los trabajadores del Área de Zaranda y Área de molino se propone las siguientes medidas de intervención:



**Tabla 6. Medidas de Intervención frente al riesgo**

| <b>MEDIDAS DE INTERVENCIÓN FRENTE AL RIESGO</b> |                    |   |   |  |   |
|---|--------------------|---|---|--|---|
| <b>ÁREA</b>                                     | <b>ELIMINACIÓN</b> | <b>SUSTITUCIÓN</b>  | <b>CONTROLES DE INGENIERIA</b>  | <b>CONTROLES ADMINISTRATIVOS /SEÑALIZACIÓN/ ADVERTENCIA</b>  | <b>EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL</b>   |
| ZARANDA   | N/A                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar el uso de maderas duras (teca, roble, nogal etc.) y procesar madera de tipo blandas como son: Pino, cedro, ciprés, entre otras</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Emplear pinturas antiestáticas para la estructura de la zaranda y así evitar la adhesión de polvo.</li> <li>Llevar a cabo medidas de control técnico el cual implique realizar evaluaciones de riesgo por exposición a agentes químicos que permita comparar la exposición con los Valores Límite Ambientales establecidos para el polvo de madera.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento periódico de las instalaciones de zaranda.</li> <li>Revisión de fugas entre uniones de la máquina.</li> <li>Implementar señalización que advierta el peligro para la salud de los trabajadores por la exposición al polvo de madera.</li> <li>Formar e informar a los trabajadores sobre los daños a la salud por inhalación y contacto con el polvo de madera.</li> <li>Realizar un plan de vigilancia específico para el trabajador expuesto al polvo de madera para preservar su salud.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dotar al personal de limpieza del área de Zarandas con equipo de protección personal respiratoria que pueden ser: respiradores de pieza fácil filtrante o respiradores reutilizables.</li> </ul> <p>Ver tabla 7 Especificaciones del equipo de protección personal</p> |



|                     |     |   |   |  |   |
|---------------------|-----|---|---|--|---|
| MOLINO DE CUCHILLAS | N/A | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar el uso de maderas duras (teca, roble, nogal etc.) y procesar madera de tipo blandas como son: Pino, cedro, ciprés, entre otras</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear pinturas antiestáticas para la estructura de la zaranda y así evitar la adhesión de polvo.</li> <li>• Llevar a cabo medidas de control técnico el cual implique realizar evaluaciones de riesgo por exposición a agentes químicos que permita comparar la exposición con los Valores Límite Ambientales establecidos para el polvo de madera.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento periódico de las instalaciones de zaranda.</li> <li>• Revisión de fugas entre uniones de la máquina.</li> <li>• Implementar señalización que advierta el peligro para la salud de los trabajadores por la exposición al polvo de madera.</li> <li>• Formar e informar a los trabajadores sobre los daños a la salud por inhalación y contacto con el polvo de madera.</li> <li>• Realizar un plan de vigilancia específico para el trabajador expuesto al polvo de madera para preservar su salud.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dotar al personal de limpieza del área de Zarandas con equipo de protección personal respiratoria que pueden ser: respiradores de pieza fácil filtrante o respiradores reutilizables.</li> </ul> <p>Ver tabla 7 Especificaciones del equipo de protección personal</p> |
|---------------------|-----|---|---|--|---|

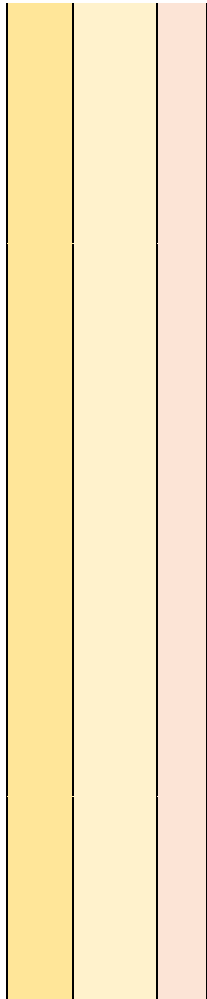
Fuente: Autor



Tabla 7. Equipos de Protección Personal

| EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL |  |                                   |  |                                      |                 |                                       |  |  |   |                 |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|--|--|---|-----------------|
| PELIGRO                        | CLASIFICACION                          | DESCRIPCION                       | EFFECTOS   | PICTOGRAMA                           | TIPO            | NORMATIVA                             | NOMBRE   | IMAGEN   | DESCRIPCION   | CARACTERÍSTICAS |
| Riesgo Químico                 | Material particulado (Polvo de madera) | Enfermedades de tipo respiratorio |  | Respirador de pieza facial filtrante | Norma INEN 2423 | Respirador para partículas 8210V, N95 |  | Respirador desechable para partículas N95 presenta la válvula de exhalación "Cool Flow" de 3M (TM) que ayuda a proporcionar protección respiratoria cómoda y confiable contra ciertas partículas sin aceites.<br>Ideal para trabajos en ambientes calientes y con polvo o en donde se requieran largos periodos de uso del respirador. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprobación NIOSH N95</li> <li>• Eficiencia de filtrado del 95%</li> <li>• Filtro cargado electrostáticamente</li> <li>• Forma de copa</li> <li>• Bandas elásticas engrapadas al respirador</li> <li>• Espuma nasal para mayor comodidad</li> <li>• Puente nasal para mejor ajuste</li> <li>• Válvula de exhalación Cool Flow™3M™</li> <li>• Clip nasal ajustable (M) que reduce la posibilidad de que se empañen las gafas y ayuda a asegurar un sellado seguro y conveniente</li> </ul> |                 |



|                            |                                     |                                     |   |   |   |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|
| Respiradores reutilizables | UNE-EN 136:1998, UNE-EN 136/AC:2004 | Respirador de Cara Completa 3M 6800 |    | <p>Los Respiradores de cara completa serie 6000 ofrece facilitada de uso y un alto grado de comodidad para el usuario. En combinación con los filtros y cartuchos provee protección respiratoria en ambientes que puedan contener material particulado y una amplia variedad de gases y vapores</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El material elastomérico es suave a la piel, da comodidad al usuario.</li> <li>• Ofrece protección con múltiples alternativas de protección contra ciertos gases y vapores y material particulado</li> <li>• Liviana y balanceada, gracias al arnés de cuatro puntos de apoyo, mayor comodidad durante mayor tiempo de uso.</li> <li>• Adaptador único central. Direcciona la exhalación hacia abajo en el mismo sentido de la respiración, ayudando a reducir la acumulación de polvo en el área de la válvula, ayuda a una respiración más cómoda.</li> <li>• Los filtros de Línea 2000, ofrecen una combinación liviana y cómoda, para protección contra material particulado.</li> <li>• Filtros de ajuste tipo bayoneta para una fácil y rápida colocación.</li> <li>• Bajo mantenimiento, economiza tiempo y reduce inventario de repuestos.</li> <li>• Mayor visibilidad y comodidad para el usuario, por el diseño de amplio del lente.</li> <li>• Aprobaciones NIOSH/MSHA.</li> </ul> |
|                            | UNE-EN 143:2001/A1:2006             | Adaptador de filtros 3M 603         |  | <p>Utilizado para los prefiltros 3M 5N11, 5P71 y retenedor de filtros 501</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite acoplar filtros a máscaras Especialmente diseñado para las medias máscaras y máscaras completas de 3M con conexión de filtros de tipo bayoneta</li> <li>• Se usa en combinación con el</li> </ul>  |



|  |                         |   |   |   |   |
|--|-------------------------|---|---|---|---|
|  |                         |   |   |   | <p>retenedor de filtros 3M™ 501</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para uso con los filtros de partículas 3M™ de la serie 5000</li> <li>• Colocación rápida y sencilla</li> </ul>   |
|  | UNE-EN 143:2001/A1:2006 | Filtro para partículas 3M 5N11, Protección respiratoria N95 |    | <p>Este prefiltro posee aprobación NIOSH como protección respiratoria para ambientes que contengan material particulado. Debe utilizarse combinado con cartuchos 3M serie 6000, y con el retenedor de filtros 3M 501.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado por el Instituto (NIOSH) de Estados Unidos (National Institute for Occupational Safety And Health) bajo la especificación N95 de la norma 42CFR84.</li> <li>• Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice, producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos no aceitosos</li> </ul> |
|  | UNE-EN 143:2001/A1:2006 | Retenedor de filtros 3M 501                                 |  | <p>Utilizado para mantener los prefiltros 3M 5N11 y 5P71 sobre la parte externa de cartuchos serie 3M 6000</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Elaborado en polipropileno, utilizado para sujetar los filtros 5N11 y 5P71 de 3M (MR) en los respiradores de la serie 5000 de 3M (MR) y cartuchos de la serie 6000 de 3M (MR).</li> </ul>   |

## CAPITULO IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Conclusiones

Este proyecto con el objetivo de evaluar los riesgos derivados de la exposición al polvo de madera a los trabajadores del área de Zaranda y Molino de cuchillas, se llevo a las conclusiones que se describen a continuación, las cuales se basan en los resultados obtenidos y las indagaciones que se realizo durante este proceso investigativo.

- Por falta de normativa ecuatoriana que regule la concentración máxima de polvo de madera a la que puede estar expuesto un trabajador en su lugar de trabajo se utilizó la guía técnica de prevención NTP 553: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I). También se utilizó los límites de exposición Profesional para agentes Químicos en España del año 2019 publicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Al evaluar los resultados que se obtuvo, pese a que en el área de Zaranda tenemos el valor máximo de 6.386 mg/m<sup>3</sup>, el valor promedio es de 1.030 mg/m<sup>3</sup> no supera el Valor Limite ambiental establecido y el índice de exposición para los 8h laborales es aceptable, quiere decir que el trabajador de limpieza no está sobre expuesto, pero es necesario establecer medidas de prevención hacia el riesgo, ya que al exponerse a este tipo de agente químico el trabajador puede tener afecciones a su salud provocándole enfermedades de tipo respiratorio ya sea a largo o corto plazo.
- De acuerdo a los resultados que se obtuvo de la medición del área de Molino de cuchillas se puede concluir que el personal de limpieza del área

no esta sobre expuesto pero es necesario implementar medidas para controlar el riesgo y prevenir enfermedades de tipo respiratorio que pueden resultar irreversibles para la salud; por otro lado el operador de molino de cuchillas pese a que su jornada laboral se puede extender por 12h, al comparar el valor de concentración media ambiental ponderada de 12 horas no sobrepasa el Valor límite Ambiental, es decir el trabajador no esta sobre expuesto al polvo de madera.

- Las concentraciones de PM 2.5 a las que están expuestos los trabajadores pese a que no sobrepasan los Valores Limite Ambientales VLA-ED, se debe controlar ya que este agente químico puede llegar a producir efectos nocivos para la salud, por lo tanto, se debe realizar medidas de control para minimizar el riesgo y evitar que los trabajadores sufran sus consecuencias, mismo que nos ayudaran a cumplir con la normativa de seguridad y salud ocupacional del país.
- Las medidas de intervención frente al riesgo fueron tomadas de acuerdo a la jerarquía de controles, para este tipo de industrias se debe tomar en cuenta la sustitución de la materia prima ya que si se opta por las maderas duras los trabajadores estarán propensos a contraer un tipo de cáncer relacionado al sistema respiratorio, se debe realizar evaluaciones que implique la medición para controlar el riesgo, es importante que el trabajador también se encuentra advertido sobre sus riesgo, y sobre es necesario proteger al trabajador frente al polvo de madera recomendando equipos de protección personal que la empresa puede adquirir para proteger la seguridad y salud de sus colaboradores.
- El respirador para partículas 8210V-N95, es un equipo de protección personal de poca duración el cual se propone como opción para que el



empleador pueda adquirir y dotar a su personal de limpieza de Zaranda y Limpieza de Molino de cuchillas que no cuentan con equipos de protección personal.

- Por otro lado, tenemos la opción del respirador de Cara Completa 3M 6800, que es un respirador reutilizable que tiene una mayor vida útil y también es más práctico ya que también puede proteger los ojos de las partículas suspendidas en el aire.
- Se pretende que, con la elección de cualquier tipo de protección personal, los trabajadores estén más protegidos y eviten molestias en su zona de respiración y a la vez se reduzca las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> que recibe la persona.

#### **4.2.Recomendaciones**

- El personal de limpieza de patios debe contar con un equipo de protección personal respiratoria que cumpla con las siguientes características:
  - Protección contra material particulado como polvo respirable
  - Cumpla y exceda las normas establecidas en la tabla 7 propuestas de equipo de protección personal.
- Controlar el uso de respiradores y evitar que estén desgastados o saturados con polvo de madera, sino establecer un plan para realizar el cambio oportuno del equipo de protección personal para cada trabajador.
- Se sugiere que los trabajadores sean informados sobre el riesgo al que están expuestos y las posibles enfermedades que les pueda causar la exposición al polvo de madera, con el fin de lograr la aplicación de normas de prevención durante la ejecución de sus labores diarias.

- Se recomienda realizar evaluaciones del riesgo periódicamente para realizar un control sobre la exposición al polvo de madera.



## **Bibliografía**

- (INSST), I. N. (2019). Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2019. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST),O.A., M.P.
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador, 2.-2. (2008). Constitución de Ecuador de 2008.
- Baraza Sánchez, X., Castejón Vilella, E., & Guardino Solà, X. (2015). Higiene industrial. Barcelona: Editorial UOC.
- Carbone CampsIng, L. (2011). <https://www.prevencionintegral.com/>. Obtenido de Prevención Integral web site: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2011/sobre-significado-definiciones-expuesto-exposicion>
- Centro Tecnológico del Mármol y la Piedra. (2010). El Polvo de madera: Riesgo Laboral y su prevención. Madrid: Metal, Construcción y Afines de UGT (MCA-UGT), Federación de Industria.
- Chan Martín, M. (2006). Tableros de madera de partículas. Argentina: Red Ingeniería Revista Académica.
- Fried, M. P. (05 de 05 de 2021). <https://www.msmanuals.com/>. Obtenido de msmanuals we site: <https://www.msmanuals.com/es-ec/hogar/trastornos-otorrinolaringol%C3%B3gicos/trastornos-de-la-nariz-y-de-los-senos-paranasales/rinitis>
- Gómez Yepes, M. E., & V. Cremades, L. (2012). Análisis de la Incidencia de Patologías Respiratorias por Exposición al Polvo de Madera en los Carpinteros del Quindío (Colombia). *Ciencia & Trabajo*, 433-439.

Henado Robledo, F. (2007). Riesgos químicos. Bogotá: Ecoe Ediciones.

IESS. (2012). DECRETO EJECUTIVO 2393. Obtenido de [https://ewldata.rightsindevelopment.org/files/documents/19/IADB-EC-L1219\\_f25d5vw.pdf](https://ewldata.rightsindevelopment.org/files/documents/19/IADB-EC-L1219_f25d5vw.pdf)

IESS, I. E. (2017). REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO.

INSHT. (2000). NTP 553: Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I).

INSHT, (. N. (24 de Febrero de 2012). <https://infomadera.net/>. Obtenido de Infomadera Web Site: [https://infomadera.net/uploads/descargas/archivo\\_38\\_Polvo%20de%20madera,%20un%20peligro%20para%20la%20salud.pdf](https://infomadera.net/uploads/descargas/archivo_38_Polvo%20de%20madera,%20un%20peligro%20para%20la%20salud.pdf)

INSST. (05 de 05 de 2021). [www.insst.es](http://www.insst.es). Obtenido de INSST Web Site: <https://www.insst.es/stp/basequim/017-rectificado-superficial-de-piezas-de-madera-mediante-lijado-en-carpinterias-y-ebanisterias-exposicion-a-polvo-de-madera-2014>

Medina Escobar, Lourdes; Hernández Gómez, Gabriela; Rodríguez Zamora , Gabriela; Mata Montero, Carlos . (2014). Análisis de riesgos higiénicos en aserraderos (Parte I). Tecnología en Marcha, 30-40.

Medina Pilataxi, M. X. (2015). Propuesta de gestión de seguridad industrial y salud ocupacional para control del riesgo químico en la fracción inhalable por exposición a polvo de madera (agente cancerígeno) aplicado a un aserradero tipo Pymes, para sugerir su implementación (Tesis). Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - ECUADOR.

OIT. (2010). Lista de Enfermedades Profesionales. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo .

Parra Leal, H. (29 de Agosto de 2010). <http://www.enfoqueocupacional.com/>. Obtenido de Enfoque Ocupacional WEB site: <http://www.enfoqueocupacional.com/2010/08/definicion-de-exposicion-ocupacional.html>

Pérez Ríos, Mónica; Ruano Rabiña, Alberto; Etminan, Mahyar; Takkouche, Bahi. (2009). Un metanálisis de la exposición a polvo de madera y el riesgo de asma. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales, 44-45.

Quijano Parra, Alfonso; Quijano Vargas, Monica Juliana; Henao Martínez, Jose Antonio. (2010). Caracterización fisicoquímica del material particulado fracción respirable PM2.5 en Pamplona-Norte de. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias, 1-20.

Quiroz Carranza, J. A., Vidal Limón, A. M., & Torres Torres, J. A. (2017). Generación de polvos de madera en talleres de la escuela de laudería del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, México. Revista internacional de contaminación ambiental, 33(1), 65-73.

Rojas García, Y., & Peñalver Paolini, A. (2012). Exposición ocupacional a polvo de madera y cáncer de senos paranasales. Med Segur Trab, 112-124.

TOPDOCTORS. (05 de 05 de 2021). [topdoctors.es](http://topdoctors.es). Obtenido de [topdoctors.es](http://topdoctors.es) web site: <http://tutorialsibusach.pbworks.com/w/page/22541896/P%C3%A1ginas%20Web>

Henao Robledo, F. (2007). Riesgos químicos. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/uisekecuador/69049?page=14>

Henao Robledo, F. (2007). Riesgos químicos. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.  
Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/uisekecuador/69049?page=25>.

Escobar, M. D. L. M., Gómez, G. H., Zamora, G. R., & Montero, C. M. (2014). Análisis de riesgos higiénicos en aserraderos (Parte I). *Tecnología en Marcha*, 27(4), 30-40.

Chan Martín, M. H. (2006). Tableros de madera de partículas. Argentina: Red Ingeniería  
Revista Académica. Recuperado de  
<https://elibro.net/es/ereader/uisekecuador/23979?page=8>.