

**Valoración y formulación de una propuesta técnica y económica para los riesgos
dominantes en la empresa Vasdeco S.A.S de Bucaramanga**

Cristian Eduardo Garnica Gómez

Juan Sebastián De La Cruz Vergel Ramírez

Trabajo de grado para optar el título de Ingenieros Industriales

Director

Juan Camilo Lesmez Peralta

Magíster en gerencia de negocios

Universidad Industrial De Santander

Facultad De Ingenierías Físico–Mecánicas

Escuela De Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2017

Dedicatoria

*A Dios por permitirme llegar hasta este punto y guiarme a la consecución de este logro tan importante en mi vida,
además de su infinita bondad y amor.*

*A mis padres Cristian Garnica e Hilda Gómez, por haberme apoyado en todo momento, por sus valores, por sus
consejos Gracias a ustedes!*

A Sebastián, compañero incondicional, gracias por el apoyo. Valió la pena luchar juntos por una meta.

*A mis maestros, por su gran apoyo para la culminación de nuestros estudios profesionales, que marcaron cada
etapa de nuestro camino universitario.*

*A mis amigos, por su apoyo en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir momentos de alegría,
tristeza, bromas y enojos.*

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Cristian

Dedicatoria

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Rodolfo Vergel y Genoveva Ramírez por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo. Todo esto se lo debo a ustedes!

A mi hermana, María José, por estar conmigo y apoyarme siempre, la quiero inmensamente.

A mi compañero Cristian, por el compromiso y empeño que le pusimos para sacar adelante este proyecto. Lo logramos.

A todos mis amigos, por compartir los buenos y malos momentos.

A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Y gracias a todos los que nos brindaron su ayuda en este proyecto.

Sebastián

Agradecimientos

Los autores presentan sus agradecimientos a:

A nuestro padre Dios, por darnos inteligencia, sabiduría, paciencia y la capacidad de ejercer este proyecto. La gloria sea para él.

A Heriberto Méndez Vera y Luz Delia Rivera Vega, director general y gerente administrativa de la empresa Vasdeco S.A.S, respectivamente, por abrirnos las puertas y por toda su colaboración prestada durante el desarrollo del proyecto.

A Juan Camilo Lesmez Peralta, nuestro director de proyecto, por sus, consejos, correcciones y asesoría en tan arduo trabajo.

A Diana Africano por su amistad y por ser parte de este trabajo, por su entrega y apoyo en la culminación de este proyecto.

A la escuela de Estudios Industriales Y empresariales y a la Universidad Industrial de Santander por la formación que nos ha brindado.

“... se requiere de muchos estudios para ser profesional, pero se requiere de toda una vida para aprender a ser persona”.

Tabla De Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Objetivos.....	19
1.1. Objetivo general	19
1.2. Objetivos específicos.....	19
2. Revisión de la literatura.....	20
2.1. Ruido.....	21
2.1.1. Medición..	22
2.1.2. Efectos del ruido en el desarrollo de las tareas	24
2.1.3. Valores Permisibles.	27
2.2. Iluminación	28
2.2.1. Medición.	29
2.2.2. Factores que influyen en los efectos de la exposición.	29
2.2.3. Efectos de la mala iluminación en la salud de las personas.....	30
2.2.4. Valores límites permisibles.....	32
2.3. Temperatura	33
2.3.2. Intercambio térmico entre el hombre y el ambiente laboral.	35
2.3.3. Efectos en la salud.	36

2.3.4. Valores límites permisibles.....	37
3. Generalidades del proyecto	41
3.1. Identificación de la empresa.....	41
3.2. Información económica.....	50
2.3. Análisis del problema	51
4. Metodología.....	66
4.1. Primera etapa: Revisión de literatura.....	66
4.2. Segunda etapa: Diagnostico.....	67
4.3. Tercera etapa: Valoración de los niveles de los riesgos dominantes	67
4.4. Cuarta etapa: Propuesta técnica	67
4.5. Quinta etapa: Propuesta económica.....	68
4.6. Sexta etapa: Socialización.....	68
5. Ruido	68
5.1. Valoración del ruido	68
5.2. Propuesta técnica y económica para el ruido.....	72
6. Iluminación	80
6.1. Valoración de la iluminación	80
6.2. Propuesta técnica y económica para la iluminación	83
7. Confort térmico.....	86
7.1. Valoración del confort térmico	86

7.2. Propuesta técnica y económica	87
8. Socialización de la propuesta.....	93
9. Conclusiones.....	96
10. Recomendaciones	99
Referencias bibliográficas.....	102

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Nivel de Presión Sonora de dB(A).	27
Tabla 2. Valores Límites Permisibles para Ruido Continuo o Intermitente.	27
Tabla 3. Valores límites permisibles para ruido de impacto.....	28
Tabla 4. Efectos atribuidos a la inadecuada iluminación.....	31
Tabla 5. Intervalos de iluminancia para diferentes áreas, tareas o actividades.....	32
Tabla 6. Grupos de apariencia de color de las lámparas.....	33
Tabla 7. Enfermedades más frecuentes relacionadas con la exposición al calor.....	36
Tabla 8. Valores normativos propuestos por el Método LEST.	37
Tabla 9. Características de la empresa.....	41
Tabla 10. Clientes principales.....	48
Tabla 11. Ventas en los meses de Marzo, Abril y Mayo.	51

Tabla 12. Accidentes y enfermedades laborales de los trabajadores colombianos desde el año 2011 hasta el 2014.	52
Tabla 13. Cifras de afiliados según sector económico año 2014.....	53
Tabla 14. Comparación de los valores mínimos y máximos del ruido con los límites máximos permisibles según la Resolución 1792 de 1990.	58
Tabla 15. Comparación de los valores mínimos y máximos de la temperatura con los límites máximos permisibles según el Método LEST.	59
Tabla 16. Comparación de los valores mínimos y máximos de la iluminación con los límites máximos permisibles según el RETILAP.....	60
Tabla 17. Resumen grado de riesgo encontrados por áreas.	60
Tabla 18. Causas del riesgo en el área de trabajo de la bodega.	61
Tabla 19. Causas del riesgo en el área de trabajo del triturado.....	61
Tabla 20. Causas del riesgo en el área de trabajo del laminado (entrada).	62
Tabla 21. Causas del riesgo en el área de trabajo del laminado (salida).	63
Tabla 22. Causas del riesgo en el área de trabajo del termoformado (entrada).	64
Tabla 23. Causas del riesgo en el área de trabajo del termoformado (salida).	64
Tabla 24. Causas del riesgo en el área de trabajo de los pasillos.....	65
Tabla 25. Causas del riesgo en el área de trabajo del empaque.....	66
Tabla 26. Medición registrada de ruido de las maquinas en el área de producción.	69
Tabla 27. Grado de riesgo de las máquinas.	70
Tabla 28. Grado de riesgo de la planta.	71
Tabla 29. Niveles de reducción del ruido.	71
Tabla 30. Propuesta para el ruido.	72

Tabla 31. Variables y ponderaciones.....	74
Tabla 32. Cotización de la empresa Metecno.....	75
Tabla 33. Cotización por la empresa Calorcol.....	76
Tabla 34. Cotización por la empresa Canadian.....	77
Tabla 35. Propuesta para el cerramiento termo-acústico.....	78
Tabla 36. Variables y ponderaciones.....	79
Tabla 37. Calificación del nivel de iluminación.....	81
Tabla 38. Nivel de iluminación por áreas.....	82
Tabla 39. Propuesta para la iluminación.....	83
Tabla 40. Variables y ponderaciones.....	85
Tabla 41. Resumen de resultados de las variables de estudio.....	86
Tabla 42. Cotización de la empresa Metecno.....	88
Tabla 43. Cotización por la empresa Calorcol.....	89
Tabla 44. Cotización por la empresa Canadian.....	89
Tabla 45. Propuesta para el cerramiento termo-acústico.....	90
Tabla 46. Variables y ponderaciones.....	91

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Dosímetro quest edge 5.....	23

Figura 2. Calibrador acústico QC 100 de 3m.	24
Figura 3. Producto principal de la empresa referencia 3,1 (producto de mayor venta). Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	42
Figura 4. Diagrama de operaciones de la empresa Vasdeco S.A.S. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	43
Figura 5. Trituradora del poliestireno (materia prima del producto). Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	44
Figura 6. Laminadora en funcionamiento. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.....	45
Figura 7. Máquina termoformadora. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.....	46
Figura 8. Zona de la termoformadora. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	47
Figura 9. Producto final. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	47
Figura 10. Canales de distribución de Vasdeco S.A.S. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	48
Figura 11. Mapa de procesos de Vasdeco S.A.S. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.	50
Figura 12. Diagrama de causa-efecto. Nota: Elaboración propia.	55
Figura 13. Plano con los valores mínimos y máximos de los factores de riesgo. Nota: Elaboración propia, Visio 2013.	57
Figura 14. Cerramiento acústico.	80
Figura 15. Cerramiento térmico.....	92
Figura 16. Socialización de la propuesta	94
Figura 17. Socialización de la propuesta	94
Figura 18. Socialización de la propuesta	95
Figura 19. Socialización de la propuesta.	96

Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice 1.	49
Apéndice 2.	51
Apéndice 3.	67
Apéndice 4.	85

Resumen

Título: Valoración y formulación de una propuesta técnica y económica para los riesgos dominantes en la empresa Vasdeco S.A.S de Bucaramanga*

Autores: Juan Sebastián de la Cruz Vergel Ramírez – Cristian Eduardo Garnica Gómez**

Palabras claves: Vasdeco, ruido, iluminación, temperatura, riesgos dominantes.

Descripción:

Vasdeco S.A.S, se especializa en la fabricación, comercialización de vasos y empaques desechables de plástico. El objetivo principal de este proyecto es valorar los riesgos físicos de: ruido, iluminación y altas temperaturas, mediante la formulación de una propuesta técnica y económica con el fin de fortalecer el área de seguridad y salud en el trabajo a través de la intervención de los riesgos identificados y ocasionar un impacto en la mitigación de estos factores.

El desarrollo del proyecto se realizó en las siguientes fases. En la primera se hizo un diagnóstico sobre las condiciones y características de los procesos actuales de la empresa. En la segunda fase, se ejecutó una valoración de los riesgos dominantes con el fin de determinar el grado de riesgo. Tercero se diseñó una propuesta técnica para la nueva planta enfocada en el ambiente de trabajo y medidas de control para mitigar los riesgos. Posteriormente se realizó una evaluación de los costos inherentes a la propuesta técnica para diseñar una propuesta económica factible para la empresa y finalmente, se dieron a conocer los resultados de las propuestas a los directivos de la empresa Vasdeco S.A.S. De ser aplicada la propuesta técnica, la empresa, incurrirá en un costo de 30.074.978 mlc, costo del cual se destina un 11,89% para la intervención en la baja iluminación, un 39,94% para la intervención del ruido (cerramiento acústico y protectores de copa) y un 48,18% para el cerramiento térmico, en donde se interviene el discomfort térmico generado.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Juan Camilo Lesmez, Magíster en gerencia de negocios.

Abstract

Title: Valuation and formulation of a technical and cost-effective proposal to mitigate dominant risk in Vasdeco S.A.S headquarters in Bucaramanga *

Authors: Juan Sebastián De La Cruz Vergel Ramírez- Cristian Eduardo Garnica Gómez **

Keywords: Vasdeco, noise, illumination, temperature, dominant risk.

Description:

Vasdesco S.A.S specializes in manufacturing and marketing disposable plastic glasses and packages. This project aims to evaluate physical risks related to: noise, illumination and high temperatures through the formulation of a technical and economical proposal in order to strengthen the area of safety and health at work by the intervention of the identified risks and thus causing an impact on the mitigation of these factors.

The development of the project was accomplished in the following phases. In the first, a diagnosis was carried out on the conditions and characteristics of the company's current processes. In the second phase, an assessment of the dominant risks was performed in order to determine the level of risk. Third, a technical proposal was designed for the new plant personnel focused on the work environment and the control measures to mitigate risks. Afterwards, a costs analysis of the technical proposal was carried out to design a viable suggestion for the company, and finally, the results of the designs were announced to the Vasdesco S.A.S management. If the technical proposal is applied, the company will incur a cost of 30.074.978 mlc, cost of which is allocated 11.89% for the intervention in low illumination, 39.94% for noise intervention (enclosure acoustic and cup protectors) and 48.18% for the thermal enclosure, where the generated thermal discomfort will be involved.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Industrial and Business Studies School. Director: Juan Camilo Lesmez, Magíster en gerencia de negocios.

Introducción

Vasdeco S.A.S es una empresa del sector industrial dedicada a la fabricación de vasos plásticos, la cual está catalogada como riesgo clase III según el Decreto 1607 de 2002.

Las estadísticas reveladas por el Ministerio de Trabajo del año 2011 al 2015 han sido considerables, una cifra acumulada de 2608 muertes ocasionadas por accidentes y enfermedades laborales. En lo corrido de 2014, se han reportado 8'901.551 nuevos afiliados, al Sistema General de Riesgos Laborales, mostrando un aumento de 7,6 % en comparación al año anterior, lo que significa la importancia que está tomando la prevención de riesgos que ocasionan enfermedades y accidentes de trabajo en las empresas. La Dirección de Riesgos Laborales realiza una ardua labor en busca de interactuar con las partes implicadas e intentar que los trabajadores independientes y PYMES se integren al sistema con el objetivo de promover la protección de los afiliados y lograr la disminución de la tasa de muertes por accidentes en el trabajo y enfermedades laborales.

Las visitas realizadas a la empresa Vasdeco muestran 3 riesgos importantes a destacar: ruido, baja iluminación y altas temperaturas.

El área de producción es la más afectada con el incumplimiento de las normas en seguridad y salud en el trabajo, debido a que las máquinas presentes en la zona, no cuentan con las medidas necesarias para reducir los niveles de riesgo actuales en la empresa, las cuales son medidas de prevención, de protección y de mitigación, según el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Debido al pre diagnóstico realizado en la empresa Vasdeco S.A.S se identifican áreas con falencias las cuales deben ser orientadas y modeladas para que desde el claustro universitario se lleve el saber y junto con la experiencia de quienes hacen parte de la empresa lograr la integración, con el objetivo de buscar la mejora continua y así impulsar la economía del sector; motivo por el cual se evidencia la necesidad de generar una propuesta técnica y económica para fortalecer el área de seguridad y salud en el trabajo a través de la intervención de los riesgos identificados y ocasionar un impacto en la mitigación de estos factores.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Valorar los riesgos físicos de ruido, iluminación y altas temperaturas y formular una propuesta técnica y económica para la empresa Vasdeco S.A.S.

1.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre las condiciones y características de los procesos actuales en la empresa Vasdeco S.A.S.
- Valorar los niveles de ruido, iluminación y altas temperaturas con el fin de determinar el grado de riesgo según la norma vigente.
- Diseñar una propuesta técnica para la nueva planta enfocada en el ambiente de trabajo y medidas de control para mitigar los niveles de riesgos físicos de ruido, iluminación y altas temperaturas.
- Realizar una evaluación de los costos inherentes a la propuesta técnica para diseñar una propuesta económica factible para la empresa.
- Socializar la propuesta técnica y económica a los directivos de la empresa Vasdeco S.A.S

2. Revisión de la literatura

Para hablar de los riesgos dominantes que se encuentran en la empresa de Vasdeco S.A.S se debe primero hablar del concepto de ergonomía ambiental.

La ergonomía ambiental analiza e investiga las condiciones externas al ser humano que influyen en su desempeño laboral. Dentro de estas condiciones se encuentran los factores ambientales físicos como son: nivel térmico (refrigeración y calefacción), nivel de ruido y vibración, nivel de ventilación (aire y humedad relativa) y nivel de iluminación; estudiarlos ayudará a diseñar y evaluar mejores condiciones laborales e incrementar el confort, la productividad y la seguridad (Benavides y Contreras, 2011, p.30). Según el diccionario de la Lengua Española la palabra confort, es aquello que produce bienestar y comodidad en el cuerpo humano. Por lo anterior, “confort” apunta a un estado placentero de armonía. Un sistema de ergonomía ambiental es justamente favorecer el máximo la percepción de las informaciones visuales en los trabajadores con pantallas de visualización de datos. Para un aceptable nivel de confort, no debe existir un excesivo contraste en el entorno de la tarea a ejecutar y, de otra parte, que los espacios no produzcan deslumbramientos tanto por las propias fuentes luminosas como en las superficies del entorno de trabajo (Llaneza, 2007, p. 121). Según la American Society of Heating and Air Conditioning Engineers, ASHRAE el confort, es la condición de la mente que expresa la satisfacción con el entorno térmico.

Tipos de ambientes

- Ambiente Térmico: Temperatura. - Humedad. - Velocidad del aire.
- Ambiente Visual: Iluminación
- Ambiente Acústico: Ruido

- Ambiente Mecánico: Máquinas. - Herramientas.
- Ambiente Electromagnético: Radiaciones ionizantes. - Radiaciones no ionizantes.
- Ambiente Atmosférico:-Contaminantes químicos. - Contaminantes biológicos.
- Ambiente térmico:

Factores ambientales: (Temperatura, humedad, velocidad del aire...).

Factores individuales: (actividad, metabolismo, vestimenta...).

2.1. Ruido

Se define como el sonido o grupo de sonidos de tal amplitud que produce molestia o interferencia en la comunicación. La diferencia entre sonido y ruido radica en que el primero puede ser cuantificado, mientras que el segundo es un fenómeno subjetivo. El ruido es un agente contaminante de tipo físico, estudiado tanto por la higiene industrial como por la ergonomía; sin embargo, el objeto de estudio de cada una de éstas es diferente. En cuanto a la primera, se preocupa por evitar la adquisición de una enfermedad profesional suscitada por la exposición del trabajador a agentes contaminantes, la segunda, busca un equilibrio entre el hombre y su entorno laboral, procurando brindar una situación de comodidad en el trabajo. (Párraga y García, 2005, pp. 83-85).

2.1.1. Medición. La medición de sonidos es a través de sonómetros y de dosímetros. Para que los resultados de la medida del sonido se parezcan lo más que se pueda a la percepción del oído humano, los instrumentos de medida llevan incorporados filtros o redes de compensación que determinan las escalas A, B, C o D. La más utilizada es la escala A, por ello, los resultados de ruido industrial se dan en decibelios A [dB(A)].

El dosímetro es un monitor de exposición que utiliza un micrófono y una serie de circuitos medidores de presión sonora. La dosis acumulada en el tiempo se refleja en un monitor que permite conocer el % de dosis de ruido recibido, ya sea durante toda la jornada laboral o a lo largo de un determinado número de ciclos de trabajo. Sirve para todo tipo de ruidos en puestos fijos y móviles.

Los equipos de medición del ruido son:

- **Sonómetro:** Es un instrumento que responde ante un sonido de una forma aproximada a como lo haría el oído humano. Es una herramienta imprescindible para medir la presión sonora. Un sonómetro-integrador es capaz de promediar linealmente la presión sonora cuadrática.
- **Analizador de frecuencias:** Determina el contenido energético de un sonido en función de la frecuencia. La señal que aporta el micrófono se procesa mediante filtros que actúan a frecuencias predeterminadas, valorando el contenido energético del sonido en ese intervalo.
- **Dosímetro:** Es un pequeño sonómetro integrador que permite calcular la dosis de ruido a la que está sometida una persona (ver Figura 1). Lleva incorporado un sistema lector en el que se expresa la dosis acumulada en el tiempo que ha estado funcionando. Los más modernos nos dan directamente el nivel de presión sonora equivalente de cualquier ruido

y el nivel sonoro continuo equivalente diario. Por su tamaño son portátiles, lo cual permite medir todo tipo de ruidos tanto en puestos de trabajo fijos como móviles. Un dosímetro tiene que incorporar la ponderación exponencial de tiempo, habitualmente la lenta, y el umbral de ruido especificado por el fabricante.



Figura 1. Dosímetro quest edge 5.

- Calibrador acústico: Instrumento que sirve para asegurar la fiabilidad de los sonómetros (ver Figura 2). Su misión es generar un tono estable de nivel a una frecuencia predeterminada y se ajusta la lectura del sonómetro haciéndola coincidir con el nivel patrón generado por el calibrador. En general, disponen de un selector que permite generar uno o más tonos a una frecuencia de 1 kHz.



Figura 2. Calibrador acústico QC 100 de 3m.

2.1.2. Efectos del ruido en el desarrollo de las tareas

- Efectos auditivos

Los efectos auditivos están en correlación a la pérdida de la capacidad auditiva de las personas expuestas (el daño auditivo no sólo depende de su nivel, sino de su duración), así, se acepta que un medio ambiente sonoro por debajo de 75 dB no es dañino para la salud auditiva.

El umbral de audición es el nivel sonoro por debajo del cual el oído de una persona no detecta ningún sonido. Para los adultos, el nivel de referencia es 0 dB. La exposición a niveles de ruido intenso durante un período de tiempo significativo, da lugar a pérdidas de audición, que si en un principio son recuperables cuando el ruido cesa, con el tiempo pueden llegar a hacerse irreversibles, convirtiéndose en sordera (López, 2015, pp. 41-42). El ruido excesivo daña las células pilosas de la cóclea, parte del oído interno, lo que produce pérdida de audición. En muchos países, la pérdida de audición provocada por el ruido constituye la enfermedad profesional irreversible más prevalente. A su vez, la exposición a niveles de ruido de mediana intensidad, pero con una prolongación mayor en el tiempo, repercute en forma similar,

traduciéndose ambas situaciones en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición. Los métodos de evaluación se realizan a través de análisis audiométricos y/u otoscópicos. La hipoacusia (o pérdida de audición) ha pasado a ocupar el cuarto lugar entre las enfermedades profesionales más prevalentes e irreversibles llegando a padecerse por un 7 % de los trabajadores europeos, por delante, incluso, de los problemas de la piel y del sistema respiratorio (Tunay, 2008, pp. 2144-2148). . La pérdida de capacidad auditiva provocada por el ruido viene acompañada a menudo de tinnitus o zumbidos en los oídos.

- Efectos no auditivos

Además de los efectos auditivos asociados al ruido, existen también una serie de efectos no auditivos. Estos efectos fueron observados por primera vez en el año 1930, en un estudio publicado por Smith y Laird (Smith y Laird, 1930, pp. 94-98). Los resultados mostraban que la exposición al ruido causaba contracciones estomacales en humanos sanos. Además de afectar al oído, el ruido actúa negativamente sobre otras partes del organismo, ya que bastan 50 a 60 dBA para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. Se han podido observar efectos vegetativos como la modificación del ritmo cardíaco y vasoconstricciones del sistema periférico. Entre los 95 y 105 dBA se producen afecciones en el riesgo cerebral, debidas a espasmos o dilataciones de los vasos sanguíneos, alteraciones en la coordinación del sistema nervioso central; alteraciones en el proceso digestivo, producción de secreciones ácidas del estómago que acarrearán úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos intestinales, aumento de la tensión muscular y presión arterial; cambios de pulso en el electroencefalograma; dilatación de la pupila, alterando la visión nocturna, además de estrechamiento del campo visual (Jiménez, 1999, p. 40).

Las reacciones fisiológicas al ruido no se consideran patológicas si ocurren en ocasiones aisladas, pero exposiciones prolongadas (por ejemplo, el ruido de tráfico urbano) pueden llegar a constituir un grave riesgo para la salud. En sujetos expuestos al ruido, se produce un incremento significativo en la concentración de la hormona GH, que es uno de los principales marcadores de estrés (Martimortugués, Gallego y Ruiz, 2003, pp. 30-39). La exposición al sonido tiene efectos sobre el sistema cardiovascular que tienen por resultado la liberación de catecolaminas y un aumento de la presión sanguínea. Los niveles de catecolaminas en la sangre (incluyendo la epinefrina [adrenalina]) están relacionados con el estrés.

El ruido lleva asociados también una serie de efectos psicológicos, efectos sobre el sueño, la memoria, la atención, y el procesamiento de la información (Hygge, 1993, pp. 531-538). El ruido también afecta la habilidad de aprendizaje. La naturaleza estresante del ruido se ha puesto de manifiesto en múltiples investigaciones, tal y como se recoge en diversas revisiones de López Barrio (Lopez, 1986, pp. 127-146), y Evans (Evans, 1987, pp. 571-610). Con las investigaciones más recientes se sigue obteniendo un patrón de resultados muy similar. Así, Raffaello y Maass (Raffaello y Maass, 2002, pp. 651-671), encuentran que la exposición crónica al ruido en el lugar de trabajo no sólo afecta a la satisfacción y el estrés de los trabajadores, sino también al compromiso que se establece con la organización. En esa línea, Leather, Beale y Sullivan (Leather, 2003, pp. 213-222), revisan los efectos que la exposición al ruido tiene en contextos laborales, encontrando relaciones con la salud (problemas cardíacos y fatiga), la habilidad para concentrarse, la satisfacción laboral y el absentismo. En una revisión de más de 30 estudios, Evans y Stecker (Evans, 2004, pp. 143-165), demuestran que la exposición al ruido, produce disminuciones en el rendimiento y la motivación, provocando la aparición de indefensión ante otros estresores. No sólo los ruidos de alta intensidad son los nocivos. Ruidos

incluso débiles, pero repetidos pueden entrañar perturbaciones neurofisiológicas aún más importantes que los ruidos intensos.

2.1.3. Valores Permisibles. A continuación, se presentan los datos los valores del nivel de presión sonora en las zonas residencial, industrial, comercial y de tranquilidad. (Ver Tabla 1). En la Tabla 2, se presentan los valores límites permisibles para ruido continuo o intermitente y en la Tabla 3, los valores límites permisibles para ruido de impacto según la Resolución 8321 de 1983. Nivel de Presión Sonora de dB(A).

Tabla 1.

Nivel de Presión Sonora de dB(A).

Zonas Receptoras	Periodo diurno	Periodo Nocturno
	7: 01 A.M...9:00 P.M	9:01 A.M...7:00 P.M
Zona I Residencial	65	45
Zona II Comercial	70	60
Zona III Industria	70	75
Zona IV de tranquilidad	45	45

Nota: Resolución 8321 de 1983.

Tabla 2.

Valores Límites Permisibles para Ruido Continuo o Intermitente.

Máxima Duración de Exposición Diaria	Nivel de Presión Sonora dB(A)
16 horas	80
8 horas	85
4 horas	90
2 horas	95
1 hora	100
0,5 horas	105

Tabla 2. [Continuación]

0,25 horas	110
0,125 horas	115

Nota: Resolución 1792 de 1990

No se permite ningún tipo de exposición a ruido continuo o intermitente por encima de 115 dB(A) de presión sonora (Resolución 8321 de 1983, el Ministerio de Salud. ley 09 de 1979, capítulo V, artículo 42.)

Tabla 3.

Valores límites permisibles para ruido de impacto.

Niveles de Presión Sonora, dB	Número de impulso o Impactos
140	100
130	1000
120	10000

Nota: Resolución 8321 de 1983

2.2. Iluminación

La iluminación (E), es el flujo luminoso F (lumen) por unidad de superficie A (m²), es decir $E = F/A$. Cuando la luz emitida por una fuente incide sobre una superficie, se dice que esta se encuentra iluminada, siendo entonces la iluminación la cantidad de flujo luminoso. Dado que el flujo F se mide en lux y el área A en m², la iluminación E se mide en lúmenes por m² lux (Piñeda & Montes, 2013, pp. 49-71).

La luz permite que las personas recibamos gran parte de la información que nos relaciona con el entorno exterior a través de la vista, por lo que el proceso de ver se convierte en fundamental para la actividad humana y queda unido a la necesidad de disponer de una buena iluminación. Por extensión, en el ámbito laboral es indispensable la existencia de una iluminación correcta

que permita ver sin dificultades las tareas que se realizan en el propio puesto de trabajo o en otros lugares de la empresa (almacén, garaje, laboratorio, despachos, etcétera), así como transitar sin peligro por las zonas de paso, las vías de circulación, las escaleras o los pasillos.

2.2.1. Medición. Para la medida de los niveles de iluminación se debe emplear un luxómetro con las siguientes características:

1. Equipado con una célula fotosensible con corrección de coseno. Esto es necesario para evitar los errores debidos al ángulo de incidencia de la luz sobre dicha célula.
2. Corregido en su respuesta espectral con arreglo al llamado "observador de referencia CIE [v (lt)]".

El luxómetro debe ser objeto de calibraciones periódicas y los correspondientes registros deben ser consultados por el técnico encargado de realizar las mediciones.

2.2.2. Factores que influyen en los efectos de la exposición. Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de alteraciones de agudeza visual o cansancio visual:

- Edad: Hay que tener en cuenta que el nivel de agudeza visual se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.
- Nivel de Iluminancia: Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de Iluminancia y las alteraciones de agudeza visual, la carencia o excesiva presencia de Iluminación se puede ocasionar deficiencias visuales.
- Susceptibilidad Individual: Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.
- Tiempo de Exposición: Se considera desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición, y por otra parte, la edad

laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de Iluminación determinado.

- Tipo de Iluminación: Influye en cuanto a sus características, siendo de tipo Natural y/o Artificial. Conociéndose que la luz natural produce un menor cansancio visual y una apreciación de los colores en su valor exacto.

Aunque el hecho de ser variable requiere que sea complementada con luz artificial. La determinación de los sistemas de Iluminación, es quizá uno de los aspectos que está más ligado a la arquitectura industrial, siendo por esto uno de los factores más difícilmente modificables o adaptables.

2.2.3. Efectos de la mala iluminación en la salud de las personas. Es evidente que una iluminación deficiente puede aumentar la posibilidad de que las personas cometan errores trabajando y de que se produzcan accidentes. Del mismo modo, una mala iluminación puede provocar la aparición de fatiga visual, con los pertinentes perjuicios que esto representa para la salud de las personas: problemas en los ojos (sequedad, picor o escozor) dolor de cabeza, cansancio, irritabilidad, mal humor, etc. En consecuencia, un análisis ergonómico y de seguridad de un lugar de trabajo siempre debe tener en cuenta que el nivel de iluminación sea el idóneo: “la iluminación correcta es la que permite distinguir las formas, los colores, los objetos en movimientos y apreciar los relieves, y que todo ello, además, se haga fácilmente y sin fatiga, es decir, que asegure el confort visual permanentemente.

Aunque la Iluminación tiende a crear un ambiente de confort en el interior de los locales, la luz como agente físico puede originar molestias, tales como, fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes de todo tipo. El trabajo con poca luz daña la vista, al igual que los cambios bruscos de luz pueden ser peligrosos, ya que pueden cegar temporalmente. A

continuación, en la Tabla 4, se muestra los tipos de iluminación inadecuada, con sus respectivos efectos:

Tabla 4.

Efectos atribuidos a la inadecuada iluminación.

Iluminación	Tipo	Efectos
Inadecuada		
Deslumbramiento directo	Luminancia proveniente directamente de una ventana o luminaria	Disconfort y fatiga visual como consecuencia del continuo ajuste y reajuste de las pupilas a dos niveles de iluminación muy diferente.
Deslumbramiento Reflejado	Luz reflejada por superficies brillantes	Esfuerzo visual y fatiga.
Luminancia de Velo	Reflejo producido por una luminaria que oscurece parcial o totalmente detalles	Puede oscurecer partes de un texto o velar imágenes fotográficas dificultando su visión
Sombras Duras y Alto Contraste	Diferencia significativa entre la iluminancia del objeto y su entorno inmediato	Disconfort visual, la vista se cansa más rápidamente que en ambientes en los cuales las sombras son difusas y las iluminancias más uniformes.

Nota: (Laszlo, 2002, p. 46)

Las lesiones más corrientes son las oculares: irritación de ojos, cansancio o fatiga visual, la cual se considera como una alteración funcional debida a demandas sobre los músculos oculares y de la retina, a fin de obtener una focalización fija de la imagen sobre la retina. Las causas pueden ser por estrés y cansancio, que al sumar a los aspectos del ambiente físico, incrementa la fatiga visual (Piñeda & Montes, 2013, pp 49-71).

Otros efectos a considerar son: pérdidas de agudeza visual, fatiga ocular, el rendimiento visual, fatiga muscular.

Al utilizar lámparas fluorescentes, se producen efectos estroboscópicos y de centelleo, generando incomodidad en la persona y creando así un riesgo potencial.

2.2.4. Valores límites permisibles. En la Tabla 5, se encuentran los niveles de iluminación o luminancia exigidos por el RETILAP.

Tabla 5.

Intervalos de iluminancia para diferentes áreas, tareas o actividades.

Niveles de iluminación de referencia				
Tipo de recinto o actividad	UGR _L	Niveles de iluminancia		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Almacenes, bodegas	25	100	150	200
Oficinas de tipo general y computación	19	300	500	750
Salas de conferencia	19	300	500	750
Plantas que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Talleres, actividades de reparación	19	300	500	750
Procesos automáticos	--	50	100	150

Nota: RETILAP (Numeral 410.1)

- Color de las fuentes

Las calidades del color de la luz blanca de una lámpara se caracterizan por 2 atributos:

- a) La apariencia del color

- b) Las posibilidades de exactitud del color, las cuales afectan la apariencia del color de los objetos iluminados por la lámpara.

Apariencia del color.

La “apariencia del color” de una lámpara hace referencia al color aparente (cromaticidad) de la luz que emite. Se puede describir mediante la temperatura de color asociada.

Las lámparas empleadas normalmente para la iluminación interior se pueden dividir en 3 grupos de acuerdo con la temperatura de color asociada (Ver Tabla 6)

Tabla 6.

Grupos de apariencia de color de las lámparas.

Grupo de apariencia de color*	Apariencia de color	Temperatura asociada al color K
1	Amarillo	Menos de 3300
2	Intermedio	De 3300 a 5300
3	Gris pálido	Más de 5300

* Grupo 1: apropiado para áreas de tipo residencial

Grupo 2: Utilizado de manera más amplia en recintos interiores de trabajo

Grupo 3: Solamente se debe emplear para altos niveles de iluminación, para tareas especiales (tales como el balance colorimétrico) ó en climas templados.

Nota: GTC 8.

2.3. Temperatura

El calor es uno de los contaminantes físicos ambientales que más pueden afectar el ambiente laboral y la salud del trabajador, especialmente en determinadas épocas del año. Cuando hace calor, trabajar puede resultar bastante incómodo o incluso agobiante, especialmente si no corre aire y si la humedad del ambiente es alta (Riojano, 2010, pp. 9).

El ser humano mantiene un equilibrio térmico a través de mecanismos reguladores internos que permiten conservar su temperatura basal (cuerpo) en 37 °C con pequeñas variaciones de 0,5 °C alrededor de este valor, según los individuos. Las alteraciones a esta temperatura provocan trastornos de tipo fisiológico que mientras no alcance límites superiores a 39 °C o inferiores a 34 °C, no implican trastornos graves a la salud de la persona.

La temperatura del cuerpo humano cambia periódicamente como resultado de las actividades físicas realizadas en el día, por esta razón las condiciones laborales deben ser las más confortables para la salud humana en los sitios de trabajo. En las zonas cerradas o semicerradas se generan unas condiciones climáticas que, aunque influidas por el clima externo, difieren normalmente de éste, formando un microclima en los ambientes laborales internos; dentro de las condiciones de trabajo, la temperatura es un factor determinante en el rendimiento de un trabajador, temperaturas muy altas o demasiado bajas repercuten en el operador de manera perjudicial, no solo para su labor sino también en su salud (Mondelo & Barrau, 1999, pp. 40-45).

2.3.1. Medición. Algunos equipos para la medición de temperatura son:

- Termómetro de Columna de mercurio, alcohol, etc., en un capilar de vidrio. Su propiedad termométrica es la longitud.
- Termómetro de Gas a volumen constante. Su propiedad termométrica es la presión.
- Termómetro de Gas a presión constante. Su propiedad termométrica es el volumen.
- Termómetro de resistencia. Resistencia eléctrica de un metal.
- Termistor. Resistencia eléctrica de un semiconductor.
- Par termoeléctrico. F.e.m. termoeléctrica.
- Pirómetro de radiación total. Ley de Stefan-Boltzmann.

- Pirómetro de radiación visible. Ley de Wien

Para este trabajo se utilizará el Termo-higro Anemómetro cuya función es medir la temperatura.

2.3.2. Intercambio térmico entre el hombre y el ambiente laboral. Para realizar un estudio ergonómico del ambiente térmico, es imprescindible analizar el intercambio térmico que se efectúa, básicamente, de cuatro maneras entre el hombre y el medio donde realiza sus actividades.

1. Por conducción: Este tipo de transmisión generalmente puede ser obviado debido a su poca influencia en relación con las restantes.

2. Por convección: Para su determinación se mide la temperatura seca y la velocidad del aire.

3. Por radiación: En este caso la propagación es electromagnética y, se calcula mediante la temperatura de globo.

4. Por evaporación del sudor: Si hay, por evaporación siempre se pierde calor. Cuando la temperatura radiante producida por un foco externo excede significativamente a la temperatura ambiente, las fuentes de calor deben ser apantalladas para reducir su efecto, pues la incomodidad y reduciendo la capacidad de trabajo.

2.3.3. Efectos en la salud. Los principales efectos de temperaturas altas en ambientes laborales sobre el organismo puede ocasionar diferentes cambios en el sistema energético, tales como la vasodilatación sanguínea, la cual produce un aumento del calor activando las glándulas sudoríparas, además del aumento de la circulación sanguínea periférica que puede llegar a 2,6 L/m². Por otro lado se requiere mayor esfuerzo para mantener la temperatura del cuerpo a su nivel normal, generando tensión térmica que ocasiona alteraciones patológicas consiguientes a la sobrecarga térmica, en donde se pueden evidenciar aumento de la frecuencia del pulso y de la temperatura corporal, igualmente calambres e incomodidad y dificultad al realizar diferentes actividades laborales (ISTAS, 2009, p. 187).

Los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, originados al trabajar en condiciones calurosas, se deben a que puede producirse una acumulación excesiva del calor en el cuerpo; este fenómeno se le denomina estrés térmico el cual es la carga de calor o presión que el trabajador recibe y acumula en su cuerpo resultante de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar de trabajo. A continuación, se muestra en la Tabla 7 las enfermedades más frecuentes relacionadas con el estrés térmico por calor y sus síntomas:

Tabla 7.

Enfermedades más frecuentes relacionadas con la exposición al calor.

Enfermedades relacionadas con el estrés térmico (calor)	Síntomas
Erupción Cutánea	Erupción roja desigual en la piel. Puede infectarse, picores intensos.
Calambres	Espasmos, dolores musculares en brazos, piernas, abdomen, etc., pueden aparecer durante el trabajo o después.

Tabla 7. [Continuación]

Sincope por calor	Desvanecimiento, visión borrosa, mareo, pulso débil.
Deshidratación	Sed, boca y mucosidades secas, fatiga, aturdimiento, taquicardia, piel seca acartonada, micciones menos frecuentes y de menor volumen, orina concentrada y oscura.
Agotamiento por calor	Debilidad y fatiga extremas, náuseas, malestar, mareos, taquicardia, dolor de cabeza, pérdida de conciencia pero sin obnubilación. Piel pálida, fría y mojada por el sudor.
Golpe de calor	Taquicardia, respiración rápida y débil, tensión arterial elevada o baja, disminución de la sudación, irritabilidad, confusión y desmayo. Alteraciones del sistema nervioso central. Piel caliente seca, con cese de sudoración. Peligro de muerte

Nota: ISTAS, 2009

Autores como Grandjean han correlacionado el rendimiento laboral con el aumento en la temperatura ambiente lo que muestra resultados no muy favorables para la realización de cualquier trabajo.

2.3.4. Valores límites permisibles. En la Tabla 8 se presentan los valores normativos propuestos por el método LEST, para las diferentes condiciones de temperatura aceptables en un ambiente laboral:

Tabla 8.

Valores normativos propuestos por el Método LEST.

TIPO DE TRABAJO EJECUTADO	TEMPERATURA OPTIMA (°C)	GRADO DE HUMEDAD (%)	VELOCIDAD DEL AIRE (fpm)
Trabajo intelectual o Trabajo físico ligero en Posición sentado	18 a 24	40 a 70	19.7
Trabajo medio en	17 a 22	40 a 70	19,68 a 39,36

Tabla 8. [Continuación]

Posición de pie			
Trabajo duro	15 a 22	20 a 65	78,72 a 98
Trabajo muy duro	12 a 18	20 a 60	196,8 a 295

Por otro lado, Bryan Steven Bedoya Suárez (Bedoya, 2011, p.13) desarrolló un proyecto sobre “evaluación de los factores de riesgo físicos ruido, estrés térmico e iluminación en los concesionarios de una plaza de mercado de la ciudad de Cali”, en cuya investigación se realizó un estudio de los factores de riesgo en la plaza de mercado Alameda, con el propósito de conocer a que factores se encuentran, con que intensidad están expuestos los trabajadores y buscar posibles mejoras. Los resultados mostraron que no se encontraron amenazas de riesgo que afecten a los trabajadores y propietarios de los concesionarios de la galería Alameda, además de que ASOALAMEDA no cuenta con programas de vigilancia epidemiológico para el control auditivo, estrés térmico e iluminación.

A su vez, Aldo Piñeda Geraldo y Guillermo Montes Paniza (Piñeda y Montes, 2014, pp.49-71) en su trabajo “Ergonomía ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos”, realizó una revisión una revisión de referencias sobre los aspectos más sobresalientes de la iluminación y el confort térmico en trabajadores de oficinas, que laboran con pantallas de visualización de datos. El objetivo fue conocer los criterios, las normas de niveles de iluminación y confort térmico. El estudio fue analítico, ya que se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Bireme, Lilacs, Scielo y normas del Ministerio de Salud, Icontec e ISO con énfasis en la iluminación y el confort térmico. Sin embargo, los niveles de iluminación y el confort térmico para oficinas deben ser evaluados para cada tipo de tarea y tomar como referentes las normas nacionales e internacionales.

La investigación de Tatiana Lozano Ramírez y Ricardo Montero Martínez (Lozano y Montero, 2015, pp. 59-71) que tuvo como objetivo la descripción de los riesgos ocupacionales más comunes a los que están sometidos los trabajadores de las peluquerías y, en general, centros de belleza (conocidos como estéticas), los cuales fueron clasificados en dos grandes grupos: por una parte, como físicos y ambientales, los cuales incluyen la iluminación, ruido, ambiente térmico, contaminantes químicos y biológicos, así como la calidad del aire; y, por otra parte, aquellos relacionados con las condiciones de trabajo, que incluyen la carga de trabajo, las posturas forzadas mantenidas por mucho tiempo y los movimientos repetitivos. En ambos grupos de riesgos hay capacidades potenciales de producir enfermedades y accidentes de diversos tipos. El estudio, entonces, trata de relacionar un conjunto de actuaciones preventivas básicas obtenidas tanto de la legislación vigente en Colombia, como de recomendaciones de buenas prácticas que se identifican en la literatura que existe sobre el tema en cuestión y que pueden ayudar en gran medida a evitar los accidentes y las enfermedades profesionales de las personas que trabajan en estos sitios.

María Riera y Blanca Giménez (Riera y Giménez, 2015, pp. 105-127) realizaron el estudio de “Control de riesgos físicos en una empresa productora de tuberías”, la cual se realizó con el propósito de controlar los agentes de riesgos físicos: ruido, calor e iluminación, en una empresa productora de tuberías plásticas ubicada en la ciudad de Barquisimeto estado Lara, Venezuela. Los datos se obtuvieron a partir de observaciones, entrevistas no estructuradas y semiestructuradas, además de estudios de ruido, calor e iluminación; siguiendo las metodologías descritas en las Normas Venezolanas COVENIN 1565:1995, 2254:1995 y 2249:1993 respectivamente. Se determinó, que la mayoría de los trabajadores están expuestos a riesgos físicos dado que en algunas áreas, el ruido supera los 85 dB(A), las temperaturas de TGBH

exceden los 26,7°C y la iluminación está por debajo de los 300 lux; evidenciando incumplimiento en concordancia con la normativa vigente. Por esta razón se propuso, el encapsulamiento de aquellos puntos con mayor generación de ruido, la instalación de extractores para el control del calor en conjunto con el aislamiento térmico en el techo, y por último se determinó la necesidad de instalar 168 lámparas de sodio de alta presión tanto en el galpón G1 como en el G2, a una distancia entre sí de 5 y 6 metros respectivamente.

Por último la investigación “Evaluación de los Factores Ergoambientales en una Institución de Educación Infantil” realizada por María Teresa Escobedo Portillo y otros (Escobedo, et al, 2014, pp. 121-1128), en el cual realizaron un estudio exploratorio, descriptivo, cuantitativo y de observación directa en el que se evalúan los factores ergoambientales tales como iluminación, ruido y temperatura, al igual que el entorno físico dado por el mobiliario, áreas internas y externas, en las instalaciones de una institución de educación infantil. Se utilizó equipo de medición como el luxómetro EXTECH, sonómetro Quest modelo 1100 tipo 1, termómetro ambiental QUESTemp 34 y un flexómetro Tajima G-Lock de 10 metros. Se analizó los criterios de las Normas Oficiales Mexicanas y del Instituto Nacional de la Infraestructura Física y Educativa comparándolos con los resultados. Se encontró que la iluminación en las aulas incumple con los parámetros de la norma. La temperatura se detectó normal y el nivel de ruido es crítico en ciertas horas de la mañana. Se recomendó realizar el estudio en épocas de frío y calor extremo respectivamente para determinar si los parámetros son los correctos. Cambiar el tipo de iluminación y mobiliario en los salones de clases y taller de juegos, así como establecer programas preventivos de mantenimiento para disminuir el ruido.

3. Generalidades del proyecto

3.1. Identificación de la empresa

A continuación se presentan las características de la empresa Vasdeco S.A.S (ver Tabla 9).

Tabla 9.

Características de la empresa.

NOMBRE DE LA EMPRESA	Vasdeco S.A.S
NIT	900458288-5
Número de empleados	65
Número de empleados involucrados en el proyecto	34
Áreas de trabajo enfocadas en el proyecto	Triturado, Laminado, Termoformado, Empaque, pasillos y bodega

a) Información general:

Razón social: VASDECO S.A.S

Dirección: Carrera 16 no. 6-35 barrio Comuneros, Bucaramanga.

Misión: Vasdeco es una empresa de producción que, con sentido social contribuye a la productividad, ofreciendo productos con altos niveles de calidad, sin gran impacto ambiental a fin de lograr una diferenciación respecto a los productos existentes en el mercado, considerando las necesidades del cliente y garantizando un desarrollo sostenible.

Visión: Para el 2020 VASDECO será una empresa líder, posicionándose en el mercado por su calidad, con un nuevo establecimiento ubicado en una zona de trabajo laboral 24 horas, aumentando su volumen de producción, su maquinaria y variedad de productos y referencias como son 7 y 5,5 onzas.

b) Portafolio de Productos:

Vasdeco ofrece vasos plásticos en 3 referencias diferentes 3,0; 3,1; 3,3 (onzas), fabricados a base de poliestireno. Su producto principal en la referencia 3.1 (Ver Figura 3).



Figura 3. Producto principal de la empresa referencia 3,1 (producto de mayor venta). Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

c) Descripción del proceso Productivo:

Tipo de sistema productivo: se maneja un sistema productivo continuo, ya que se producen sin pausa alguna y además son procesos que realizan un solo producto totalmente estandarizado, así (ver Figura 4: Diagrama de operaciones de la empresa Vasdeco S.A.S):

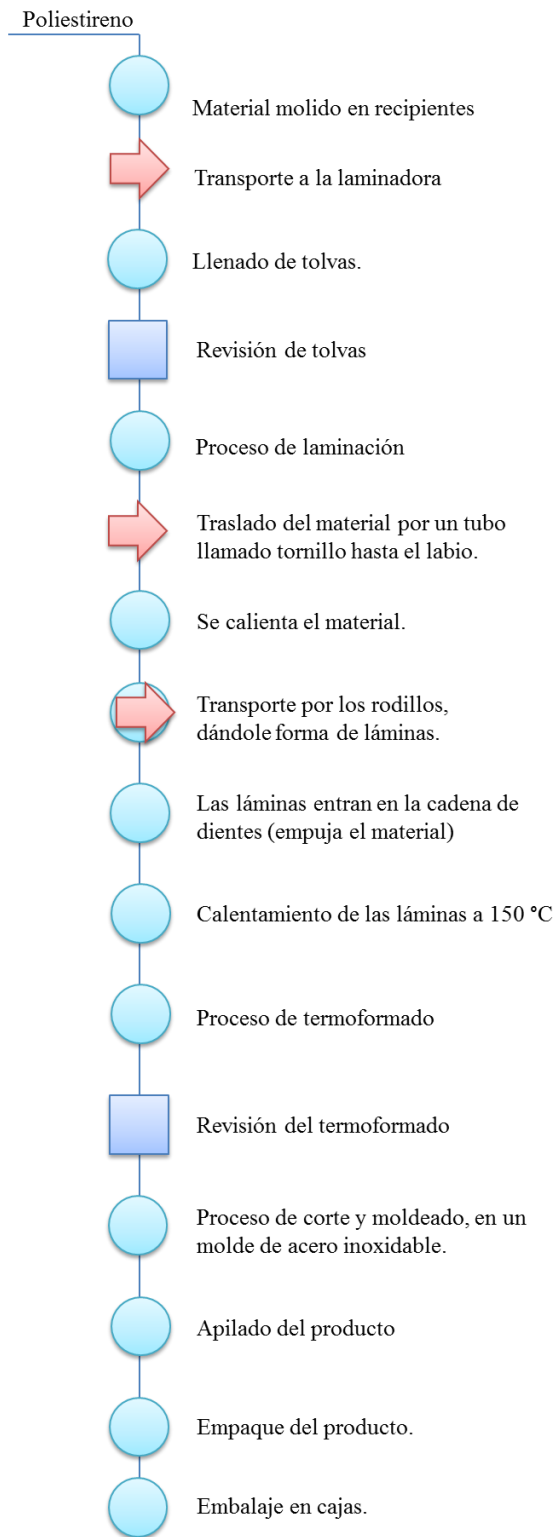


Figura 4. Diagrama de operaciones de la empresa Vasdeco S.A.S. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

En la Figura 4 se observa el proceso productivo de la empresa Vasdeco, donde se encuentran máquinas principales de trabajo; en los molinos se localiza el riesgo por altos niveles de ruido; en las laminadoras y termoformadoras se ubica el riesgo por altas temperaturas.

Etapas del proceso productivo:

- Triturado: en esta etapa se muele la materia prima (poliestireno), para luego ser transportada a la sección de laminado (Ver Figura 5).



Figura 5. Trituradora del poliestireno (materia prima del producto). Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

- Laminado: la materia prima se almacena en una tolva y luego se alimenta una larga cámara de calefacción, a través de la cual se mueve el material por acción de un tornillo sin fin, al final de la cámara el plástico fundido es forzado a salir en forma continua y a

presión, al final se produce una película (láminas) para que puedan ser llevadas a termoformación (Ver Figura 6 y7)



Figura 6. Laminadora en funcionamiento. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.



Figura 7. Máquina termoformadora. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

- Termoformado: las láminas terminadas son transportadas al área de termoformado, donde a con aire a presión , se obliga a la hoja a cubrir la cavidad interior del molde y adoptar su configuración; así se fabrica el vaso dependiendo de las especificaciones del producto terminado, de allí sale para zona de empaque (Figura 8).



Figura 8. Zona de la termoformadora. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

- **Empaque:** el producto terminado (vasos plásticos), se dirige a la zona de empaque donde finalmente son preparados los pedidos para su respectiva venta. En la Figura 9, se presenta el producto final en empaque listo para la venta.



Figura 9. Producto final. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

d) Mercados al que vende: A continuación, se presentan los principales clientes de la empresa Vasdeco S.A.S (Ver Tabla 10).

Tabla 10.

Cientes principales.

Cientes Principales
Plastiempaques
Districobol
Plásticos Durán

Nota: Gerencia Vasdeco S.A.S

e) Canales de Distribución: En la Figura 10, se presentan los canales de distribución de la empresa. Se estableció que el producto tiene dos maneras de llegar al cliente final, una de ellas, es a través de un minorista y la otra el producto llega directamente desde la fábrica.



Figura 10. Canales de distribución de Vasdeco S.A.S. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

F) Estructura organizacional: Vasdeco S.A.S cuenta con un equipo de sesenta y cinco (65) trabajadores, quienes prestan sus servicios de lunes a sábado en una jornada diurna distribuida de la siguiente manera:

Lunes a Viernes 7:00 am a 12:00 M y 1:00 pm a 7:00 pm.

Sábado 7:00 am a 12:000 M.

En el Apéndice 1 se presenta el organigrama con la distribución de los cargos de la empresa Vasdeco S.A.S.

G) Mapa de procesos

Con el fin de conocer la empresa analizada se usa el mapa de procesos para obtener una visión completa y parcial de la misma (Ver Figura 11).

Procesos estratégicos: La estrategia de la empresa está designada a la parte directiva, los cuales se encargan de establecer dichos procesos con el fin de generar valor a sus clientes.

Procesos misionales: Son procesos relacionados directamente con la actividad principal de la empresa, su objeto social, los recursos de la empresa están principalmente dirigidos acá, ya que estos son el músculo financiero de la entidad.

Procesos de apoyo: Son procesos de soporte a los anteriores procesos mencionados, la integridad de estos da como resultado la consolidación de la compañía.

Procesos de evaluación: En el subsector de los polímeros del sector productor, la innovación juega un papel fundamental a la hora de obtener desarrollo en la organización, por ello la empresa está enfocada estrictamente en innovar y aplicar la mejora continua con el fin de

alcanzar sus metas propuestas, para conseguir finalmente una satisfacción del cliente por el producto adquirido.

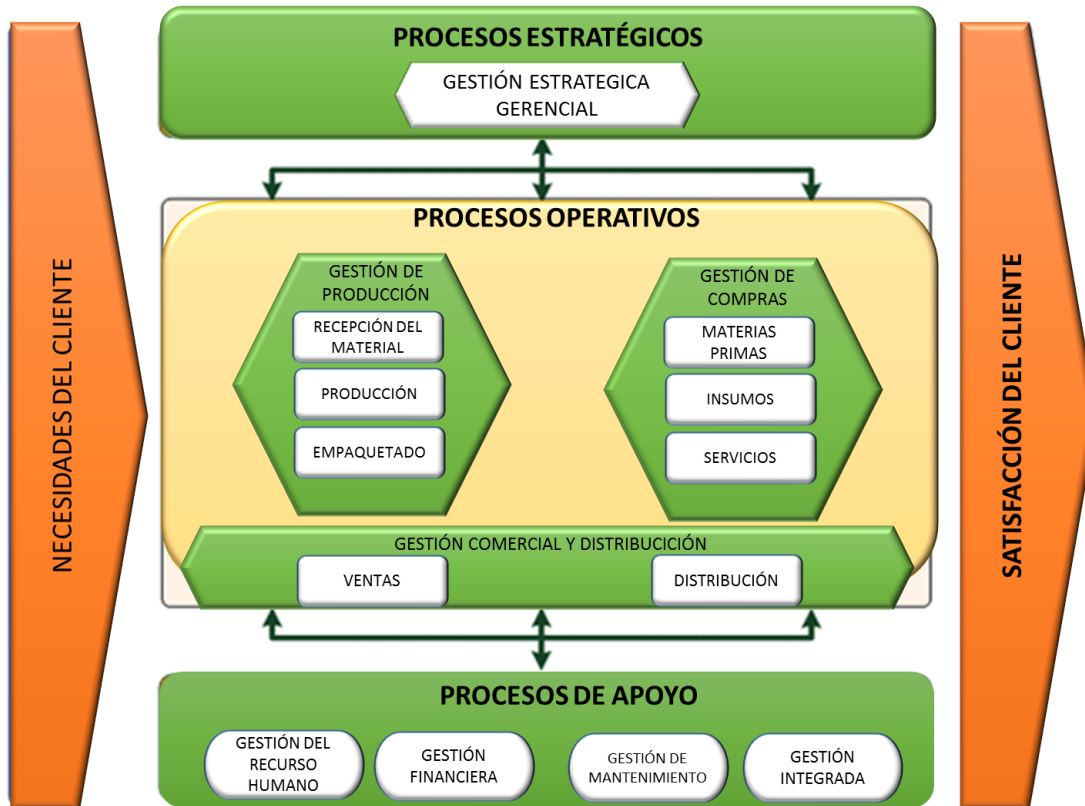


Figura 11. Mapa de procesos de Vasdeco S.A.S. Nota: Tomada de la empresa Vasdeco S.A.S.

3.2. Información económica

En los meses de Marzo, Abril y Mayo, del año 2016, las ventas de la empresa Vasdeco S.A.S, reportaron un aumento como se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11.

Ventas en los meses de Marzo, Abril y Mayo.

2016			
Meses	Marzo	Abril	Mayo
Ventas en millones de pesos	65.546.200	72.698.100	74.437.350

Nota: Empresa Vasdeco S.A.S.

Vasdeco S.A.S es una empresa dedicada al sector productor cuyo objeto social es la elaboración de vasos plásticos. Para este proceso trabaja con 3 tipos de máquinas diferentes las cuales por su característica de fábrica poseen altos niveles de ruido, especialmente el molino; una de estas máquinas es la laminadora, la cual mientras trabaja produce altas temperaturas las cuales exponen considerablemente a los trabajadores de esta zona (producción). (ver Apéndice 2).

El sitio donde laboran los empleados es de baja iluminación lo cual afecta el ritmo de trabajo de éstos, debido a que produce cansancio visual y esto a su vez cansancio físico. Por ende, se hace justificado el desarrollo de este proyecto el cual se enfoca en valorar 3 riesgos dominantes en la empresa los cuales son ruido, baja iluminación y altas temperaturas.

3.3. Análisis del problema

En Colombia son muchos los accidentes presentados por falta de conocimiento e implementación de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo, el Ministerio de Trabajo nos muestra cifras importantes a considerar (ver Tabla 12).

Tabla 12.

Accidentes y enfermedades laborales de los trabajadores colombianos desde el año 2011 hasta el 2014.

Concepto	2011	2012	2013	2014
Trabajadores Afiliados				
Trabajadores Afiliados Dependientes	7.290.834	8.099.033	7.984.738	8.516.133
Trabajadores Afiliados Independientes	207.584	331.687	311.347	426.957
Total Afiliados	7.498.418	8.430.720	8.296.086	8.943.090
Empresas Afiliadas				
Empresas Afiliadas	491.080	557.374	608.309	595.021
Accidentes De Trabajo				
Presuntos accidentes laborales	597.228	613.549	639.747	734.934
Accidentes sucedidos y calificados laborales	543.289	609.881	526.349	691.136
Tasa de accidente calificado laboral (por 100.000 afiliados)	7,25	7,23	6,34	7,73
Enfermedades Laborales				
Presuntas enfermedades laborales reportadas	14.739	15.375	20.975	18.138
Enfermedades calificadas como laborales	8.359	9.524	10.024	10.361
Tasa de enfermedad calificada (por 100.000 afiliados)	111,48	112,97	120,83	115,85
Muertes				
Muertes reportadas como Accidente Laboral	861	855	932	873
Muertes reportadas como Enfermedad Laboral	1	2	52	19
Total presuntas muertes reportadas	862	857	984	892
Muertes sucedidas y calificadas por Accidente Laboral	375	528	741	540
Muertes sucedidas y calificadas por	1	2	2	5

Tabla 12. [Continuación]

Enfermedad Laboral				
Total muertes sucedidas y calificadas	376	530	743	545
Tasa de muertes calificadas como laboral (por 100.000)	6,01	6,29	8,96	6,09
Porcentaje de calificación del número de muertes reportadas	44%	62%	76%	61%
Inválidos				
Nuevas pensiones de invalidez pagadas por AT	336	439	210	373
Nuevas pensiones de invalidez pagadas por EL	25	63	34	45
Total Nuevas Pensiones de Invalidez pagadas	361	502	244	418
Incapacidades Permanentes Parciales				
Incapacidades Permanentes Pagadas por AT	7.768	9.703	8.580	10.451
Incapacidades Permanentes Pagadas por El	2.270	2.986	2.751	3.533
Total Incapacidades Permanentes Pagadas	10.038	12.689	11.331	13.984

Nota: Ministerio de Trabajo.

Por ello, son muchos los sectores económicos que se han afiliado al sistema de seguridad y salud en el trabajo. De las cuales, la actividad a la que pertenece Vasdeco S.A.S es a Industria manufacturera. A continuación, se presentan las cifras de afiliados del año 2014 (ver Tabla 13).

Tabla 13.

Cifras de afiliados según sector económico año 2014.

Sector Económico	Número de Afiliados	Tasa de enfermedades por 100.000 afiliados	Tasa de mortalidad por 100.000 afiliados
------------------	---------------------------	--	---

Tabla 13. [Continuación]

		Presuntas	Calificadas	Reportadas	Calificadas
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	321.790	513,3	385,03	13,36	10,26
Minas y canteras	167.775	360,60	216,96	55,43	37,55
Industria	1.044.226	465,61	295,24	7,95	5,17
Manufacturera					
Eléctrico, gas y agua	32.053	240,22	174,71	18,72	6,24
Hoteles y Restaurantes	192.102	282,66	149,40	7,81	1,04
Pesca	3.620	165,77	193,40	-	-
Comercio	1.025.980	128,07	77,97	8,67	6,63
Construcción	956.714	88,64	31,04	16,20	9,20
Servicios sociales y de salud	496.755	297,73	126,02	2,62	1,21
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	643.004	153,50	69,36	17,42	12,13
Administración Pública y Defensa	486.171	219,68	125,06	6,99	2,47
Inmobiliario	2.240.471	135,51	82,39	7,23	4,64
Órganos Extraterritoriales	931	107,46	107,46	-	-
Servicios comunitarios, sociales y personales	483.820	129,39	65,31	11,37	5,17
Financiero	292.654	195,79	50,91	8,20	1,03
Educación	458.737	87,20	46,87	1,31	1,09
Servicio Doméstico	96.287	63,35	21,81	2,08	2,08
TOTAL	8.943.088	202,82	115,85	9,97	6,09

Nota: Ministerio de Trabajo.

En Vasdeco el problema principal es la falta de valoración de los riesgos dominantes en ella, los cuales son ruido, baja iluminación y altas temperaturas, por ello se realiza un análisis preliminar del problema, identificando algunas de sus causas (ver Figura 12)

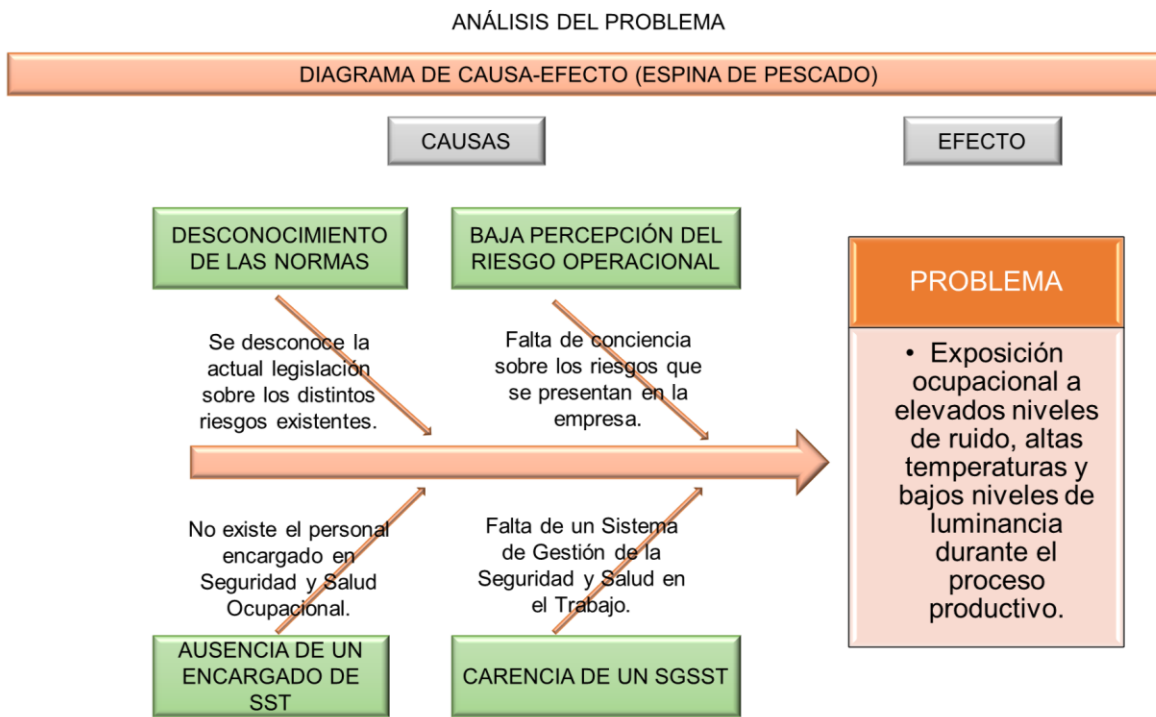


Figura 12. Diagrama de causa-efecto. Nota: Elaboración propia.

En la visita realizada a Vasdeco S.A.S, se tomaron medidas de ruido, iluminación y temperatura gracias a los instrumentos: dosímetro¹, luxómetro² y termohigroanemómetro³ respectivamente, se compararon los datos obtenidos con los rangos permisibles según la Resolución 8321 de 1983 (Ruido), el Método LEST (Temperatura), y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP de la república de Colombia (Iluminación),

¹ Ficha técnica. Dosímetro. <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-ruido/sonometro-con-logger-de-datos-sl-322.htm>

² Ficha técnica. Luxómetro. <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/luxometro-tfc-172.htm>

³ Ficha técnica. Termohigroanemómetro. <https://www.interempresas.net/Medicion/FeriaVirtual/Producto-Termo-higro-anemometro-Kimo-VT-210-147408.html>

teniendo en cuenta que el valor permisible de ruido es único, los valores de la iluminación son un rango de acuerdo a la zona teniendo en cuenta el menor valor, ya que el análisis del riesgo es por baja iluminación, y en el caso de la temperatura se toma el mayor valor, puesto que el riesgo es por altas temperaturas. Se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Figura 13 y Tabla 14-16).

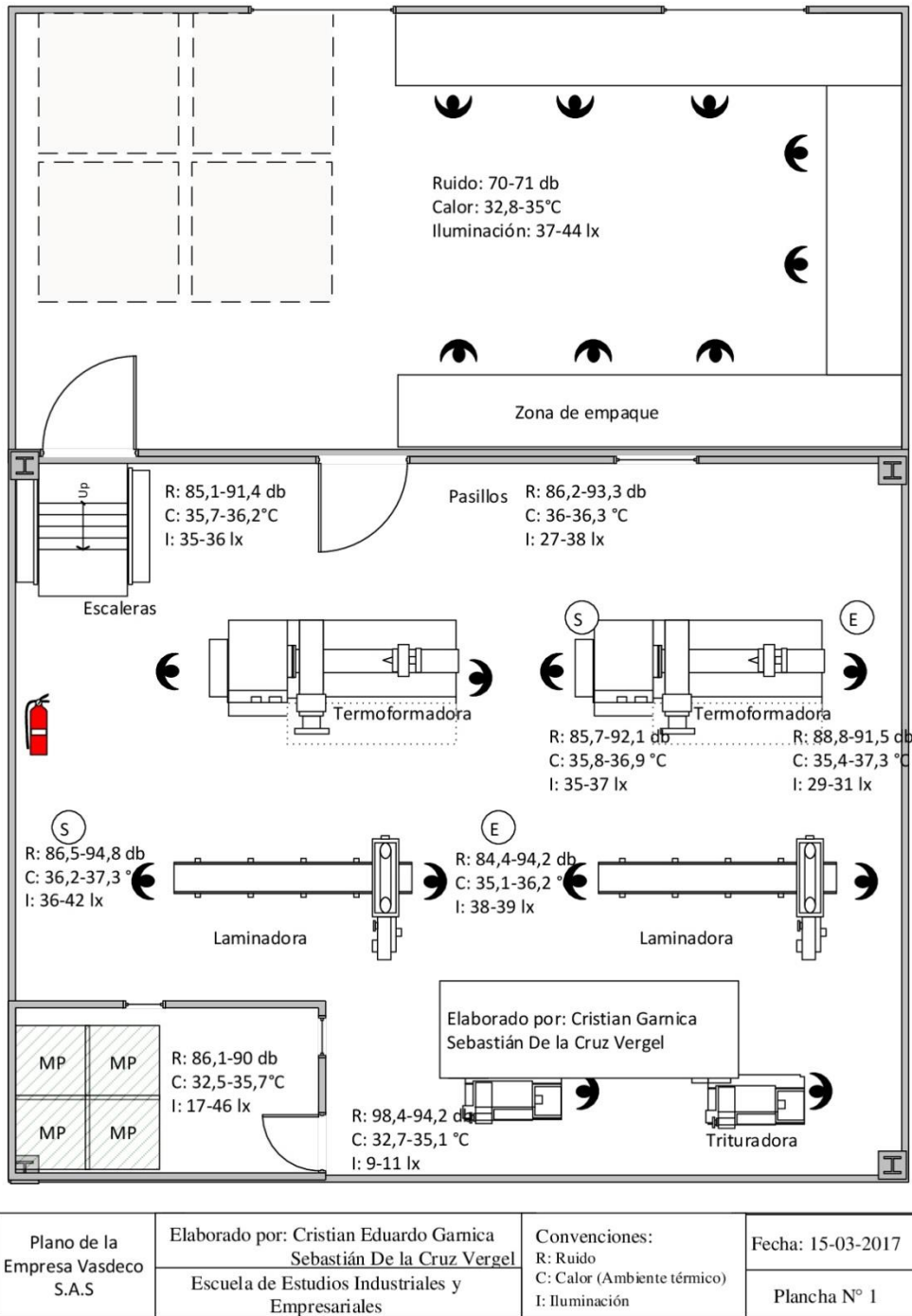


Figura 13. Plano con los valores mínimos y máximos de los factores de riesgo. Nota: Elaboración propia, Visio 2013.

Tabla 14.

Comparación de los valores mínimos y máximos del ruido con los límites máximos permisibles según la Resolución 1792 de 1990.

Rango permisible : 85 db		
Área	Valor mínimo observado	Valor máximo observado
Bodega de MP	86,1 db	90 db
Triturado	98,1 db	100 db
Laminado (entrada)	84,4 db	94,2 db
Laminado (salida)	86,5 db	94,8 db
Termoformado (entrada)	88,8 db	91,5 db
Termoformado (salida)	85,7 db	92,1 db
Pasillos	86,2 db	93,3 db
Escaleras	85,1 db	91,4 db
Zona de empaque	71,6 db	75,5 db
Almacén	70,1db	71 db

Tabla 15.

Comparación de los valores mínimos y máximos de la temperatura con los límites máximos permisibles según el Método LEST.

Área	Rango permisible: de 23 a 27°C		Rango permisible de velocidad del viento (rpm): 0,5 m/s		Rango permisible de humedad: 30 y 70%	
	Valor mínimo observado	Valor máximo observado	Valor mínimo observado	Valor máximo observado	Valor mínimo observad o	Valor máximo observado
Bodega de MP	32,5 °C	35,7 °C	0	0	46,2	49,2
Triturado	32,7 °C	35,1 °C	0	190	48	49,5
Laminado (entrada)	35,1 °C	36,2 °C	0	95	44	51,3
Laminado (salida)	36,2	37,3	0	0	38,6	49,2
Termoformado (entrada)	35,4 °C	37,3 °C	0	0	34,6	49,2
Termoformado (salida)	35,8 °C	36,9 °C	0	0	34,8	42,2
Pasillos	36,0 °C	36,3 °C	0	0	34,5	41,1
Escaleras	35,7 °C	36,2 °C	0	0	35,3	41,3
Zona de empaques	35,1 °C	35,8 °C	0	235	36,3	43,5
Almacén	32,8 °C	35 °C	0	310	36,4	43,6

Tabla 16.

Comparación de los valores mínimos y máximos de la iluminación con los límites máximos permisibles según el RETILAP.

Área	Valor mínimo observado	Valor máximo observado	Rango permisible
Bodega de MP	17 lx	46 lx	100-200 lx
Triturado	9 lx	11 lx	300-750 lx
Laminado (entrada)	38 lx	39 lx	300-750 lx
Laminado (salida)	36 lx	42 lx	300-750 lx
Termoformado (entrada)	29 lx	31 lx	300-750 lx
Termoformado (salida)	35 lx	37 lx	300-750 lx
Pasillos	27 lx	38 lx	50-150 lx
Escaleras	35 lx	36 lx	50-150 lx
Zona de empaque	118 lx	190 lx	100-200 lx
Almacén	37 lx	44 lx	100-200 lx

Luego de comparar los resultados se analiza el tipo de riesgo obtenido por área, en donde se puede observar que en casi todas las zonas de la empresa no cumplen con los rangos permisibles de ruido, iluminación y temperatura establecidos por las normas (ver Tabla 17)

Tabla 17.

Resumen grado de riesgo encontrados por áreas.

Área	Ruido	Iluminación	Temperatura
Triturado	Alto	Alto	Alto
Laminado (Entrada)	Alto	Alto	Alto

Tabla 17. [Continuación]

Laminado (Salida)	Alto	Alto	Alto
Termoformado (Entrada)	Alto	Alto	Alto
Termoformado (Salida)	Alto	Alto	Alto
Empaque	Adecuado	Adecuada	Alto
Pasillos	Alto	Alto	Alto
Bodega de materia prima	Alto	Alto	Alto

Luego se analizan conjuntamente las causas de dichos riesgos, clasificándolas por áreas (ver Tablas 18-25)

Tabla 18.

Causas del riesgo en el área de trabajo de la bodega.

Tipo de riesgo	Causas
Físico: ruido = Adecuado	Se presenta adecuado en esta área
Físico: iluminación = Alto	Bombilla no adecuada, ubicación de la bombilla no apta Ausencia de luces correspondientes al área Color de la pared opaco
Físico: temperatura = Adecuada	En esa zona la concentración de calor no es riesgosa.

Tabla 19.

Causas del riesgo en el área de trabajo del triturado.

Tipo de Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • La Máquina es antigua • No se realiza el mantenimiento requerido

Tabla 19. [Continuación]

	<ul style="list-style-type: none"> • El operario carece de equipo de protección personal (EPP) adecuado • No se usa el EPP constantemente
Físico: Iluminación = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • El puesto de trabajo no cuenta con iluminación requerida • La iluminación otorgada es artificial y queda a 5 metros aproximadamente de altura a la zona del operario • La lámpara identificada es ahorradora led, de buena luminancia pero de ubicación alejada de los sitios requeridos.
Físico: temperatura = alto	<ul style="list-style-type: none"> • Los molinos se encuentran cerca de las laminadoras lo cual proporciona calor constante • Los operarios no cuentan con la ropa de trabajo requerida para soportar dichas condiciones • La planta no tiene los suficientes sistemas de refrigeración para atacar el problema presentado

Tabla 20.

Causas del riesgo en el área de trabajo del laminado (entrada).

Tipo De Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Medio	<ul style="list-style-type: none"> • El operario se encuentra cerca de los molinos, los cuales presentan altos niveles de ruido • Las laminadoras muestran valores de ruido adecuados • No hay uso de EPP's correctos en esta zona • No hay mitigación de ruido en el ambiente

Tabla 20. [Continuación]

Físico: Iluminación = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • El lugar de trabajo no es iluminado correctamente • La iluminación observada se encuentra muy alejada • La ubicación de las lámparas no es la òptima
Físico: Temperatura= Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Las laminadoras naturalmente presentan grandes concentraciones de calor • El operario no posee ropa adecuada para esta labor • No existe tratamiento de mitigación de alta temperatura en esta zona

Tabla 21.

Causas del riesgo en el área de trabajo del laminado (salida).

Tipo de Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • La zona de salida se encuentra más alejada de los molinos, por tanto, el riesgo no se presenta alto • Las laminadoras no presentan niveles de ruido excesivos
Físico: Iluminación = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • El puesto de trabajo no cuenta con iluminación apta • La iluminación otorgada se encuentra alejada.
Físico: Temperatura = Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • La concentración de calor presentada en esta zona no es riesgosa para la salud del operario

Tabla 22.

Causas del riesgo en el área de trabajo del termoformado (entrada).

Tipo de Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta ruido debido a un compresor utilizado para el enfriamiento de las termoformadoras. • No existe EPP's para los operarios en esta zona
Físico: Iluminación = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • El puesto de trabajo no cuenta con iluminación requerida • La iluminación presentada en la planta se encuentra retirada de la zona adecuada
Físico: Temperatura = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Las termoformadoras presentan por defecto grandes concentraciones de calor • Los operarios no usan ropa de trabajo adecuada • No hay mitigación de calor en la zona

Tabla 23.

Causas del riesgo en el área de trabajo del termoformado (salida).

Tipo de Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • En la zona de salida de las termoformadoras se presentan niveles de ruido bajo por motivos de la salida de los vasos plásticos de sus respectivos moldes • Los operarios no cuentan con EPP's adecuados para las labores de esta zona

Tabla 23. [Continuación]

	<ul style="list-style-type: none"> • Las máquinas no cuentan con el mantenimiento continuo requerido para mitigar este riesgo • En el ambiente laboral no existe mitigación de este riesgo
Físico: Iluminación = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • El puesto de trabajo no cuenta con la iluminación adecuada • Las lámparas se encuentran retiradas de la zona de trabajo y su iluminancia no es la óptima • Los colores presentados en las paredes son opacos
Físico: Temperatura = Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • La concentración de calor en esta área no presenta riesgos para la salud de los operarios.

Tabla 24.

Causas del riesgo en el área de trabajo de los pasillos.

Tipo de Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Bajo	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentan niveles de ruido no excesivos en esta área, debido a que se encuentran considerablemente retirados de las máquinas • Los operarios que andan por esta zona no cuentan con sus EPP's adecuados
Físico: Iluminación = Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentan las mismas causas que en las áreas anteriores.
Físico: Temperatura = Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • La concentración de calor no es considerada de riesgo en esta zona

Tabla 25.

Causas del riesgo en el área de trabajo del empaque.

Tipo de Riesgo	Causas
Físico: Ruido = Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • La zona de empaque se encuentra alejada de las máquinas, por tanto, los niveles de ruido son normales
Físico: Iluminación = Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • La iluminación se encuentra a 1,5 metros de la zona de trabajo, por tanto, es adecuada para los operarios. • Se encuentra en la ubicación correcta • Esta zona también cuenta con iluminación natural
Físico: Temperatura = Adecuada	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra alejada de la zona de máquinas, por consiguiente, la temperatura es de condiciones normales.

4. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se ejecutaron cinco etapas, cuyas actividades y cumplimiento de los objetivos del proyecto, se describen a continuación.

4.1. Primera etapa: Revisión de literatura

En esta primera etapa se realizó una revisión de literatura en donde se investigaron definiciones, instrumentos de medida, causas y consecuencias de los riesgos dominantes (ruido, iluminación y

temperatura). Además se recopilaron diferentes investigaciones enfocadas en el estudio y medición de estos riesgos.

4.2. Segunda etapa: Diagnostico

En esta etapa, se realizó una visita a la empresa Vasdeco S.A.S. para verificar las condiciones y características de los procesos actuales, esto a través de una lista de chequeo (Apéndice 3), en la cual se tuvo en cuenta aspectos como: localización, misión, visión, portafolio de productos, proceso productivo, mercado, canales de distribución, información económica, entre otras. Además, se definió los riesgos a los que están expuestos los trabajadores del área productiva.

4.3. Tercera etapa: Valoración de los niveles de los riesgos dominantes

En esta etapa, se valoraron los niveles de ruido, iluminación y temperatura con el fin de determinar el grado de riesgo según la norma vigente. Para ello, fue necesario la utilización de equipos de medición (luxómetro para la medición de la luz precisa en Lux o candelas, dosímetro destinado a la medición de niveles de ruido y el Termo-higro Anemómetro cuya función es medir la temperatura). Posteriormente, se cuantifican los resultados para ser comparados con la normativa vigente y así establecer la existencia o no de riesgos ocupacionales en el área de la empresa propuesta.

4.4. Cuarta etapa: Propuesta técnica

Se diseñó una propuesta técnica para la empresa Vasdeco S.A.S con el objetivo de proponer medidas de control para mitigar los niveles de riesgos físicos de: ruido, iluminación y temperatura. Con esta propuesta se disminuirá la probabilidad de que se presenten accidentes de trabajo beneficiando a las personas que allí trabajan y a la empresa en general; para ello se tendrán en cuenta la normatividad propuesta en por la Resolución 1792 de 1990 (Ruido), el

Método LEST (temperatura) y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP de la república de Colombia.

4.5. Quinta etapa: Propuesta económica

Se realizó una propuesta económica para cada uno de los riesgos en estudio, teniendo en cuenta criterios como: tipo de material, proveedor, garantía, ubicación, entre otras. Al final cada una de ellas, se evalúan con base a estos criterios para determinar la opción más rentable y acorde a las necesidades propias de la empresa Vasdeco S.A.S.

4.6. Sexta etapa: Socialización

En esta última etapa, se concretó una cita con los directivos de la empresa Vasdeco S.A.S para la socialización de los resultados obtenidos del proyecto.

5. Ruido

A continuación, se presentan los cálculos realizados para el factor de riesgo de ruido. Al final se dará a conocer la propuesta de mejora teniendo en cuenta criterios de selección.

5.1. Valoración del ruido

En seguida, se presenta la medición registrada de ruido de las diferentes maquinas en el área de producción, realizada en cuatro jornadas de la semana (ver Tabla 26). De acuerdo a los datos, se puede observar que todas las zonas (exceptuando empaque y almacén), presentan niveles de ruido por encima de 85 decibeles según los valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido de la Resolución 1792 de 1990.

Tabla 26.

Medición registrada de ruido de las maquinas en el área de producción.

Zona	Medición Registrada (db)			
	1	2	3	4
Laminadora Entrada	84,4	93,7	94,2	86,9
Trituradora	99,5	98,1	100	0
Laminadora Salida	94,8	93	92,3	86,5
Compresor	90,2	89,7	91,1	87,4
Termoformadora Entrada	91	89,2	91,5	88,8
Termoformadora Salida	86,4	92,1	90,1	85,7
Empaque	75,5	72,2	71,6	72,7
Materia Prima	86,1	89,3	90	86,3
Almacén	71	70,1	70,6	71,3

Nota: Elaboración propia.

Cálculos para la medición del ruido.

- Nivel de presión sonora equivalente a la jornada laboral: (Promedio logarítmico)

$$avg = 10 * \log_{10} \left(\frac{10^{\frac{np1}{10}} + 10^{\frac{np2}{10}} + 10^{\frac{np3}{10}} \pm \dots + 10^{\frac{npi}{10}}}{numero\ de\ datos} \right) \tag{1}$$

- Nivel de presión sonora equivalente diario:

$$eqd = avg + \log_{10} \left(\frac{t\ de\ trabajo\ de\ máquina}{jornada\ laboral} \right) \tag{2}$$

- Tiempo máximo de exposición:

$$Tp = \frac{8}{2^{(NPS_i - 85/5)}} \tag{3}$$

- Grado de riesgo:

$$GR = \frac{Jornada\ laboral}{t\ max} \tag{4}$$

Si $GR > 2$ el riesgo se considera ALTO

Si $1 < GR < 2$ el riesgo se considera MEDIO

Si $GR < 1$ el riesgo se considera BAJO

Nota: Para la realización de estos cálculos se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Se tomaron solo las máquinas que emiten el ruido en la planta (trituradora y Termoformadora), el resto de zonas en la planta son receptoras del ruido.
- La termoformadora presenta dos zonas de riesgo de ruido (entrada y salida).
- La jornada laboral de la empresa son 9 horas.
- El tiempo de trabajo de la trituradora es de 4,5 horas aproximadamente.
- El tiempo de trabajo de la termoformadora es de 8 horas aproximadamente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las mediciones de ruido (Ver Tabla 27 y 28), en donde:

Tabla 27.

Grado de riesgo de las máquinas.

Máquina	Grado de riesgo	Nivel
Trituradora	5,35999244	Alto
Termoformadora entrada	2,17752153	Alto
Termoformadora salida	1,91843769	Medio

Tabla 28.

Grado de riesgo de la planta.

	Grado de riesgo
Planta	4,59524755

Según las tablas, la máquina de la termoformadora y la trituradora, presentan un alto grado de riesgo respecto al ruido, al igual que la planta.

Nivel de reducción de ruido

El personal de la empresa Vasdeco S.A.S de Bucaramanga utiliza doble protección auditiva la cual se relaciona a continuación:

Protector auditivo copa marca 3M de 25 db y protector auditivo de inserción anatómico.

Aplicando parámetros NIOSH referidos en la GATISO HNIR para determinar el nivel de reducción de ruido ofrecido por el EPP y por ende el nivel de ruido percibido por el trabajador, a continuación se presenta la Tabla 29 que registra los niveles de atenuación.

Tabla 29.

Niveles de reducción del ruido.

Área	NNR base	NRR percibido	Leq (diario)	Tmax	GR	Nivel
Trituradora	18,5	77,76	77,76	21,82	0,41	Bajo
Termoformadora	18,5	71,26	71,26	53,71	0,16	Bajo

Tabla 29. [Continuación]

entrada						
Termoformadora	18,5	70,35	70,35	60,96	0,14	Bajo
salida						
Laminadora	18,5	76,65	76,65	25,45	0,35	Bajo

NRR: Nivel de reducción de ruido ofrecido por el EPP

NR: Nivel de ruido percibido por el trabajador

Tmax: Tiempo máximo en horas que se debe exponer el trabajador con uso de EPP's.

GR: Grado de Riesgo

5.2. Propuesta técnica y económica para el ruido

Nueva implementación de protección auditiva en donde se cambiaran las dos protecciones actuales (inserción y copa), por un protector auditivo de copa con un NRR de 33 db.

En la Tabla 30, se muestran diferentes tipos de protectores auditivos de copa, que resuelven el problema auditivo en la empresa Vasdeco S.A.S, para ello se tuvo en cuenta varios criterios como: precio, crédito, garantía, experiencia y vida útil.

Tabla 30.

Propuesta para el ruido.

Criterios	%	Confecciones el Overol de Bucaramanga	Dotaciones y calzado ALPA S.A.S de Barranquilla	si.seguridad de Medellín Copa ELTO H68	ISEIN de Medellín Copa H10A de	Seguridad industrial y Salmo de Armenia
-----------	---	---------------------------------------	---	--	--------------------------------	---

Tabla 30. [Continuación]

		Auditivo Mase		de 3m	3m	(wendom)
		Tipo Copa)	copa			copa
Precio	30%	\$15.000	\$37.500	\$62.500	\$75.000	\$38000
Crédito, modo de pago	20%	Contado	Contado	Contado	Contado	Contado
Garantía	17%	2 meses	2 meses	No hay garantía	6 meses	3 meses
Experiencia de la empresa en el mercado	15%	45 años	3 años	11 años	5 años	3 años
Vida útil	18%	3 meses	1 año	6 meses	3 años	2 años

Lo que se propone a la empresa Vasdeco S.A.S es sustituir la protección doble por protectores auditivos tipo copa con un nivel de reducción de 33 db, ya que estos últimos disminuye aún más el grado de riesgo producido en las máquinas.

Para seleccionar la opción más eficiente se utilizó el método de puntos, en donde a cada criterio se le dio un porcentaje de acuerdo al grado de importancia. Las variables que se emplearon para calcular la mejor opción fueron:

*precio: Se establecieron tres rangos. El EPP obtiene un puntaje de 3 si es menos de \$33.000, 2 si esta entre \$33.000 y \$65.000 y 3 si su precio es más de \$65.000.

*Crédito: se divide en dos categorías. La primera, con un puntaje de 1 si es de contado y 2 si es a cuotas.

*Garantía: Se divide en tres categorías. 1 para quienes no dan garantía, 2 para garantía menores de 6 meses y 3 para garantías mayores o iguales a 6 meses.

*Experiencia: Se divide en dos categorías. Con un puntaje de 1 puntos a empresas con menos de 5 años experiencia y de 2 puntos con más de 5 años de experiencia.

*Vida útil: Se divide en tres categorías. 1 puntos para menos de 6 meses de vida útil, 2 puntos entre 6 y 1 año, y 3 puntos para más de una año.

En la siguiente Tabla, se resume la ponderación y puntaje de cada variable.

Tabla 31.

Variables y ponderaciones.

Variable	Ponderación	Puntos
Precio	30%	1 si precio > \$65.000 2 si \$33.000 < precio < \$65.000 3 si precio < \$33.000
Crédito	20%	1 si crédito = contado 2 si crédito = cuotas
Garantía	17%	1 si no hay garantía 2 si garantía < 6 meses 3 si garantía > 6 meses
Experiencia	15%	1 si experiencia < 5 años 2 si experiencia > 5 años
Vida útil	18%	1 si vida útil < 6 meses 2 si 6 < vida útil < 12 meses 3 si vida útil > 12 meses

Los resultados muestran que la mejor opción es la propuesta por la empresa Dotaciones y Calzado ALPA S.A.S de Barranquilla, con un precio unitario de \$37.500, multiplicándolo por el total de operadores (15 operadores) que requieren este tipo de protectores, da un precio total de \$562.500 (incluido en envío).

Además, del cambio de protectores auditivos, se propone un cerramiento acústico en la máquina del molino, pues es la principal fuente de ruido en la empresa Vasdeco S.A.S.

A continuación (Tablas 32, 33 y 34, se presentan las propuestas de los materiales con las cantidades y precios sobre el proyecto de cerramiento acústico para la empresa Vasdeco S.A.S.

- **Propuesta presentada por la empresa Metecno (Bogotá con sede en Floridablanca)**

Tabla 32.

Cotización de la empresa Metecno.

Producto	Espesor (mm)	Color	Metros cuadrados	Valor por m2	Subtotal
Hipertec	50	9002 (blanco arena)	9,00	\$130.000	\$1.170.000
Wall Sound					
Hipertec	50	9002 (blanco arena)	20,00	\$130.000	\$2.600.000
Roof Sound					
Subtotal paneles					\$3.770.000
Otros materiales					\$200.000
				Subtotal Transporte	\$0
				Subtotal materiales y transporte	\$3.970.000
				IVA del 19% sobre materiales y transporte	\$754.300
				Valor total de suministro I.V.A	\$4.724.300

Tabla 32. [Continuación]

Mano de obra	\$1.000.000
Total del proyecto (1 molino)	\$5.724.300

Nota: Cotización elaborada por el Jefe de Cedis de Metecno. El valor final del suministro será el que resulte de las cantidades realmente despachadas por los precios unitarios de la propuesta

Tiempo de entrega: 3 días hábiles después de realizado el pago

Forma de pago: 100% anticipado

Términos y sitio de entrega: Cedi/Bucaramanga “sobre camión”

- **Propuesta por la empresa Calorcol (Copacabana, Antioquía)**

Tabla 33.

Cotización por la empresa Calorcol.

Producto	Espesor (mm)	Color	Metros cuadrados	Valor por unidad	Subtotal
Acustiplaca (Lana mineral)	63,5	Cobrizo	29	\$90.000	\$2.610.000
Cabinas control de ruido	50	Metal	1	\$1.350.000	\$1.350.000
				Otros materiales	\$200.000
				Subtotal producto	\$4.160.000
				Subtotal Transporte	\$900.000
				Subtotal materiales y transporte	\$5.060.000
				IVA del 19% sobre materiales y transporte	\$961.400
				Valor total de suministro I.V.A	\$6.021.400
				Mano de obra	\$1.200.000

Tabla 33. [Continuación]

Total del proyecto (1 laminadora, 1 molino)	\$7.221.400
---	-------------

Nota: Cotización elaborada la empresa Calorcol. El valor final del suministro será el que resulte de las cantidades realmente despachadas por los precios unitarios de la propuesta

Tiempo de entrega: 8 días hábiles después de realizado el pago

Forma de pago: 100% anticipado.

- **Propuesta por la empresa Canadian (Barranquilla)**

Tabla 34.

Cotización por la empresa Canadian.

Producto	Espesor (mm)	Metros cuadrados	Valor por unidad	Subtotal
Sonowall SAFB (Lana mineral)	50	29	\$80.000	\$2.320.000
			Otros materiales	\$250.000
			Subtotal producto	\$2.570.000
			Subtotal Transporte	\$1.000.000
			Subtotal materiales y transporte	3.570.000
			IVA del 19% sobre materiales y transporte	\$678.300
			Valor total de suministro I.V.A	\$4.248.300
			Mano de obra	\$1.500.000
			Total del proyecto (1 molino)	\$5.748.300

Nota: Cotización elaborada por el Jefe de ventas de Canadian. El valor final del suministro será el que resulte de las cantidades realmente despachadas por los precios unitarios de la propuesta

Tiempo de entrega: 8 a 10 días hábiles después de realizado el pago

Forma de pago: 100% anticipado

En la siguiente Tabla se resumen las tres propuestas teniendo en cuenta los criterios para la selección de la mejor opción:

Tabla 35.

Propuesta para el cerramiento termo-acústico.

Criterios	%	Metecno de Bucaramanga	Calorcol de Copacabana	Canadian de Barranquilla
Precio por 1 laminadora y 1 molino	40%	\$5.724.300	\$7.221.400	\$5.748.300
Tiempo de entrega	20%	3 días hábiles	8 días hábiles	8 a 10 días hábiles
Crédito, modo de pago	30%	Anticipado	Anticipado	Anticipado
Experiencia de la empresa en el mercado	10%	57 años	31 años	19 años

Las variables que se emplearon para calcular la mejor opción fueron:

*precio: Se establecieron tres rangos. Se obtiene un puntaje de 3 si es menos de \$5'000.000, 2 si esta entre \$5'000.000 y \$7'000.000 y 1 si su precio es más de \$7'000.000.

*Crédito: se divide en dos categorías. La primera, con un puntaje de 1 si es de contado y 2 si es a cuotas

*Tiempo de entrega: Se divide en dos categorías. 2 puntos para quienes lo entregan en menos de 5 días hábiles y 1 en un tiempo mayor a 5 días.

*Experiencia: Se divide en tres categorías. Con un puntaje de 1 punto a empresas con menos de 5 años experiencia, 2 puntos si la experiencia es entre 5 y 10 años y de 3 puntos con más de 10 años de experiencia.

En la Tabla 36, se resume la ponderación y puntaje de cada variable.

Tabla 36.

Variables y ponderaciones.

Variable	Ponderación	Puntos
Precio	40%	1 si precio > \$7'000.000 2 si \$5'000.000 < precio < \$7'000.000 3 si precio < \$5'000.000
Crédito	20%	1 si crédito = contado 2 si crédito = cuotas
Tiempo de entrega	30%	1 si entrega > 5 días hábiles 2 si entrega < 5 días hábiles
Experiencia	10%	1 si experiencia < 5 años 2 si 5 < experiencia < 10 años 3 si experiencia > 10 años

Como resultado, la mejor opción es la propuesta para el cerramiento acústico es el dado por la empresa Metecno de Bucaramanga, con un costo total de (2 molinos, ver Figura 14) \$11.448.600.



Figura 14. Cerramiento acústico.

6. Iluminación

A continuación, se presentan los cálculos realizados para el factor de riesgo de iluminación. Al final se dará a conocer la propuesta de mejora teniendo en cuenta criterios de selección.

6.1. Valoración de la iluminación

En el caso de la iluminación, se tendrán en cuenta los niveles recomendados y descritos en la Resolución 180540 (Marzo del 2010) RETILAP y adaptados de la norma ISO 8995 “Principios de Ergonomía visual- la iluminación de los sistemas de trabajo en interiores” para los diferentes

oficios de tipo industrial, comercial y recreativo, con el fin de asegurar una visión confortable y segura.

Para cada uno de los puntos o áreas en los que se realizó la medición, se cualifica el nivel de iluminación de acuerdo a los siguientes parámetros (ver tabla 37).

Tabla 37.

Calificación del nivel de iluminación.

Nivel de iluminación	Condiciones
Excesivo	Si supera los límites establecidos por la norma
Adecuado	Se encuentra dentro del rango de los límites permitidos
Deficiente	Si es inferior a los límites establecidos por la norma

De la misma manera se cuantifica el grado de riesgo que representa el nivel de iluminación encontrado para el puesto de trabajo evaluado, el cual fue calculado como se presenta a continuación.

Grado de Riesgo:

$$GR = 100 - \frac{NE}{NR} * 100$$

G_r =Grado de riesgo

N_e = Nivel encontrado

N_r =Nivel recomendado

Adicionalmente se calcula el porcentaje de iluminación que incide sobre la superficie de trabajo obtenido en función de la relación entre el nivel encontrado en comparación con el nivel recomendado en la norma de referencia (Retilap)

Porcentaje de iluminación:

$$\% \text{ de iluminación} = \frac{NE}{NR} * 100$$

N_e = Nivel encontrado

N_r = Nivel recomendado

A continuación, se presentan los resultados para nivel de iluminación en la empresa Vasdeco S.A.S (ver tabla 38).

Tabla 38.

Nivel de iluminación por áreas.

Área	Nivel encontrado	Nivel mínimo	Nivel recomendado	Nivel máximo	% de iluminación	Grado de riesgo	Nivel de iluminación
Bodega de MP Triturado	31,5	100	150	200	21	79	Deficiente
Laminado (entrada)	10	300	500	750	2	98	Deficiente
Laminado (salida)	38,5	300	500	750	7,7	92,3	Deficiente
Termoformado (entrada)	39	300	500	750	7,8	92,2	Deficiente
Termoformado (salida)	30	300	500	750	6	94	Deficiente
Pasillos	36	300	500	750	7,2	92,8	Deficiente
	32,5	50	100	150	32,5	67,5	Deficiente

Tabla 38. [Continuación]

Escaleras	35,5	50	100	150	35,5	64,5	Deficiente
Zona de empaque	154	100	150	200	102,6	-2,6	Deficiente
Almacén	40,5	100	150	200	27	73	Deficiente

De acuerdo con los niveles de iluminación encontrados, no superan los recomendados, evidenciando una baja iluminación en la empresa Vasdeco S.A.S

6.2. Propuesta técnica y económica para la iluminación

En la Tabla 39, se muestran las diferentes alternativas que se tienen para mitigar el factor de riesgo físico de la iluminación

Tabla 39.

Propuesta para la iluminación.

Criterios	%	Aps Lighting & Safety Products Company de Bucaramanga	Servi LED de Bogotá Tubo LED Philips t-8	J.E S.A.S Distribuciones eléctricas de Bucaramanga	ENIK S.A.S de Chía. Luminaria S/poner Hermética
		Luminaria hermetica completa con 2 tubos led t8 de 18W	18w de 120cm	Lámpara hermética Led Danilux 2x18w	2*32 T8 120/277 6.5k Con 2tubos SYLVANIA P33293-36UE
Precio	30%	\$134.000	\$143.000	\$160.000	\$ 189.000
Crédito, modo de pago	25%	Contado	A convenir	A convenir	Contado
Garantía	15%	2 años	2 años	1 año	2 años
Experiencia	10%	20 años	6 años	19 años	10 años

Tabla 39. [Continuación]

de la empresa					
en el mercado					
Vida útil	20%	25.000 horas	50.000 horas	30.000 horas	45.000 horas

Para seleccionar la opción más eficiente se utilizó el método por puntos, en donde a cada criterio se le dio un porcentaje de acuerdo al grado de importancia. Las variables que se emplearon para calcular la mejor opción fueron:

*precio: Se establecieron tres rangos. Se obtiene un puntaje de 3 si es menos de \$90.000, 2 si esta entre \$90.000 y \$150.000 y 1 si su precio es más de \$150.000.

*Crédito: se divide en tres categorías. La primera, con un puntaje de 1 si es de contado y 2 si es a cuotas y 3 si es a convenir.

*Garantía: Se divide en tres categorías. 1 para quienes no dan garantía, 2 para garantía menores de 1 año y 3 para garantías mayores de 1 año.

*Experiencia: Se divide en tres categorías. Con un puntaje de 1 puntos a empresas con menos de 5 años experiencia, 2 puntos si la experiencia es entre 5 y 10 años y de 3 puntos con más de 10 años de experiencia.

*Vida útil: Se divide en dos categorías. 1 punto para menos de 30.000 horas de vida útil, y 2 si tienen más de 30.000 horas de vida útil.

En la siguiente Tabla, se resume la ponderación y puntaje de cada variable.

Tabla 40.

Variables y ponderaciones.

Variable	Ponderación	Puntos
Precio	30%	1 si precio > \$150.000 2 si \$90.000 < precio < \$150.000 3 si precio < \$90.000
Crédito	25%	1 si crédito = contado 2 si crédito = cuotas 3 si crédito = a convenir
Garantía	15%	1 si no hay garantía 2 si garantía < 1 año 3 si garantía > 1 año
Experiencia	10%	1 si experiencia < 5 años 2 si 5 < experiencia < 10 años 3 si experiencia > 10 años
Vida útil	20%	1 si vida útil < 30.000 horas 2 si vida útil > 30.000 horas

Los resultados dan como mejor opción a la empresa a Servi LED de Bogotá con un costo unitario de \$143.000 por cada luminaria (2xTubo LED Philips t-8 18w de 120cm). Según el Apéndice 4, para este tipo de lámpara se requiere un total de 25 luminarias. Todo esto para un costo total de \$3'575.000.

Con ello, se tendría una reducción entre el 16,7% y el 25% en el consumo de W, ya que las luminarias propuestas generan por cada tubo entre 2500 y 2800 lúmenes. Aunque, las CFLs son más económicas tienen la quinta parte de vida útil de una LED, es por ello que se evidencia un ahorro a largo plazo.

7. Confort térmico

A continuación, se presentan los cálculos realizados para el factor de riesgo de temperatura. Al final se dará a conocer la propuesta de mejora teniendo en cuenta criterios de selección.

7.1. Valoración del confort térmico

La evaluación se realizó en diferentes áreas para lo cual, el proceso de inspección y verificación de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento se aplicaron los protocolos de evaluación de confort térmico establecido en el método L.E.S.T.

Los resultados de las mediciones y evaluación ambiental se muestran en la tabla 41 la cual presenta, para las áreas de estudio, los siguientes parámetros requeridos en la estimación de la condición de confort térmico tenidos en cuenta según las evidencias observadas en las áreas de trabajo:

Tabla 41.

Resumen de resultados de las variables de estudio.

Máquina	% H	T (°C)	V (rpm)	Resultado
Bodega de MP	49,2	35,7 °C	0	Disconfort Térmico
Triturado	49,5	35,1 °C	0	Disconfort Térmico
Laminado (entrada)	51,3	36,2 °C	0	Disconfort Térmico
Laminado (salida)	49,2	37,3	0	Disconfort Térmico
Termoformado	49,2	37,3 °C	0	Disconfort

Tabla 40. [Continuación]

(entrada)				Térmico
Termoformado	42,2	36,9 °C	0	Disconfort
(salida)				Térmico
Pasillos	41,1	36,3 °C	0	Disconfort
				Térmico
Escaleras	41,3	36,2 °C	0	Disconfort
				Térmico
Zona de empaque	43,5	35,8 °C	0	Disconfort
				Térmico
Almacén	43,6	35 °C	0	Disconfort
				Térmico

Los resultados obtenidos en la tabla 41 para las variables Temperatura Ambiental y velocidad del aire [rpm], se encuentran fuera del rango de admisibilidad para este tipo de trabajos (producción) establecidos por el método LEST. La humedad relativa se encuentra dentro del rango pese a tender hacia el límite inferior.

En concordancia con lo anterior, los resultados obtenidos indican que el área tiene calificación de Disconfort Térmico por calor.

7.2. Propuesta técnica y económica

A continuación (Tablas 42, 43 y 44, se presentan las propuestas de los materiales con las cantidades y precios sobre el proyecto de cerramiento termo-acústico para la empresa Vasdeco S.A.S.

- **Propuesta presentada por la empresa Metecno (Bogotá con sede en Floridablanca)**

Tabla 42.

Cotización de la empresa Metecno.

Producto	Espesor (mm)	Color	Metros cuadrados	Valor por m2	Subtotal
Monowall	50	9002 (blanco arena)	57,00	\$81.180	\$4.627.260
Subtotal paneles					\$4.627.260
Otros materiales					\$200.000
Subtotal Transporte					\$0
Subtotal materiales y transporte					\$4.827.260
IVA del 19% sobre materiales y transporte					\$917.179
Valor total de suministro I.V.A					\$574.439
Mano de obra					\$1.500.000
Total del proyecto (1 laminadora)					\$7.244.439

Nota: Cotización elaborada por el Jefe de Cedis de Metecno. El valor final del suministro será el que resulte de las cantidades realmente despachadas por los precios unitarios de la propuesta

Tiempo de entrega: 3 días hábiles después de realizado el pago

Forma de pago: 100% anticipado

Términos y sitio de entrega: Cedi/Bucaramanga “sobre camión”

- **Propuesta por la empresa Calorcol (Copacabana, Antioquía)**

Tabla 43.

Cotización por la empresa Calorcol.

Producto	Espesor (mm)	Color	Metros cuadrados	Valor por unidad	Subtotal
Acustiplaca (Lana mineral)	63,5	Cobrizo	57	\$90.000	\$5.130.000
				Otros materiales	\$400.000
				Subtotal producto	\$5.530.000
				Subtotal Transporte	\$900.000
				Subtotal materiales y transporte	\$6.430.000
				IVA del 19% sobre materiales y transporte	\$1.221.700
				Valor total de suministro I.V.A	\$7.651.700
				Mano de obra	\$1.600.000
				Total del proyecto (1 laminadora)	\$9.251.700

Nota: Cotización elaborada la empresa Calorcol. El valor final del suministro será el que resulte de las cantidades realmente despachadas por los precios unitarios de la propuesta

Tiempo de entrega: 8 días hábiles después de realizado el pago

Forma de pago: 100% anticipado

- **Propuesta por la empresa Canadian (Barranquilla)**

Tabla 44.

Cotización por la empresa Canadian.

Producto	Espesor (mm)	Metros cuadrados	Valor por unidad	Subtotal
Sonowall SAFB (Lana mineral)	50	57	\$80.000	\$4.560.000

Tabla 44. [Continuación]

	Extractores de aire	\$450.000
	Rejillas	\$150.000
	Otros materiales	\$200.000
	Subtotal producto	\$5.360.000
	Subtotal Transporte	\$1.000.000
	Subtotal materiales y transporte	\$6.360.000
	IVA del 19% sobre materiales y transporte	\$1.208.400
	Valor total de suministro I.V.A	\$7.568.400
	Mano de obra	\$1.900.000
	Total del proyecto (1 laminadora)	\$9.468.400

Nota: Cotización elaborada por el Jefe de ventas de Canadian.

El valor final del suministro será el que resulte de las cantidades realmente despachadas por los precios unitarios de la propuesta.

Tiempo de entrega: 8 a 10 días hábiles después de realizado el pago

Forma de pago: 100% anticipado

En la siguiente Tabla se resumen las tres propuestas teniendo en cuenta los criterios para la selección de la mejor opción:

Tabla 45.

Propuesta para el cerramiento termo-acústico.

Criterios	%	Metecno de Bucaramanga	Calorcol de Copacabana	Canadian de Barranquilla
Precio por 1 laminadora y 1 molino	40%	\$7.244.439	\$9.251.700	\$9.468.400
Tiempo de	20%	3 días hábiles	8 días hábiles	8 a 10 días hábiles

Tabla 45. [Continuación]

entrega				
Crédito, modo de pago	30%	Anticipado	Anticipado	Anticipado
Experiencia de la empresa en el mercado	10%	57 años	31 años	19 años

Las variables que se emplearon para calcular la mejor opción fueron:

*precio: Se establecieron tres rangos. Se obtiene un puntaje de 3 si es menos de \$7'000.000, 2 si esta entre \$7'000.000 y \$14'000.000 y 1 si su precio es más de \$14'000.000.

*Crédito: se divide en dos categorías. La primera, con un puntaje de 1 si es de contado y 2 si es a cuotas

*Tiempo de entrega: Se divide en dos categorías. 2 puntos para quienes lo entregan en menos de 5 días hábiles y 1 en un tiempo mayor a 5 días.

*Experiencia: Se divide en tres categorías. Con un puntaje de 1 punto a empresas con menos de 5 años experiencia, 2 puntos si la experiencia es entre 5 y 10 años y de 3 puntos con más de 10 años de experiencia.

En la Tabla 46, se resume la ponderación y puntaje de cada variable.

Tabla 46.

Variables y ponderaciones.

Variable	Ponderación	Puntos
Precio	40%	1 si precio > \$14'000.000 2 si \$7'000.000 < precio < \$14'000.000

Tabla 46. [Continuación]

		3 si precio < \$7'000.000
Crédito	20%	1 si crédito=contado 2 si crédito=cuotas
Tiempo de entrega	30%	1 si entrega > 5 días hábiles 2 si entrega < 5 días hábiles
Experiencia	10%	1 si experiencia < 5 años 2 si 5 < experiencia < 10 años 3 si experiencia > 10 años

Como resultado, la mejor opción es la propuesta para el cerramiento térmico es el dado por la empresa Metecno de Bucaramanga, con un costo total de (2 laminadoras, ver Figura 15) \$14.488.878.



Figura 15. Cerramiento térmico.

En conclusión sumando todos los costos en los que incurriría la empresa Vasdeco S.A.S de Bucaramanga para mitigar los factores de riesgos dominantes sería de treinta millones setenta y cuatro mil novecientos setenta y ocho pesos moneda legal y corriente (\$30.074.978 mlc).

8. Socialización de la propuesta

La socialización del proyecto realizado en la empresa Vasdeco S.A.S, es crucial en el establecimiento de la propuesta pues de esta manera se verá la predisposición y el compromiso del personal y de los directivos, que conllevará mucho esfuerzo, aporte de ideas y análisis, que bien es cierto transformará profundamente la forma en que la empresa actúa en el mercado.

Es por ello, que el día 22 de Abril de 2017 se realizó la socialización de la propuesta con los directivos de la empresa, Heriberto Méndez Vera y Luz Delia Rivera Vega, director general y gerente administrativa de la empresa, respectivamente, en la Carrera 16 no. 6-35 barrio Comuneros, Bucaramanga de 3:00pm a 5:00pm,

En el transcurso de la socialización, mostraron un alto grado de aceptabilidad, pues ven favorable la mitigación de los riesgos dominantes, especialmente el factor de riesgo físico del ruido, debido a los llamados de atención por parte de sus vecinos.

En las siguientes Figuras, se pueden observar algunos momentos ocurridos durante el día de la socialización (ver Figuras 17-19)



Figura 16. Socialización de la propuesta



Figura 17. Socialización de la propuesta



Figura 18. Socialización de la propuesta



Figura 19. Socialización de la propuesta.

9. Conclusiones

En el diagnóstico realizado a la empresa Vasdeco S.A.S de Bucaramanga se identificaron riesgos dominantes como el ruido, iluminación y temperatura. Todos ellos conllevan a enfermedades y a la insatisfacción laboral en la productividad, tema que muchas organizaciones han tomado a la ligera, ya que lo ven como un gasto y no como una inversión en sus trabajadores.

De acuerdo con los niveles permisibles dados por la Resolución 1792 de 1990, para una jornada laboral de 8 horas el nivel de presión sonora máximo de exposición es de 85 decibeles; se procedió a determinar el nivel de reducción de ruido ofrecido por el EPP y por ende el nivel de ruido percibido por el trabajador, aplicando parámetros NIOSH referidos en la GATISO HNIR, dando como resultado un nivel bajo de riesgo para todas las áreas.

En el área administrativa evaluada en el presente proyecto (Área de Administración y Finanzas instalada en el primer piso sobre la zona de termoformado de vasos) se encontró un nivel de ruido de 70 dBA, el cual es un registro igual al valor límite permisible TLV establecido en el artículo 92 de la resolución 2400 de 1979 que establece: “El valor límite establecido para oficinas y lugares de trabajo en donde predomine la labor intelectual es de 70 dBA, independiente de la frecuencia y el tiempo de exposición”.

El nivel de ruido percibido por el trabajador con el uso de la protección auditiva en cada una de las áreas evaluadas arrojó riesgo MEDIO, lo que indica que mientras el trabajador haga uso correcto de los elementos de protección personal de manera adecuada y no se superen los tiempos de exposición máximos establecidos; el colaborador se puede exponer durante la jornada laboral a las actuales condiciones sin que esto represente riesgo de pérdida de capacidad auditiva.

En el caso de la iluminación, se tuvo en cuenta los niveles recomendados y descritos en la Resolución 180540 (Marzo del 2010) RETILAP y adaptados de la norma ISO 8995 “Principios de Ergonomía visual- la iluminación de los sistemas de trabajo en interiores” para los diferentes oficios de tipo industrial, comercial y recreativo, con el fin de asegurar una visión confortable y segura; en donde para las actividades que realiza la empresa Vasdeco S.A.S. los niveles de iluminación deben oscilar entre 300 a 750 lúmenes. En la medición realizada se obtuvieron

resultados críticos con deficiencia en todas las áreas de trabajo evidenciando una baja intensidad lumínica en la empresa.

De acuerdo con los niveles de iluminación encontrados mediante la medición por luxometría, es importante resaltar los tipos de luminarias instalados en la mayoría de puestos de trabajo, los cuales no son de calidad óptima, evidenciado deficiencia lumínica, además los colores de las paredes presentan una tonalidad en grises, lo cual deja ver un ambiente opaco, que afecta en fatiga al operario, por consiguiente, perjudica la productividad de la empresa.

La iluminación en la mayoría de áreas sólo es de tipo artificial, no cuentan con mecanismos de iluminación natural.

El área administrativa presenta resultados de Discomfort térmico, la temperatura arroja valores significativos. Esta condición obedece a la cercanía del área de producción y por ende al calor radiante que de allí se emite y al material de la cubierta del techo el cual es endotérmico (absorbe calor), pese a que la altura del mismo es favorable. Adicionalmente no se cuenta con mecanismos que procuren ventilación natural ni artificial.

Los resultados obtenidos para las variables Temperatura Ambiental y velocidad del aire [rpm], se encuentran fuera del rango de admisibilidad para este tipo de trabajos (producción) establecidos por el método LEST. La humedad relativa se encuentra dentro del rango pese a tender hacia el límite inferior. En por ello que los resultados obtenidos indican que el área tiene calificación de Discomfort Térmico por calor en la empresa Vasdeco S.A.S.

Para mitigar los riesgos dominantes y dar cumplimiento a los requisitos legales exigidos por las normas, se diseñó una propuesta técnica para la intervención de cada uno de los factores dominantes. Para la intervención del factor de riesgo del ruido, se propuso el cerramiento

acústico con el material Hipertec Sound que permite una atenuación de 30 db. Por otro lado, para la intervención física de la iluminación, se propuso un sistema de iluminación con tecnología LED que permite mejores condiciones en el trabajo y un ahorro en el consumo energético, para comprobar que el nivel de luxes fuera óptimo de acuerdo al RETILAP, se usó el método de lúmenes. Finalmente para la intervención del factor de riesgo de temperatura, se propuso un cerramiento con el tipo de material Monowall, con una reducción de la temperatura de 7 a 8°C.

De ser aplicada la propuesta técnica, la empresa Vasdeco S.A.S, incurrirá en un costo de treinta millones setenta y cuatro mil novecientos setenta y ocho pesos moneda legal y corriente (\$30.074.978 mlc), costo del cual se destina un 11,89% para la intervención en la baja iluminación, un 39,94% para la intervención del ruido (cerramiento acústico y protectores de copa) y un 48,18% para el cerramiento térmico, en donde se intervendrá el discomfort térmico generado.

Los directivos de la empresa muestran aceptación de la propuesta técnica realizada por cada riesgo dominante.

10. Recomendaciones

Para que el proceso de atenuación de los riesgos dominantes hallados pueda mantenerse en el tiempo y mejore las condiciones de trabajo de los operarios deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Realizar una intervención inmediata de acuerdo a los riesgos definidos y las propuestas para mitigar los riesgos dominantes.
- Realizar seguimiento al proceso de gestión del riesgo mediante herramientas tales como indicadores para medir dicha gestión y establecer acciones que permitan la mejora en materia de riesgos.
- Llevar a cabo diagnóstico de las condiciones cada seis meses o cada vez q se hagan modificaciones al proceso.
- Involucrar el proceso de gestión del riesgo dentro de las políticas, objetivos, y visión de la empresa con el fin de establecer la infraestructura que permita el desarrollo eficiente de dicho proceso.
- Para el caso de la iluminación, se recomienda usar colores claros en el techo y paredes, teniendo en cuenta que el porcentaje de luz reflejada para el color blanco es del 85% y crema claro del 75%, porque los colores oscuros absorben gran cantidad de luz y obligan a utilizar más lámparas.
- Instalar mecanismos de iluminación natural como claraboyas, para mejorar los valores deficientes encontrados y minimizar en lo mayor posible el uso de iluminación artificial.
- Establecer un programa de mantenimiento y sustitución, cambiando las luminarias antes que estas se fundan o se encuentren titilando.
- Eliminar de manera apropiada las lámparas para minimizar el impacto ambiental, mediante un sistema de reciclaje.
- Reemplazar la protección doble por protectores auditivos tipo copa con un nivel de reducción de 33 db, ya que estos últimos disminuye aún más el grado de riesgo producido en las máquinas.

- Realizar mantenimientos preventivos al sistema de cerramiento térmico y acústico, esto de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido por la empresa proveedora.
- Se aconseja fomentar hábitos de higiene personal en los trabajadores, dado que es fundamental para la empresa mantener una buena calidad de vida, protegiendo la salud del trabajador, con el objetivo de optimizar su labor y el desarrollo profesional dentro del ambiente laboral. Por ende, se refiere a una técnica de prevención de enfermedades en el trabajo.
- Facilitar el consumo de agua al trabajador, ya que según los especialistas en salud y nutrición es necesario hidratarse de forma constante, aunque no se realicen esfuerzos físicos, como puede ocurrir en el caso de estar en nuestro lugar de trabajo. Por ello, se recomienda poner a disponibilidad de los mismos envases o dispensadores de agua cercanos.
- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo en el molino, ya que éste presenta posibles fallas en su funcionamiento y esto aumenta los valores de ruido, por tanto, el riesgo asociado.
- Asegurar mediante señalización, el uso obligatorio de elementos de protección personal para el ingreso al área de producción.
- Implementar un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud de los operadores.

Referencias bibliográficas

- Bedoya Suárez Bryan Steven. (2011). Evaluación de los factores de riesgo físicos ruido, estrés térmico e iluminación en los concesionarios de una plaza de mercado de la ciudad de Cali. Santiago de Cali., p. 13.
- Benavides, Silva & Contreras, C. (2011). Ergonomía en las aulas. Chile: Universidad de Chile. P. 30.
- Castilla Cabanes, Nuria, et al. (2011). Luminotecnia. Cálculo según el método de los lúmenes. Departamento de construcciones arquitectónicas. Centro: E.T.S. Arquitectura, p. 7.
- Concejalía de Medio Ambiente-Sociedad Española de Acústica. (1991). El ruido en la ciudad. Gestión y Control. Madrid, pp, 42-51.
- Escobedo Portillo, María Teresa, Estebané Ortega, Virginia, Maynez Guadarrama, Aurora, & López Pulido, Lucía. (2014). Evaluación de los Factores Ergoambientales en una Institución de Educación Infantil. Ciencia & trabajo, 16(50), 121-1128.
- Evans, G.W. Y Cohen, S. (1987). Environmental stress. D. Stokols & I. Altman (Eds.), Handbook of environmental psychology.. New York: Wiley. pp. 571–610.
- Evans, G.W. Y Stecker, R. (2004). Motivacional consequences of environmental stress. The Journal of Environmental Psychology.. Vol 24. N° 2. pp. 143-165.
- Griefahn, et al. (2000). Physiological, subjective and behavioural responses during sleep to noise from rail and road traffic. Noise & Health.. Vol 3. N° 9. pp. 59-71.

Hygge, S. (1993). Classroom experiments on the effects of aircraft, road traffic, train and verbal noise presented at 66 dBA Leq, and of aircraft and road traffic presented at 55 dBA Leq, on long term recall and recognition in children aged 12-14 years, en M. Vallet. Noise as a public Health Problem: Proceedings of the Sixth International Congress.. Vol 2, pp. 531-538.

ISTAS. Instituto sindical de trabajo, ambiental y salud. (2009). Recuperado el 12 de febrero de 2014, p. 187, de <http://www.istas.net/web/index.asp?idpagina=187>.

Jiménez Cervantes, Juan. . (1999). Incidencias del ruido en la salud. Trabajo presentado en las Jornadas contra el Ruido organizadas por la Asociación de Vecinos de San Lorenzo. Universidad de Murcia, p. 40).

Leather, P, Beale, D. y Sullivan, S. (2003). Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. Journal of Environmental Psychology.. Vol 23. N° 2. pp 213-222.

Llaneza, F. (2007). Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista. Madrid: Editorial Lex. Nova, p. 121.

López Barrios, I. (1986). Efectos sociopsicológicos del ruido. Madrid: Alianza.. pp. 127-146.

López Ugalde, Adriana Carolina, et al. (2000). Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. Revista Fac Med UNAM.. Vol.43 No.2. pp. 41-42.

Lozano Ramirez Tatiana, Montero Martinez Ricardo. (2015). Análisis de los riesgos ocupacionales que se originan en peluquerías y lugares de estéticas: proposiciones para su control. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Occidente, pp. 59-71.

Martimportugués, C, Gallego, J. y Ruiz, F.D. (2003). Efectos del ruido comunitario. Revista de Acústica.. Vol 34. N° 1-2, pp 30-39.

Ministerio del trabajo. <http://www.mintrabajo.gov.co/>

Mondelo, E., & Barrau, P. (1999). Ergonomía Fundamentos. “Iluminación en el puesto de trabajo”. NTP n° 211, pp. 40-45.

Norma Técnica Colombiana. GTC 8. (1994). Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados.

Párraga Velásquez María, García Zapata Teonila. (2005). El ruido y el diseño de un ambiente acústico. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. . Vol. 8. N°2. pp. 83-85. ISSN: 1560-9146 (impreso) / ISSN: 1810-9993 (electrónico).

Piñeda Gerardo Aldo, Montes Paniza Guillermo. (2014). Ergonomía ambiental: Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información. Vol 1. N° 2. pp 49-71.

Piñeda, A., & Montes, G. (2013). Iluminación y confort térmico en trabajadores de oficinas con pantalla de visualización de datos. Ingeniería, matemáticas y ciencias de la información. pp. 49-71.

Raffaello M. y Maass, A. (2002). Chronic Exposure To Noise In Industry: The Effects on Satisfaction, Stress Symptoms, and Company Attachment. Environment and Behavior. Vol 34. N° 5, pp. 651-671.

Resolución 1792 de 1990. Por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido, p. 2.

Resolución 8321 de 1983. Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. . ley 09 de 1979, capítulo V, artículo 42.

Revista Ingeniería, Matemáticas Y Ciencias De La Información. (2014). Rev. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información. Fisiológica, psicológica y física entre el ser humano y su ambiente. Vol. 1 / Núm. 2 /; pág. 49-71.

Riera María, Giménez Blanca. (2015). Control de riesgos físicos en una empresa productora de tuberías. Ciencia y tecnología. Vol 8. N°2. pp 105-127. ISSN: 1856-8890.

Riojano. (2001). Estrés térmico por calor. Instituto Riojano de Salud Laboral. Dalcame. Pp. 9. Obtenido de http://www.ladep.es/ficheros/documentos/2010_Riesgos_stres.pdf.

Smith E.L, Laird, D.A. (1930). The Loudness of Auditory Stimuli Which Affect Stomach Contractions In Healthy Human Beings. Journal of the Acoustic Society of America. Vol 2, pp. 94-98.

Tunay M, Melemez K. (2008). Noise induced hearing loss of forest workers in Turkey. Pak J Biol Sci. Vol 11 N°17, pp. 2144-2148.