

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Diseño de un Programa de Seguridad Industrial en los Laboratorios de Diseño Industrial de la
Universidad Industrial de Santander

Leidy Johana Patarroyo Díaz, Fiorella Ashlyn Polo Higuera

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Industrial

Director

Rodolfo Mosquera Navarro

Doctor en Ingeniería - Industria y Organizaciones

Codirector

Clara Isabel López Gualdrón

Doctora en Ingeniería en Área de Gestión Tecnológica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

Dedico este logro principalmente a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino.

A mi familia: a mis padres, por su amor incondicional y sus sacrificios inagotables, a mi tía, por ser un pilar de apoyo constante; a mi hermana, por su compañía y por enseñarme siempre a mantener la calma; y a mis abuelos, quienes son mi amor infinito y que, desde el cielo, están orgullosos de este logro que me ayudaron a construir.

A mis perritas Mila y Cofi, por su amor incondicional y por, en su silencio, hacerme sentir calma en los momentos difíciles.

A mi compañera de tesis, por su compromiso, compañerismo y por compartir conmigo esta experiencia de aprendizaje y crecimiento profesional.

A mis amigos y compañeros de carrera, gracias por su apoyo incondicional y por creer en mí en todo momento; a mi mejor amigo, quien nunca dudó de mis capacidades.

Finalmente, a mí misma, por no rendirme cuando este momento parecía tan lejano y por demostrarme que los sueños se cumplen con esfuerzo y paciencia.

~ Fiorella A. Polo H.

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Este logro es un testimonio de tu amor y gracia infinita.

A mis padres, ejemplos de valentía y amor incondicional. Gracias por sus sacrificios, confianza y apoyo constante, que han sido la base de este triunfo. Este logro es principalmente para ustedes.

A mi hijo Juan Diego, mi mayor inspiración y razón para avanzar. Todo esfuerzo lleva tu nombre, porque mi deseo es construir un futuro mejor para ti.

A mi compañero de vida y papá de mi hijo, por su paciencia, amor y fe en mí, incluso en los momentos más difíciles.

A mis hermanos Paola y Diego, y a mis sobrinos Isabella y Samuel, gracias por su apoyo, alegría y amor, que llenaron este camino de esperanza y felicidad.

A mi compañera de tesis, por su dedicación, trabajo en equipo y compromiso. Gracias por compartir conmigo este desafío y convertirlo en una experiencia de aprendizaje mutuo.

~ Leidy J. Patarroyo D.

Agradecimientos

Agradecemos enormemente a la Universidad Industrial de Santander (UIS) por brindarnos la oportunidad de formarnos en una institución clave para nuestro crecimiento académico y profesional. A la directora de la Escuela de Diseño Industrial, Clara Isabel López, por abrirnos las puertas para realizar nuestro proyecto y permitirnos llevar a cabo todas las actividades necesarias en sus instalaciones. A nuestro director, Rodolfo Mosquera, por su constante apoyo y por brindarnos la confianza para desarrollar nuestro proyecto, siempre guiándonos con su experiencia y conocimiento. Mauricio Jaraba, técnico de los talleres, por su apoyo, disposición y valiosa ayuda, siempre dispuesto a colaborar para facilitar el desarrollo de nuestro proyecto de grado. Y finalmente, a Amandita Carrizales, secretaria, por su energía y constante apoyo para lograr los relacionamientos requeridos en cada parte del desarrollo de nuestro proyecto... A todos ustedes mil gracias.

Contenido

Introducción	15
1. Objetivos del Proyecto	18
1.2 Objetivo General	18
1.3 Objetivos Específicos.....	18
2. Alcance del Proyecto.....	18
3. Metodología de Trabajo	19
3.1 Fase 1: Diagnóstico Inicial.....	20
3.2 Fase 2: Caracterización de los Riesgos	21
3.3 Fase 3: Diseño de la Propuesta Técnico-Económica	22
3.4 Fase 4: Socialización de la Propuesta con la Entidad Involucrada	23
4. Marco Teórico	24
4.1 Introducción al Marco Teórico.....	24
4.2 Conceptos Clave	25
4.2.1 Seguridad Industrial	25
4.2.2 Peligros y Riesgos en Entornos de Trabajo.....	25
4.2.3 Elementos de Protección Personal (EPP)	26
4.2.4 Metodología para la Identificación de Riesgos.....	26
4.2.5 Plan de Emergencias y Evacuación	27
4.2.6 Prevención y Mitigación de Riesgos.....	28
4.3 Normativas y Reglamentación de Seguridad en Colombia	28
4.3.1 Decreto 1072 de 2015	29
4.3.2 Resolución 0312 de 2019.....	29
4.3.3 Ley 1562 de 2012.....	29
4.3.4 Guía Técnica Colombiana (GTC).....	29

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

4.4 Riesgos Específicos en los Laboratorios de diseño industrial	30
4.4.1 Laboratorio de metales.....	30
4.4.2 Laboratorio de maderas.....	30
4.4.3. Laboratorio de cerámicos.....	31
5. Diagnóstico	31
5.1 Descripción de los Laboratorios de Diseño Industrial	31
5.2 Metodología para el Diagnóstico	42
5.3 Identificación de Peligros y Riesgos en los Laboratorios	42
5.4 Evaluación de Riesgos	49
5.5 Resultados del Diagnóstico.....	51
5.5.1 Maderas.....	51
5.5.2 Metales.....	53
5.5.3 Cerámicos	55
5.6 Consideraciones Generales de los Talleres	58
5.7 Análisis de Deficiencias en Seguridad.....	61
6. Propuesta de Diseño del Programa de Seguridad Industrial	70
6.1 Componentes del Programa de Seguridad Industrial.....	70
6.2.1. Políticas de Seguridad.....	70
6.2.2. Procedimientos y Protocolos.....	70
6.2.3. Capacitación y Sensibilización	70
6.2.4. Equipos de Protección Personal (EPP)	74
6.3 Implementación.....	76
6.3.1 Diseño del Documento Guía Específico para los Usuarios de los Laboratorios	76
7. Análisis Técnico-Económico	81

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

7.1 Evaluación de Costos.....	81
7.1.2 Estimación de los Beneficios Generados	83
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	90

Lista de tablas

Tabla 1. Formato de inspección laboratorio de metales	34
Tabla 2. Peligros y riesgos asociados al laboratorio de maderas	43
Tabla 3. Peligros y riesgos asociados al laboratorio de metales	44
Tabla 4. Peligros y riesgos asociados al laboratorio de cerámicas	46
Tabla 5. Riesgos asociados a todos los laboratorios	47
Tabla 6. Resultados obtenidos.....	59
Tabla 7. Revisión de normativa.....	61
Tabla 8. Estructura de costos.....	81
Tabla 9. Casos sentencias	84

Lista de figuras

Figura 1. Metodología del proyecto.....	20
Figura 2. Metodología para la identificación de riesgos.....	27
Figura 3. Laboratorio de metales	32
Figura 4. Laboratorio de maderas	32
Figura 5. Laboratorio de cerámicos	33
Figura 6. Ciclo PHVA	42
Figura 7. Estadística inicial de las respuestas	72
Figura 8. Estadística final de las respuestas.....	72
Figura 9. Preguntas con respuestas incorrectas más frecuentes.....	73
Figura 10. Pregunta número 10. Encuesta Inicial	74
Figura 11. Pregunta número 2. Encuesta Inicial	74
Figura 12. Socialización.	76
Figura 13. Capacitación.	77
Figura 14. Resultados de la capacitación a los estudiantes.....	79

Lista de apéndices

Ver apéndices adjuntos. Pueden ser encontrados en la base de datos de la biblioteca UIS.

Apéndice A. Formatos de inspección

Apéndice B. GTC 45

Apéndice C. Encuesta inicial SST

Apéndice D. Encuesta final SST

Apéndice E. Entrevista técnico

Apéndice F. Árbol del problema

Apéndice G. Matriz IPVR

Apéndice H. Plan de emergencias y evacuación

Apéndice I. Recomendaciones de seguridad en laboratorios (profesores)

Apéndice J. Canva capacitación

Apéndice K. Encuesta de satisfacción y entendimiento

Apéndice L. Costos y sentencias

Apéndice M. Entrevista estudiante Paula Ximena

Apéndice N. Guía técnica de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander

Apéndice O. Inventario actual de los talleres de la escuela de diseño Industrial

Apéndice P. SL1894-2024

Apéndice Q. SL1914-2024

Apéndice R. SL1212-2024

Glosario

1. **Accidente:** Suceso inesperado que se produce por causas generalmente previsibles, interrumpiendo el proceso normal de una actividad y que puede resultar en daño físico a las personas o daño a la propiedad.
2. **Cerámica:** Materiales inorgánicos no metálicos que se forman por acción del calor, utilizados frecuentemente en la fabricación de objetos a través de técnicas como el moldeo o el torno.
3. **Ciclo PHVA:** Procedimiento lógico y por etapas que permite el mejoramiento continuo.
4. **Conformado de Metales:** Conjunto de técnicas de fabricación por las cuales se deforman los metales utilizando fuerzas de compresión, impacto o torsión para darles una forma específica.
5. **Elementos de Protección Personal (EPP):** Equipos y accesorios diseñados para proteger a los usuarios de riesgos específicos asociados a un ambiente de trabajo.
6. **Ergonomía:** Ciencia que estudia la relación entre el hombre, su ambiente de trabajo y los medios que utiliza, buscando adaptar los ambientes laborales a las capacidades físicas y mentales de las personas.
7. **Evaluación del riesgo:** Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad de que dicho riesgo se concrete y al nivel de severidad de las consecuencias de esa concreción.
8. **Incidente:** Evento no deseado que, bajo circunstancias ligeramente diferentes, podría haber resultado en daño a las personas, a la propiedad o al ambiente.
9. **Identificación del peligro:** Proceso para establecer si existe un peligro y definir las características de este.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

- 10. Manejo de Materiales:** Procedimientos y técnicas utilizadas para manipular, almacenar, y transportar materiales en diversos entornos laborales, especialmente en lo que respecta a la prevención de accidentes.
- 11. Mecanizado:** Proceso de manufactura que implica la remoción de material de una pieza de trabajo mediante el corte, el cual se realiza con una variedad de herramientas en máquinas-herramienta.
- 12. Mitigar:** Proceso que consiste en reducir o eliminar amenazas y riesgos potenciales según el caso. Es una estrategia de planificación que se enmarca en la gestión de riesgos y que busca minimizar los niveles de riesgo a niveles tolerables.
- 13. Normativa:** Conjunto de reglas o leyes que regulan determinadas actividades para asegurar el cumplimiento de estándares, especialmente en términos de seguridad y operaciones.
- 14. Peligro:** Fuente potencial de daño a la salud de las personas, daños materiales o daños al ambiente de trabajo.
- 15. Plan de Evacuación:** Estrategia diseñada para organizar la salida segura y eficiente de personas de un edificio o área en caso de emergencia.
- 16. Prevención de Riesgos:** Conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.
- 17. Procedimientos de Emergencia:** Conjunto de acciones planificadas para responder de manera efectiva ante situaciones de emergencia, minimizando los impactos negativos.
- 18. Riesgo:** Combinación de la probabilidad de que ocurra un evento peligroso y la severidad del daño o el resultado adverso que puede causar.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

- 19. Seguridad Industrial:** Disciplina encargada de minimizar los riesgos en el ambiente laboral, enfocada en la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.
- 20. Soldadura:** Proceso de unión de metales por fusión, donde se calientan las piezas a unir a una temperatura adecuada, con o sin la utilización de un material de aporte.
- 21. Radiaciones Ultravioletas:** Son aquellas radiaciones comprendidas entre el intervalo del espectro solar que se extiende desde la más larga longitud de onda de los rayos X, y la más corta longitud de onda del espectro visible, y cuya longitud de onda es menor de 3.800 Ao. (Ángstrom = 10⁻⁸ Cm).
- 22. Radiaciones Infrarrojas:** Las radiaciones infrarrojas son aquellas situadas al otro lado del rojo visible en el espectro solar y cuya longitud de onda es mayor de 7.800 Ao. (Ángstrom).
- 23. Valoración del riesgo:** Consiste en emitir un juicio sobre la tolerancia o no del riesgo estimado.

Resumen

Título: Diseño de un programa de Seguridad Industrial en los laboratorios de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander¹

Autores: Leidy Johana Patarroyo Díaz, Fiorella Ashlyn Polo Higuera²

Palabras Clave: Seguridad Industrial, Riesgo, Prevención, Locación, Normativa, Incidente, Mitigación.

Descripción: Este trabajo tiene como objetivo diseñar un programa de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS). La investigación parte del diagnóstico de riesgos presentes en los talleres de metales, maderas y cerámicos, utilizando la Guía Técnica Colombiana (GTC-45) como base metodológica. A través de inspecciones, encuestas y entrevistas, se identificaron deficiencias en infraestructura, manejo de maquinaria, uso de elementos de protección personal (EPP) y condiciones ambientales, que representan riesgos físicos, químicos, biológicos y ergonómicos para estudiantes y docentes.

La propuesta técnica-económica incluye medidas correctivas y preventivas, como la implementación de un sistema adecuado de ventilación, señalización, mantenimiento de equipos, y rediseño del espacio de trabajo. Además, se diseñó una guía en Seguridad y Salud en el trabajo orientada a capacitar a los usuarios en la identificación y mitigación de riesgos y en el uso correcto de los EPP. El análisis económico permite comparar los costos de implementación con los posibles gastos derivados de incidentes laborales, demostrando la viabilidad y el impacto positivo de la propuesta.

La implementación de este programa no solo mejorará las condiciones de seguridad en los laboratorios, sino que también contribuirá a un entorno académico más eficiente, seguro y propicio para el aprendizaje práctico, fomentando la cultura de prevención y el cumplimiento de la normativa vigente.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: Rodolfo Mosquera Navarro, Ingeniero Industrial, Doctor en Ingeniería - Industria y Organizaciones. Codirectora: Clara Isabel López Gualdrón, Diseñadora Industrial, Doctora en Ingeniería en Área de Gestión Tecnológica

Abstract

Title: Design of an Industrial Safety Program in the Industrial Design Laboratories of the Industrial University of Santander ¹

Authors: Leidy Johana Patarroyo Díaz, Fiorella Ashlyn Polo Higuera²

Keywords: Industrial Safety, Risk, Prevention, Location, Regulations, Incident, Mitigation.

Description: This work aims to design an industrial safety program for the industrial design laboratories of the Industrial University of Santander (UIS). The research is based on the diagnosis of risks present in the metal, wood and ceramic workshops, using the Colombian Technical Guide (GTC-45) as a methodological basis. Through inspections, surveys and interviews, deficiencies in infrastructure, machinery management, use of personal protective equipment (PPE) and environmental conditions were identified, which represent physical, chemical, biological and ergonomic risks for students and teachers.

The technical-economic proposal includes corrective and preventive measures, such as the implementation of an adequate ventilation system, signage, equipment maintenance, and redesign of the workspace. In addition, a guide on Industrial Health and Safety was designed to train users in identifying and mitigating risks, as well as in the correct use of PPE. The economic analysis allows comparing the implementation costs with the possible expenses derived from work incidents, demonstrating the viability and positive impact of the proposal.

The implementation of this program will not only improve safety conditions in laboratories, but will also contribute to a more efficient, safe and conducive academic environment for practical learning, promoting a culture of prevention and compliance with current regulations.

¹ Degree project

² Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Director: Rodolfo Mosquera Navarro, Industrial Engineer, PhD in Engineering - Industry and Organizations. Co-director: Clara Isabel López Gualdrón, Industrial Designer, PhD in Engineering in the Area of Technological Management

Introducción

El programa de pregrado en Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander se caracteriza por ofrecer una formación integral a sus estudiantes. Este plan de estudios está diseñado para proporcionar una sólida comprensión de los principios teóricos de la disciplina, así como la capacidad de aplicar estos conocimientos en el contexto de las necesidades culturales, científicas y productivas del país. Los estudiantes son formados para desarrollar criterios que les permitan abordar problemas reales y ofrecer soluciones innovadoras y efectivas.

Uno de los aspectos destacados del programa es su línea práctica en el área de materiales y procesos. A partir del cuarto semestre, los estudiantes abordan una serie de cursos prácticos que les permiten adquirir experiencia directa con diferentes materiales. Esta formación práctica se estructura de la siguiente manera:

Nivel 4 Maderas: Los estudiantes aprenden sobre las propiedades, técnicas de trabajo y aplicaciones de la madera en el diseño industrial.

Nivel 5 Polímeros: El enfoque se desplaza hacia los polímeros, donde los estudiantes exploran las características de estos materiales y sus aplicaciones innovadoras.

Nivel 6 Metales: Los estudiantes adquieren habilidades en el trabajo con metales, comprendiendo sus propiedades y métodos de fabricación.

Nivel 7 Cueros: El programa culmina con el estudio de los cueros, donde los estudiantes aprenden sobre sus diversas aplicaciones y técnicas de trabajo.

Estos espacios son centros de actividad donde se llevan a cabo procesos creativos, experimentación con materiales y prototipado de productos, lo que implica la manipulación de

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

herramientas, maquinarias y sustancias que pueden representar riesgos para la integridad física y la salud de la comunidad que hace uso de ellos. Es por ello por lo que la Seguridad y salud son aspectos fundamentales en cualquier entorno laboral, y en el caso específico de los laboratorios de diseño industrial, su importancia se vuelve aún más relevante.

En este contexto, la implementación y adopción de medidas de Seguridad y salud en el trabajo adecuadas es crucial para garantizar un entorno laboral seguro y propicio para el desarrollo de las actividades misionales. El presente trabajo de grado tiene el propósito de desarrollar una propuesta técnico-económica para el diseño de un programa de seguridad industrial en los laboratorios de la escuela, así como la elaboración e implementación de la “Guía técnica de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander”. Motivado por la adaptación del funcionamiento de los Laboratorios conforme a la normativa vigente, este proyecto surge ante las condiciones físicas, estructurales y técnicas desfavorables que limitan el desarrollo de los procesos misionales de los estudiantes en el ámbito académico y de seguridad, especialmente en el área de materiales y procesos.

A través de este contenido, se busca no solo identificar las deficiencias en materia de seguridad y salud en el trabajo, sino también proponer una solución completa que permita mejorar las condiciones de trabajo, promoviendo así un entorno más seguro y propicio para el desarrollo académico y práctico de los estudiantes y profesionales.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Tabla de cumplimiento de objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Desarrollar una propuesta técnico-económica para el diseño de un programa de seguridad industrial en los laboratorios de diseño industrial de la universidad industrial de Santander.	Capitulo 7. Análisis Técnico-Económico Página 96.
Analizar la normativa vigente en seguridad y salud en el trabajo y su aplicabilidad a los laboratorios de diseño industrial.	Capitulo 5. Diagnóstico 5.7 Análisis de deficiencias en seguridad Página 74.
Identificar las deficiencias en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo en los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander.	Capitulo 5. Diagnóstico 5.1 Descripción de los Laboratorios de Diseño Industrial. Página 27 5.3 Identificación de Peligros y Riesgos en los Laboratorios. Página 43
Diseñar un programa de seguridad industrial adaptado a las necesidades y características de los laboratorios de diseño industrial.	6. Propuesta de Diseño del Programa de Seguridad Industrial. Página 86
Diseñar una guía en materia de seguridad y salud en el Trabajo dirigida a los estudiantes y el técnico de los laboratorios.	6. Propuesta de Diseño del Programa de Seguridad Industrial. 6.1 Componentes del Programa de Seguridad Industrial. 6.3.1 Diseño del Documento Guía Específico para los Usuarios de los Laboratorios. Página 77.
Implementar el uso de la guía de seguridad industrial, mediante la capacitación y divulgación a los estudiantes y a la escuela de diseño Industrial.	6. Propuesta de Diseño del Programa de Seguridad Industrial 6.1 Componentes del Programa de Seguridad Industrial. 6.3.1.1 Capacitación y Divulgación del Documento Guía. Página 78.

1. Objetivos del Proyecto

1.2 Objetivo General

Desarrollar una propuesta técnico-económica para el diseño de un programa de seguridad industrial en los laboratorios de diseño industrial de la universidad industrial de Santander.

1.3 Objetivos Específicos

Analizar la normativa vigente en seguridad industrial y su aplicabilidad a los laboratorios de diseño industrial.

Identificar las deficiencias en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo en los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Diseñar un programa de seguridad industrial adaptado a las necesidades y características de los laboratorios de diseño industrial.

Diseñar una guía en materia de seguridad y salud en el Trabajo dirigida a los estudiantes y el técnico de los laboratorios.

Implementar el uso de la guía de seguridad industrial, mediante la capacitación y divulgación a los estudiantes y a la escuela de diseño Industrial.

2. Alcance del Proyecto

El alcance de este proyecto se centra en desarrollar una propuesta para el diseño de un programa de seguridad industrial en los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander, sede Bucaramanga. Este trabajo incluye el análisis de la normativa vigente, la identificación de deficiencias en materia de seguridad y los riesgos presentes en los

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

laboratorios, así como la elaboración de una Guía de Seguridad Industrial dirigida a estudiantes y técnicos, que contiene la descripción de los equipos que dispone la escuela de diseño industrial, su función, riesgos asociados a su uso, reglas de comportamiento dentro de las instalaciones, plan de evacuación en casos de emergencia, uso correcto de Elementos de protección personal y recomendaciones generales, todo ello con el fin de garantizar un entorno más seguro y adecuado para el desarrollo de las actividades académicas.

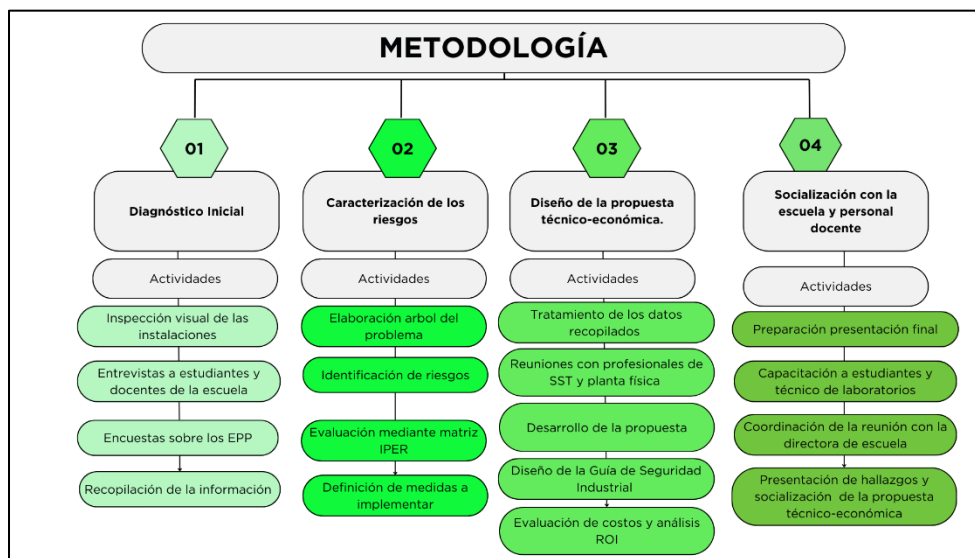
Adicionalmente, se realizará un análisis económico que evaluará la viabilidad del programa, comparando los costos de implementación de las medidas propuestas con los posibles gastos derivados de accidentes laborales, tales como indemnizaciones, demandas y pérdidas operacionales. Esto permitirá dimensionar el impacto económico de no aplicar las medidas de seguridad necesarias en estos espacios.

3. Metodología de Trabajo

La metodología de este proyecto se dividió en 4 fases fundamentales plasmadas en la Figura 1.

Figura 1

Metodología del proyecto



3.1 Fase 1: Diagnóstico Inicial

En esta fase, se realizó una inspección visual detallada de las instalaciones, siguiendo los lineamientos de la “Guía para la Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos de Seguridad y Salud en el trabajo” (Guía Técnica Colombiana (GTC) 45, 2022). El objetivo fue identificar las áreas con posibles riesgos locativos, físicos y químicos. Adicionalmente, se analizó el uso de los Elementos de Protección Personal (EPP) por parte de estudiantes y docentes mediante la aplicación de encuestas. Finalmente, se llevó a cabo una consulta con el técnico encargado de los laboratorios, lo que permitió recopilar información valiosa sobre las condiciones actuales y prácticas implementadas en estos espacios.

Detalle de las Actividades:

A continuación, se enlistan las actividades que se realizaron a lo largo del desarrollo de la metodología del proyecto:

- Inspección visual detallada de las instalaciones
- Obtención de datos: Formato inspección. (Ver Apéndice A)
- Uso de la Guía para la Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos (Ver apéndice B)
- Encuestas sobre uso de EPP (Ver apéndice C).
- Obtención de datos: Encuesta *Google Forms*.
- Consulta y recopilación de información con el técnico encargado de Laboratorios.
- Obtención de datos: Entrevista mediante audio y registrada en Word (Ver apéndice E).

3.2 Fase 2: Caracterización de los Riesgos

A partir de la identificación y evaluación previa de los riesgos, se realizó una priorización basada en el impacto de cada uno, lo que permitió obtener un panorama más claro y establecer las estrategias, métodos y enfoques adecuados para su mitigación.

La propuesta contempla la implementación de medidas de ingeniería, como la actualización de equipos y mejora de procesos; medidas administrativas, que incluyen la definición de protocolos para la realización de trabajos seguros y la ejecución de programas de capacitación, así como ajustes en la infraestructura de los laboratorios. Todas estas acciones se desarrollan en cumplimiento de la legislación colombiana en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, específicamente la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015.

Detalle de las Actividades:

- 8.2.1 Priorización detallada de riesgos

Obtención de datos: Matriz IPVR (Ver apéndice F)

- 8.2.2 Elaboración de árbol del problema

Obtención de datos: Árbol del problema (Ver apéndice G)

- 8.2.3 Evaluación de riesgos mediante la matriz IPVR

Obtención de datos: Matriz (Ver apéndice F)

- 8.2.4 Definición de las medidas a implementar

Obtención de datos: Matriz IPVR (Ver apéndice F)

3.3 Fase 3: Diseño de la Propuesta Técnico-Económica

A partir de la identificación y evaluación previa de los riesgos, se realizó una priorización basada en el impacto de cada uno, lo que permitió obtener un panorama más claro y establecer las estrategias, métodos y enfoques adecuados para su mitigación.

La propuesta contempla la implementación de medidas de ingeniería, como la modificación de equipos y procesos; medidas administrativas, que incluyen la definición de protocolos para la realización de trabajos seguros y la ejecución de programas de capacitación; así como ajustes en la infraestructura de los laboratorios. Todas estas acciones se desarrollan en cumplimiento de la legislación colombiana en materia de Seguridad y Salud Industrial, específicamente la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015.

Detalle de las Actividades:

- 8.3.1 Reuniones con profesionales en SST y técnico de Laboratorios.
- 8.3.2 Desarrollo de la propuesta técnica.
- 8.3.3 Elaboración de la guía en materia de SST para la formación de estudiantes y del técnico.
- 8.3.4 Evaluación de costos y análisis de ROI.
- 8.3.5 Estudio de viabilidad económica.

3.4 Fase 4: Socialización de la Propuesta con la Entidad Involucrada

Se realizó la presentación final de la propuesta a la directora de la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, en compañía del técnico encargado de los laboratorios. Durante esta reunión, se expusieron todos los hallazgos obtenidos a lo largo del proyecto, así como la solución más adecuada para combatir y mitigar los riesgos identificados.

Adicionalmente, se llevó a cabo una capacitación dirigida a una muestra de estudiantes y al técnico de los laboratorios. Esta formación se basó en la “guía técnica de seguridad Industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander” elaborada para la implementación de la propuesta.

La reunión, programada con anterioridad, permitió explicar y abordar de manera clara y concisa los puntos más importantes del proyecto a través de una presentación estructurada y enfocada.

Detalle de las Actividades:

- 8.4.1 Preparación de la presentación final

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

- 8.4.2 Capacitación basada en la Guía técnica de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander dirigida a una muestra de estudiantes y al técnico de los laboratorios.
- 8.4.3 Coordinación de la reunión con la directora de la escuela de Diseño Industrial y el técnico encargado
- 8. 4.3 Presentación de hallazgos y propuesta técnica y económica

4. Marco Teórico

4.1 Introducción al Marco Teórico

El diseño de un programa de seguridad industrial es fundamental en los laboratorios de diseño industrial, donde la manipulación constante de equipos, herramientas y materiales representa riesgos significativos para estudiantes y docentes. Si bien estos espacios están orientados al aprendizaje práctico, su correcto funcionamiento depende de la implementación de medidas que garanticen la seguridad de los usuarios y promuevan un entorno académico seguro y eficiente.

Por esta razón, se hace necesario fundamentar este trabajo en conceptos normativos y técnicos, aplicando las directrices de Seguridad y salud en el trabajo. Esto permitirá identificar los riesgos existentes, analizar las normativas vigentes y proponer medidas preventivas que mitiguen accidentes y fomenten una cultura de prevención dentro de la comunidad universitaria.

4.2 Conceptos Clave

4.2.1 Seguridad Industrial

La seguridad industrial se define como el conjunto de medidas y prácticas implementadas para prevenir accidentes laborales, proteger a los trabajadores y minimizar los riesgos asociados al uso de maquinaria y materiales en entornos industriales. En los laboratorios de diseño industrial, la seguridad industrial es crucial debido a la presencia de maquinaria pesada, herramientas cortantes y materiales peligrosos.

Este proyecto tiene como objetivo crear un manual que identifique los riesgos específicos de cada laboratorio (cerámicos, maderas, y metales) y proporcione directrices claras para el uso adecuado de los equipos y Elementos de Protección Personal (EPP).

4.2.2 Peligros y Riesgos en Entornos de Trabajo

El peligro es cualquier fuente o situación con el potencial de causar daño en términos de lesiones o enfermedades a las personas, daño a los equipos, instalaciones o el medio ambiente. Los riesgos son la probabilidad de que el peligro se materialice y cause un impacto negativo. En los Laboratorios de diseño industrial, los peligros pueden incluir maquinaria en movimiento, materiales peligrosos como químicos o partículas, y el uso de herramientas cortantes.

La identificación de riesgos es esencial para el diseño de un programa de seguridad industrial. Esto permite tomar medidas preventivas específicas, como la implementación de protocolos de seguridad y el uso de EPP adecuados para cada tipo de tarea.

4.2.3 Elementos de Protección Personal (EPP)

Los EPP son dispositivos o vestimenta que los trabajadores deben usar para protegerse de los riesgos asociados a su labor. Los EPP son fundamentales en los Laboratorios de diseño industrial debido a la variedad de actividades de riesgo que se realizan. Dependiendo del tipo de Laboratorio, los EPP pueden incluir guantes, gafas protectoras, cascos, ropa resistente a las llamas, mascarillas respiratorias, entre otros.

El uso correcto de los EPP es parte de las medidas preventivas necesarias para minimizar los riesgos y garantizar la seguridad de los estudiantes y docentes que usan los laboratorios.

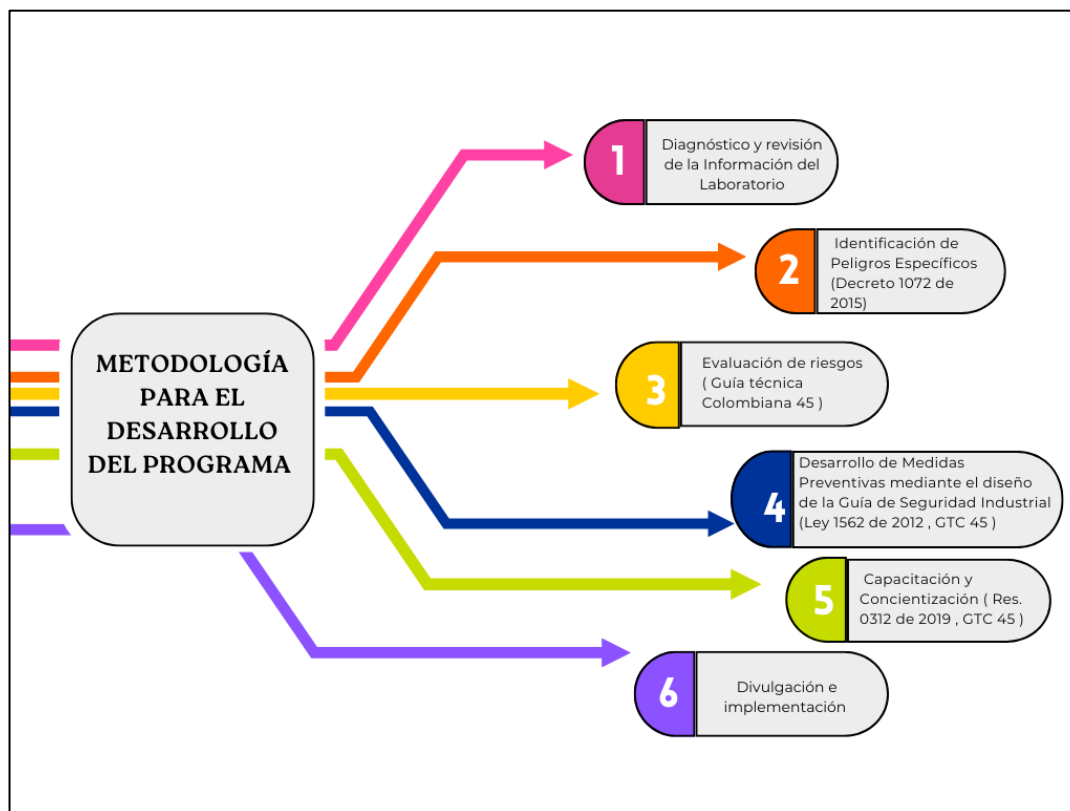
4.2.4 Metodología para la Identificación de Riesgos

La identificación de riesgos es el proceso de reconocimiento de los peligros presentes en los laboratorios y la evaluación de su potencial impacto sobre la salud y seguridad de los usuarios. La GTC 45, establece los pasos a seguir para la identificación y evaluación de riesgos, incluyendo la observación directa de las actividades, entrevistas con los usuarios, y el análisis de los equipos y materiales presentes en un laboratorio.

El uso de esta metodología en este contexto permite implementar medidas correctivas y preventivas para mitigar los riesgos y proteger a los estudiantes y usuarios de los Laboratorios, la información de esta metodología se detalla en la Figura 2.

Figura 2

Metodología para el desarrollo del programa



4.2.5 Plan de Emergencias y Evacuación

El plan de emergencias es un componente esencial del sistema de seguridad y salud, y su diseño ha sido fundamental para garantizar la protección de los usuarios en los laboratorios de diseño industrial, donde se manipulan equipos y materiales peligrosos. Este plan incluye procedimientos claros para la evacuación en caso de emergencias como incendios, sismos u otros incidentes que puedan poner en peligro la vida de los usuarios.

Se definieron y establecieron los siguientes elementos clave:

- Rutas de evacuación accesibles y debidamente señalizadas.
- Puntos de encuentro seguros fuera de las instalaciones.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Simulacros regulares para familiarizar a los usuarios con los procedimientos de evacuación.

Dada la importancia de este plan en un entorno donde los riesgos son inherentes, su implementación permite minimizar el impacto de situaciones inesperadas y garantizar una respuesta eficiente. Para más detalles sobre su desarrollo y contenido (Ver Apéndice H), donde se describe en profundidad cada componente del plan.

4.2.6 Prevención y Mitigación de Riesgos

La prevención de riesgos se refiere a las acciones proactivas implementadas para evitar que los peligros se conviertan en accidentes. En los Laboratorios de diseño industrial, la prevención incluye la capacitación constante de los usuarios, la inspección regular de equipos y herramientas, y la promoción de una cultura de seguridad.

Las medidas de mitigación son aquellas que buscan reducir el impacto de un riesgo una vez que se ha identificado. Esto puede incluir la sustitución de equipos obsoletos por otros más seguros, la implementación de barreras físicas para proteger a los usuarios o la instalación de sistemas de ventilación adecuados para reducir la exposición a partículas en suspensión.

4.3 Normativas y Reglamentación de Seguridad en Colombia

Para la correcta implementación de un programa de seguridad industrial, es esencial seguir las normativas vigentes en Colombia frente a este ámbito. A continuación, se presenta, en resumen, las normativas más relevantes:

4.3.1 Decreto 1072 de 2015

Este decreto establece el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, el cual integra toda la normativa relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Su propósito es garantizar que los empleadores implementen sistemas de gestión que identifiquen, evalúen y controlen los riesgos laborales. En el contexto de los laboratorios de la UIS, este decreto proporciona el marco normativo para diseñar un sistema que promueva la seguridad y prevención de accidentes.

4.3.2 Resolución 0312 de 2019

Esta resolución define los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Establece requisitos para el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas en los entornos laborales, incluyendo la identificación de riesgos, las medidas de control y la gestión de emergencias. Para los laboratorios de diseño industrial, estos estándares se aplican a los procedimientos de seguridad y la evaluación de los riesgos inherentes a cada Laboratorio.

4.3.3 Ley 1562 de 2012

Modifica el Sistema de Riesgos Laborales y establece disposiciones para mejorar la SST en Colombia. En el ámbito académico, esta ley obliga a las instituciones educativas a garantizar la seguridad de los estudiantes y docentes en sus instalaciones.

4.3.4 Guía Técnica Colombiana (GTC)

La GTC 45 es un documento de referencia que describe la metodología para la identificación de peligros y evaluación de riesgos. Es una herramienta fundamental en el desarrollo

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

de programas de seguridad industrial, ya que proporciona un enfoque sistemático para la evaluación de riesgos en entornos laborales. En el contexto de los laboratorios de la UIS, la GTC sirve como base para identificar los riesgos específicos de cada Laboratorio y establecer medidas preventivas adecuadas.

Todas estas normativas, constituyen la base legal y técnica para la implementación de un programa de seguridad industrial en los laboratorios de diseño industrial de la UIS. Estas regulaciones no solo establecen los lineamientos para la identificación y gestión de riesgos, sino que también orientan la adopción de medidas preventivas y correctivas que garanticen la protección de los usuarios y el cumplimiento de los estándares de Seguridad y Salud en el trabajo.

Con estas directrices como fundamento, la siguiente sección aborda un panorama general de los riesgos que actualmente se presentan en los laboratorios de diseño Industrial.

4.4 Riesgos Específicos en los Laboratorios de diseño industrial

4.4.1 Laboratorio de metales

Este Laboratorio implica riesgos asociados al uso de maquinaria pesada, como sierras, tornos y soldadoras. Los peligros incluyen cortes, quemaduras y exposición a partículas metálicas en suspensión. Es fundamental que los usuarios estén capacitados en el uso de esta maquinaria y que utilicen EPP como guantes de protección, gafas y mascarillas.

4.4.2 Laboratorio de maderas

El Laboratorio de maderas presenta riesgos derivados del uso de sierras eléctricas y otras herramientas cortantes, así como la exposición al polvo de madera, que puede ser un agente

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

irritante para los pulmones. Se recomienda el uso de EPP como guantes, gafas y mascarillas para evitar accidentes y proteger la salud respiratoria de los usuarios.

4.4.3. Laboratorio de cerámicos

Los principales riesgos en el Laboratorio de cerámicos incluyen quemaduras por la manipulación de hornos y materiales calientes, así como la exposición a polvos y productos químicos utilizados en el proceso de moldeado y esmaltado. Es necesario utilizar guantes térmicos, gafas de protección y ropa resistente al calor.

5. Diagnóstico

5.1 Descripción de los Laboratorios de Diseño Industrial

Con el fin de identificar los peligros existentes y los riesgos inherentes a estos, se realizó una inspección visual de los 3 laboratorios ubicados en el edificio 29 de la UIS correspondientes a los laboratorios de diseño industrial, para este fin se hizo uso de registro fotográfico y un formato de inspección en forma de lista de chequeo, analizando así la maquinaria, equipos, espacios de trabajo y su infraestructura, a su vez, en repetidas visitas a los laboratorios pudimos observar el trabajo de los estudiantes dentro de estos espacios, identificando tanto el uso adecuado como el incorrecto, o la ausencia de EPP en algunos casos, además de las condiciones de temperatura, ruido e iluminación bajo las cuales los estudiantes realizan sus actividades.

La inspección visual de cada laboratorio plasmada en fotografías se puede observar en la Figura 3 la cual hace referencia al laboratorio de maderas, así como en la Figura 4 y Figura 5 en las cuales se observan el laboratorio de metales y cerámicos respectivamente.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Figura 3

Laboratorio de metales



Figura 4

Laboratorio de maderas



Figura 5

Laboratorio de cerámicos



A continuación, en la Tabla 1 se detalla el formato de inspección utilizado con los hallazgos por Laboratorio.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Tabla 1

Formato de inspección laboratorio de metales

FORMATO DE INSPECCIÓN											
FECHA:	18/07/2024										
LABORATORIO:	METALES										
ENCARGADO:	Mauricio Jaraba										
INSTALACIONES LOCATIVAS											
ASPECTOS	DERRAMES		OBSTÁCULOS		DEFECTOS		DESNIVELES		ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	CORRECTO	INCORRECTO	
Superficies de trabajo, pisos, muebles		X	X		X		X			X	Los equipos están mal distribuidos ya que se encuentran demasiado juntos y la demarcación en el suelo es casi imperceptible. Los pisos, techos y paredes presentan desniveles, humedad y desgaste en la pintura. Se encuentran objetos y cables en el suelo sin un correcto almacenamiento.
ASPECTOS	ACCESIBILIDAD		DEMARCACIÓN		DIMENSIONES		ILUMINACIÓN		ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	CORRECTO	INCORRECTO	
Vías de acceso: pasillos, espacio, etc.		X		X		X		X		X	Los espacios son muy reducidos por lo que la movilidad dentro del taller se complica cuando asisten varios estudiantes. Objetos que interfieren en el espacio de tránsito,

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

											espacio el cual no se encuentra demarcado correctamente.
ASPECTOS	ESTADO		FUNCIONAMIENTO		MANTENIMIENTO		UBICACIÓN		ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	CORRECTO	INCORRECTO	
Sistema de Ventilación: Ventanales, extractores, rejillas		X		X		X		X		X	En cuanto a ventilación únicamente se encuentran las ventanas, de las cuales sus vidrios se encuentran rotos y algunas ventanas caídas. No hay presencia de extractores ni de rejillas.
INSTALACIONES ELECTRICAS											
ASPECTOS	UBICACIÓN		PROTECCIONES		SEÑALIZACIÓN		ORDEN Y ASEO		ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	CORRECTO	INCORRECTO	
Cableado, tomas, enchufes, conexiones, cajas de interruptores.		X		X		X		X		X	El cableado está disperso por todo el taller, sin ninguna protección ni señalización adecuada. Las conexiones tampoco se encuentran con alguna señalización.
MAQUINARIA Y EQUIPOS											
ASPECTOS	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO MAQUINA		LOCALIZACIÓN		SEÑALIZACIÓN Y DEMARCACIÓN		ORDEN Y ASEO		ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	CORRECTO	INCORRECTO	

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Equipos y herramientas usados		X	X			X		X		X	Los equipos quedan sucios después de su uso y no son organizados adecuadamente. No presentan señalización ni demarcación
ESTANTERÍAS Y REPISAS											
ASPECTOS	APILAMIENTO								ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO							CORRECTO	INCORRECTO	
Apilamiento de elementos	X									X	Los elementos se encuentran apilados sobre mesos o apoyados en las paredes. Así como las pimpinas de gases no se encuentran debidamente ubicadas sobre un soporte que no permita su movimiento, sino que se encuentran recostadas sobre la pared con el peligro latente de que estás puedan caerse.
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL											
ASPECTOS	USO		ESTADO						ESTADO		OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO					CORRECTO	INCORRECTO	
Guantes, botas, tapa-oidos, tapabocas, bata, overol, gafas, careta, otros.		X		X							No todos los estudiantes utilizan los elementos de protección personal; algunos solo usan ciertos elementos, mientras que otros los utilizan en estado desgastado.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

FACTORES DE RIESGO											
ASPECTOS	PRESENTE		MEDIDAS DE PREVENCIÓN								OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO							
RIESGOS FÍSICOS: Ruido,iluminación,temperatura, vibración.	X			X							Los equipos como la fresadora, el taladro, el esmeril producen ruidos. Las ventanas se encuentran rotas y caídas, además de que no proporcionan la ventilación adecuada. La iluminación es deficiente ya que, en los días nublados, aunque se cuente con los focos/lámparas encendidas no se ve con claridad.
ASPECTOS	PRESENTE		MEDIDAS DE PREVENCIÓN								OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO							
Riesgos QUÍMICOS: Polvos, gases y vapores, humos, material particulado (corrosivos, explosivos, irritantes, oxidantes, inflamables, tóxicos.)	X			X							Cuando los metales son cortados o lijados pueden generar polvos, asimismo cuando los metales son calentados a altas temperaturas, como en procesos de soldadura producen humos, añadido a esto la soldadura también pueden liberar gases.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

											En cuanto a las medidas se prevención, se deberían manejar cubrebocas, pero los estudiantes no hacen uso de estos el 100% de las ocasiones.
ASPECTOS	PRESENTE		MEDIDAS DE PREVENCIÓN								OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO							
RIESGOS BIOLÓGICOS: Exposición a virus, bacterias, hongos, parásitos, fluidos o excrementos.	X			X							Debido a que los talleres están ubicados justo al lado de una zona boscosa en la cual se encuentran diferentes tipos de animales los cuales ingresan a los talleres puesto que, aunque tengan la puerta cerrada, sus ventanas están rotas. Se encuentran diferentes animales como cucarachas, ardillas, ratas y zarigüeyas.
ASPECTOS	PRESENTE		MEDIDAS DE PREVENCIÓN								OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO							
RIESGOS PSICOSOCIALES: Diseño, organización y gestión del trabajo.	X			X							Las estaciones no están organizadas de manera eficiente, lo que causa desorden. Los espacios son reducidos, por ello, cuando varios estudiantes ingresan a los talleres se sienten acosados y estresados, sumado a que aumenta la temperatura y esto les causa más estrés.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

ASPECTOS	PRESENTE		MEDIDAS DE PREVENCIÓN								OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO							
RIESGOS ERGONOMICOS: Sobreesfuerzos, malas posturas, manipulación inadecuada, trabajos y posturas repetitivas.	X			X							Se encuentran posturas inadecuadas y repetitivas ya que muchos de los estudiantes no conocen cual es la postura adecuada al manejar cada herramienta y añadido a esto no son concientes de que deben realizar pausas para no fatigar sus musculos en la misma posición durante un tiempo prolongado
ASPECTOS	PRESENTE		MEDIDAS DE PREVENCIÓN								OBSERVACIONES
	SI	NO	SI	NO							
RIESGOS MECÁNICOS: Elementos o partes de máquinas, herramientas, equipos, piezas a trabajar, materiales que pueden ocasionar daño.	X			X							Muchos de los equipos son antiguos y algunos están obsoletos, pero continúan en uso debido a la necesidad de realizar los trabajos. Los estudiantes no recogen su desorden ni limpian los equipos después de utilizarlos. Además, hay máquinas peligrosas que se operan sin un conocimiento completo de su funcionamiento.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

A continuación, se describen los hallazgos de los laboratorios de cerámicos y maderas en forma de texto debido a las limitaciones de espacio (Ver apéndice A). En el laboratorio de cerámicos, se identificaron múltiples deficiencias haciendo uso del formato de inspección anteriormente mostrado, incluyendo superficies de trabajo con desniveles, humedad y desgaste, así como una ventilación limitada a ventanas en mal estado. Las vías de acceso están obstruidas por objetos y no cuentan con una demarcación adecuada para las mismas.

Añadido a esto, las instalaciones eléctricas carecen de señalización y protección, mientras que los equipos y herramientas no se encuentran organizados ni limpios tras su uso. Además, los elementos de protección personal son insuficientes o están en mal estado, y no todos los estudiantes los utilizan correctamente.

Se identificaron riesgos:

- Físicos: Deficiencia en iluminación y aumento de temperatura por el uso del horno.
- Químicos: Liberación de polvos y humos durante el procesamiento de materiales.
- Biológicos: Posible presencia de plagas, animales e insectos debido a la proximidad a una zona boscosa, sumado a que se cuenta con ventanas rotas.
- Psicosociales: Los espacios reducidos y desordenados generan estrés en los estudiantes.
- Ergonómicos: Los estudiantes poseen malas posturas prolongadas por falta de orientación.
- Mecánicos: Riesgos asociados al horno y otros equipos sin las distancias de seguridad requeridas.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

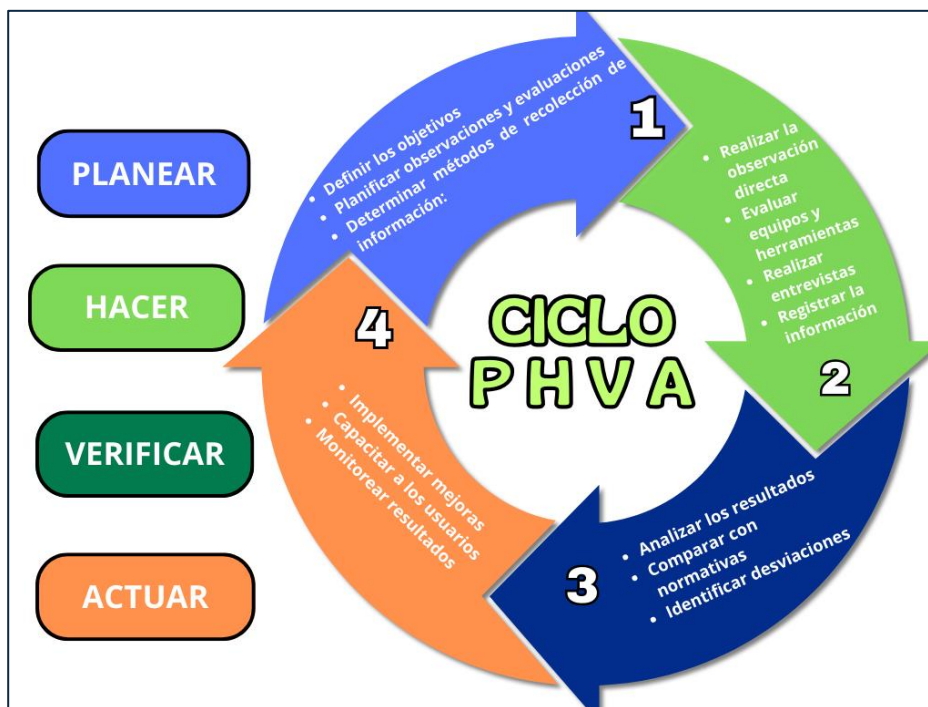
Finalmente, en cuanto a la inspección del laboratorio de maderas, el análisis evidencia importantes deficiencias en las condiciones de seguridad e higiene del laboratorio. Las superficies presentan desniveles y obstáculos, añadido a equipos mal distribuidos en el espacio y pisos desgastados con hendiduras. Las vías de acceso se encuentran mal demarcadas y dificultan la movilidad de los usuarios. Asimismo, la ventilación es insuficiente, puesto que se tienen ventanas rotas y no hay otro sistema de ventilación. El cableado e instalaciones eléctricas están expuestas sin señalización ni protección. Las máquinas carecen de un mantenimiento predictivo y hay algunas que ya requieren ser reemplazadas por su tiempo de uso, la maquinaria también carece de limpieza y señalización, y los elementos de protección personal son usados de forma inconsistente y algunos están en mal estado. Además, se identifican riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales, ergonómicos y mecánicos, agravados por una organización deficiente, iluminación inadecuada y falta de medidas preventivas efectivas.

5.2 Metodología para el Diagnóstico

La información de la metodología implementada para el diagnóstico se detalla en la Figura 6

Figura 6

Ciclo PHVA



5.3 Identificación de Peligros y Riesgos en los Laboratorios

Para la identificación de peligros y los riesgos asociados a los mismos, se clasificaron por laboratorio y tipo de riesgo como se evidencia en el formato de las siguientes tablas.

A continuación, en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 se describen en detalle los peligros y riesgos asociados al laboratorio de maderas, metales y cerámicos respectivamente, asimismo, en la Tabla 5 se describen los riesgos que poseen en común los tres laboratorios:

Tabla 2

Peligros y riesgos asociados al laboratorio de maderas

PELIGROS Y RIESGOS ASOCIADOS AL LABORATORIO DE MADERAS			
IDENTIFICACIÓN PELIGRO			Riesgos asociados
PELIGRO	TIPO	DESCRIPCIÓN	
Operaciones y funcionamiento de máquinas y equipos como: Sierra circular, sierra sin fin, torno, sierra escuadradora, caladora de banco, fresadora, entre otras.	Mecánico	Mecánico (Manejo de máquinas y equipos)	Atrapamiento, golpes, cortes machucones, lesiones, contusiones.
Almacenamiento de materiales.	Locativo	Locativo (Condiciones de orden y aseo)	Golpes, tropiezos, caídas de objetos.
Sustancias químicas (pegante para madera, entre otros)	Químico	Líquidos	Intoxicación, quemaduras, inflamación de las vías respiratorias altas, salpicaduras en los ojos y malestar general.
Material particulado producto del corte y pulido de maderas	Químico	Material particulado	Asma ocupacional, alergias, irritación de las vías respiratorias, irritación por contacto con la piel y con los ojos.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Ausencia de la iluminación adecuada	Físico	Iluminación	Fatiga visual, cefalea, dolor ocular, visión borrosa.
Uso del máquinas y equipos como: sierra sin fin, fresadora y añadido a esto el limitado espacio de los Laboratorios.	Físico	Ruido (Intermitente)	Cefalea, dificultad para la comunicación oral, disminución de la capacidad auditiva progresiva, fatiga mental.
Fisura en el techo, paredes y asimismo presencia de moho en las mismas.	Locativo	Locativo (Estructura e instalaciones)	Alergias y Afectaciones respiratorias, lesiones en tejidos blandos y osteomusculares, golpes, incendios.
Posición inadecuada durante el trabajo por un lapso extenso.	Ergonómico	Ergonómico (Posición inadecuada)	Lesiones osteomusculares, calambres, dolores.

Tabla 3

Peligros y riesgos asociados al laboratorio de metales

RIESGOS ASOCIADOS AL LABORATORIO DE METALES			
IDENTIFICACIÓN PELIGRO			Riesgos asociados
PELIGRO	TIPO	DESCRIPCIÓN	
Proveniente de la soldadura mic mac y por electrodo revestido	Químico	Humos metálicos y no metálicos	Intoxicación, alteración del sistema nervioso central, inflamación de las vías respiratorias altas,

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

			dolor de cabeza, náuseas y malestar general (Cáncer de pulmón)
Viruta/partículas generadas por el proceso del pulido	Químico	Material particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis crónica, Irritación de las vías respiratorias, irritación por contacto con la piel y con los ojos,
Fuga de gas proveniente de cilindros de gases comprimidos (CO ₂ , Acetileno) que no se encuentran en el lugar adecuado.	Condiciones de seguridad/Locativos	(Fuga de gas)	Afecciones respiratorias, Incendios, Explosión, asfixia, lesiones osteomusculares
Operación de máquinas como: taladro, pulidora, soldadura mig mag, por electrodo revestido, compresor, tronzadoras, taladro, esmeril, etc.	Mecánico	(Manejo de máquinas y equipos)	Atrapamiento, golpes, cortes machucones, lesiones, contusiones.
Fisura en el techo, paredes y asimismo presencia de moho en las mismas	Locativo	Locativo (Estructura e instalaciones)	Alergias y Afectaciones respiratorias, lesiones en tejidos blandos y osteomusculares, golpes, incendios, posible caída del techo.
Generadas por el uso del máquinas y equipos como: compresor,	Físico	Ruido (Intermitente)	Disconfort auditivo, trastornos de adaptación, cefalea,

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

pulidoras, tronzadora, taladro y añadido a esto el limitado espacio de los Laboratorios			dificultad para la comunicación oral, disminución de la capacidad auditiva progresiva, fatiga física y mental, alteraciones temporales del umbral auditivo
Provenientes de la soldadura mig mag, por electrodo revestido ((Rayos ultravioleta e infrarrojos)	Físico	Radiaciones no ionizantes	Daño ocular, cefaleas, fatiga visual, quemaduras en la piel y en los ojos, síndrome de ojo seco, ceguera.
Por el uso de equipos en presencia de material combustible (pliegos de papel, cartón, madera)	Condiciones de seguridad	Incendio o explosión	Quemaduras, lesiones osteomusculares.
Ausencia de la iluminación adecuada	Físico	Iluminación	Fatiga visual, cefalea, dolor ocular, visión borrosa.

Tabla 4

Peligros y riesgos asociados al laboratorio de cerámicas

RIESGOS ASOCIADOS AL LABORATORIO DE CERÁMICAS			
IDENTIFICACIÓN PELIGRO			Riesgos asociados
PELIGRO	TIPO	DESCRIPCIÓN	
Procesos inherentes del Laboratorio	Químico	Material particulado	Asma ocupacional, alergias, bronquitis crítica, Irritación de las vías respiratorias, irritación por contacto

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

			con la piel y con los ojos,
Operación de máquinas, equipos y con superficies calientes como: horno para cerámica	Físico	Superficies calientes	Afecciones en la piel, quemaduras.
Operar en un área cerca del horno	Físico	Temperaturas extremas	Deshidratación, estrés por calor, falta de confort térmico.
Humedad en techo y deterioro de piso	Locativo	Estructura e instalaciones	Alergias y Afectaciones respiratorias, lesiones en tejidos blandos y osteomusculares, golpes, caídas.
Ausencia de la iluminación adecuada	Físico	Iluminación	Fatiga visual, cefalea, dolor ocular, visión borrosa.
Sustancias químicas (monómeros, catalizadores, solventes, entre otros)	Químico	Líquidos	Intoxicación, quemaduras, inflamación de las vías respiratorias altas, salpicaduras en los ojos y malestar general.

Tabla 5

Riesgos asociados a todos los laboratorios

RIESGOS ASOCIADOS A TODOS LOS LABORATORIOS	
IDENTIFICACIÓN PELIGRO	Riesgos asociados

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

PELIGRO	TIPO	DESCRIPCIÓN	
Presencia en los alrededores de consumidores de sustancias psicoactivas	Condiciones de Seguridad	Público (Sustancias psicoactivas)	Cefaleas, Mareos, Irritación y resequedad ocular, resequedad en la boca
Presencia de animales y falta de seguridad en las entradas de los Laboratorios	Biológico	Animales como ratas, zarigüeyas que se encuentran alrededor de los Laboratorios pueden acceder a estos puesto que las ventanas se encuentran rotas.	Contaminación, enfermedades, daños en las herramientas y materiales,
Ventanas en mal estado y zonas con ventilación deficiente.	Físico	Estrés térmico	Agotamiento, deshidratación, golpes de calor, falta de concentración.

5.4 Evaluación de Riesgos

Después de recopilar la información y las evidencias correspondientes de cada laboratorio, se llevó a cabo una segmentación detallada de los peligros y riesgos identificados en cada taller. Esta segmentación permitió organizar la información de manera clara y precisa, facilitando la posterior evaluación de los riesgos.

La evaluación se realizó siguiendo las directrices establecidas en la Guía Técnica Colombiana 45 (GTC 45), la cual proporciona un marco metodológico para la identificación y valoración de riesgos. Para ello, se utilizó una matriz que recopila información clave de cada situación de riesgo, incluyendo la ubicación específica del peligro y las tareas asociadas, indicando si son rutinarias o no.

Además, la matriz incluye otros aspectos fundamentales como la fuente generadora o peligro, su clasificación, una descripción detallada del riesgo y los posibles efectos que podría tener en los usuarios. También se analizaron los controles existentes para mitigar cada peligro, evaluando su eficacia y realizando una valoración del riesgo con base en estos datos.

Finalmente, se establecieron los criterios para implementar controles adicionales y se definieron medidas específicas para mejorar la seguridad en los laboratorios. Estos controles abarcan desde mejoras estructurales y de procedimiento hasta el uso adecuado de los Elementos de Protección Personal (EPP). La matriz resultante proporciona una herramienta integral para gestionar los riesgos de manera efectiva y garantizar un entorno más seguro. (Ver Apéndice G)

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para realizar la evaluación de los riesgos en los laboratorios, se hizo mediante la matriz establecida en la GTC 45 determina su nivel de riesgo de acuerdo con varios factores debidamente especificados en la Guía Técnica:

- Nivel de consecuencia (NC): Medida de la severidad de las consecuencias
- Nivel de deficiencia (ND): Magnitud de la relación esperable entre (1) el conjunto de peligros detectados y su relación causal directa con posibles incidentes y (2) con la eficacia de las medidas preventivas existentes en un lugar de trabajo.
- Nivel de exposición (NE): Situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral.
- Nivel de probabilidad (NP): Producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición.

Para poder determinar estos niveles de exposición a peligros se tomó como referencia la Guía GTC 45 (Ver Apéndice B), posteriormente para la realización de esta matriz, se tomaron en cuenta los datos de: un tiempo de exposición de dos horas, que es equivalente a la duración promedio de una clase práctica en estos espacios, y también se asignó un promedio de 20 estudiantes expuestos por cada sesión de clase.

Esta información fue fundamental para poder determinar el nivel de riesgo, teniendo en cuenta que este se clasifica en “Mejorable”, “Aceptable con controles específicos” y “No aceptable”, a continuación, se presenta una síntesis de los aspectos más importantes que fueron encontrados mediante la matriz de valoración (Ver Apéndice G).

5.5 Resultados del Diagnóstico

5.5.1 Maderas

En primer lugar, las operaciones y el manejo de la maquinaria y equipos presentes en el laboratorio de maderas componen un nivel de riesgo “No aceptable” con una valoración de 1080, puesto que presenta riesgos como cortes, atrapamientos, lesiones físicas y en el peor de los casos, amputaciones. Actualmente se tienen controles como el mantenimiento correctivo y el uso ocasional de elementos de protección personal, por esto se requiere reforzar y seguir estrictamente los procedimientos de trabajo seguro, manejar una señalización para los equipos y también intensificar el uso correcto de los EPP y capacitación para los estudiantes.

Asimismo, añadido a este peligro, también se tiene como un riesgo “No aceptable” con una calificación de 1080, la exposición al polvo generado por el corte y pulido de madera. Puesto que este puede causar enfermedades respiratorias como asma ocupacional e irritaciones severas. Actualmente el único control existente para mitigar este riesgo es el uso ocasional de tapabocas y los extractores del laboratorio, pero se recomienda ampliar y mejorar el sistema de ventilación natural, ya que este es insuficiente por el tamaño reducido y las ventanas rotas, así como también hacer especial énfasis en el uso adecuado y constante de los EPP.

Además, otro peligro encontrado fueron las fisuras en las paredes y techos, así como la humedad presente en ellos. Esto constituye un riesgo “No aceptable” con una valoración de 1440, porque este podría generar alergias y afecciones respiratorias a los estudiantes, así como el desplome de alguna pieza del techo, es por ello por lo que se cataloga como urgente realizar un mantenimiento locativo y de infraestructura.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Por otro lado, entre los riesgos “Aceptables con controles específicos” se encuentran: el desorden y las condiciones locativas deficientes en cuanto al almacenamiento de materiales, calificada con una valoración de 200, estos poseen estanterías inadecuadas lo cual genera un riesgo de golpes y caídas, por lo que se sugiere como medida de control la adecuada organización de los estantes, la sustitución de mobiliario y la incorporación de unos nuevos para mantener los espacios organizados y sin objetos que puedan ocasionar tropiezos.

Del mismo modo, se encuentra que el uso de pegantes y otros químicos para trabajar la madera, suponen un riesgo químico, catalogado como “Aceptable con controles específicos” con una valoración de 450. Estos pueden causar intoxicaciones, quemaduras y afectaciones respiratorias, por lo que se recomienda usar EPP adecuados en todo momento y contar con duchas de emergencia para manos y ojos, así como botiquines bien abastecidos.

Igualmente, un riesgo presente en este laboratorio está relacionado con la falta de iluminación adecuada, lo que provoca fatiga visual y dolor ocular en los estudiantes, como un riesgo “Aceptable con controles específicos” y una valoración de 240. Esto no solo provoca fatiga visual, sino que también puede hacer que el estudiante pierda la precisión al realizar tareas como corte, aumentando así el riesgo de lesiones. Se recomienda reemplazar las luces actuales por unas de mayor luminosidad para mejorar las condiciones de trabajo y que los individuos que hagan uso de las instalaciones no deban forzar su vista al realizar trabajos que requieren de tanto detalle.

Finalmente, el ruido que producen los equipos en los laboratorios tiende a acumularse debido a la falta de un espacio amplio, lo que genera un ambiente más ruidoso. Este exceso de ruido puede ocasionar que los estudiantes no se concentren adecuadamente lo que supone la afectación de su rendimiento y generar a largo plazo un grave riesgo de pérdida progresiva de la

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

audición. Para su gestión se debe establecer un control fuerte en el uso de la protección auditiva por parte de estudiantes, técnico y cualquier individuo que ingrese.

5.5.2 Metales

En este laboratorio se identificaron varios riesgos, clasificados en su mayoría como “No aceptables” debido a la alta probabilidad de que ocurran accidentes graves y enfermedades.

Para empezar, se destaca el riesgo químico asociado a la soldadura, que obtuvo una calificación de 1080; La soldadura en todas sus formas (clásica, mig mag, por electrodo revestido) genera humos metálicos y no metálicos que pueden llegar a producir intoxicaciones y enfermedades respiratorias graves, tales como cáncer de pulmón. Por esta razón, los controles actuales como el uso ocasional de los EPP y el mantenimiento correctivo de los equipos no son suficientes. Para mitigar este riesgo también se hace necesaria la instalación de un sistema de ventilación óptimo o la ampliación del área de ventilación mediante la modificación de las ventanas, además de la obligatoriedad en cuanto al uso de EPP.

Asimismo, otro de los riesgos encontrados como “No aceptable” tiene relación con la generación de material particulado debido al proceso de pulido de los metales. Así como en el laboratorio de maderas, este riesgo puede producir asma, bronquitis y alergias, por lo que también se recomienda la instalación de un sistema de ventilación y la adopción de procedimientos mucho más estrictos de orden y aseo, así como del uso de Elementos de protección personal.

Además, en el espacio del laboratorio de metales se encontraron cilindros de gases comprimidos (CO₂, acetileno), esto constituye un mal almacenamiento de los mismo porque representa un peligro de incendio o explosión, con una valoración de riesgo de 1440, este riesgo es catalogado como “No aceptable”. Se deben implementar de manera inmediata controles, como

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

la sujeción y ubicación adecuada de los cilindros fuera del laboratorio y su aislamiento del suelo. Además, es crucial implementar una señalización y demarcación de áreas para identificar claramente las zonas de riesgo y delimitar los espacios de trabajo.

Por otro lado, en cuanto al manejo de toda la maquinaria y equipos de este laboratorio como lo son taladros, torno, esmeriles, entre otros, se encuentra vinculado un riesgo mecánico significativo catalogado como “No aceptable”, puesto que, puede causar lesiones como atrapamientos, golpes y cortes ya sea leves o graves que, en el peor de los casos, pueden agravarse hasta provocar la amputación de la zona afectada. Para el manejo y la mitigación de este riesgo se requiere una mayor capacitación por parte de los estudiantes en el manejo seguro de la maquinaria complementado con el uso constante y correcto de los elementos de protección personal adecuados para cada actividad que se realice.

El laboratorio de metales, así como el de maderas y cerámicos posee en su estructura física varios defectos como la presencia de fisuras y humedad en paredes y techos, añadido a desniveles del suelo, esto constituye un riesgo “No aceptable” ya que puede afectar la salud respiratoria y el bienestar de las personas que ocupan ese lugar. Estas deficiencias estructurales aumentan el riesgo de tropiezos y caídas, lo que puede provocar lesiones graves a los usuarios, además de que la acumulación de humedad también fomenta la aparición de moho lo que puede afectar la calidad del aire que circula en el espacio y generar problemas respiratorios o alergias. Por esto se recomienda la reparación inmediata de estas deficiencias para evitar su agravamiento.

De igual forma, teniendo presente que los equipos utilizados en este laboratorio generan niveles significativos de ruido, esto presenta un factor de riesgo “Aceptable con controles específicos”, ya que eliminar la fuente del riesgo es imposible, se deben adoptar medidas que

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

puedan disminuir o mitigar el nivel de daño que puede generarle a los usuarios, por ello se debe hacer especial énfasis en el uso constante de protección auditiva y la implementación de pausas activas para reducir la fatiga física y mental que causa el ruido intermitente, debido a que este puede derivar en un fuerte dolor de cabeza, zumbidos en los oídos y la consecuencia más grave que resulta de esto es la pérdida progresiva de la audición.

Finalmente, también es importante mencionar el riesgo asociado a la iluminación deficiente que se presenta, catalogado como “Aceptable con controles específicos” por sus repercusiones varias como: Fatiga visual, cefalea, dolor ocular, visión borrosa, lo que puede hacer que el estudiante pierda la precisión al realizar tareas, aumentando así el riesgo de lesiones. Se recomienda reemplazar las luces actuales por sistemas de mayor luminosidad para mejorar las condiciones de trabajo sin que los individuos deban forzar su vista al realizar trabajos que requieren detalle y así evitar el deterioro de la visión de los usuarios.

Este laboratorio con los riesgos anteriormente nombrados demanda una intervención urgente, la cual es crucial para poder mantener un buen ambiente para mitigar cualquier eventualidad que conlleve a lesiones o consecuencias negativas en el laboratorio.

5.5.3 Cerámicos

El laboratorio de cerámicos y polímeros de diseño industrial presenta diversos riesgos, destacándose la exposición a humos y gases generados por materiales como cerámicos y resinas, los cuales son de uso frecuente en este espacio. La inhalación de estas sustancias puede provocar afecciones respiratorias, tales como irritación de las vías respiratorias, asma, bronquitis crónica y alergias. Actualmente, el uso de elementos de protección personal (EPP) en el laboratorio es ocasional y carece de un control adecuado. Para mitigar estos riesgos, se recomienda implementar

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

el uso constante y correcto de los EPP, además de instalar un sistema de ventilación o extracción eficiente. Asimismo, sería beneficiosa la mejora de las ventanas para optimizar la ventilación natural y garantizar un entorno de trabajo más seguro. Asimismo, otro riesgo igualmente importante lo constituyen las sustancias químicas, como los pegantes y/o polvos finos, que afectan las vías respiratorias y la piel. También pueden usarse compuestos pesados como plomo, cadmio, cobalto y níquel, presentes en esmaltes y pigmentos, los cuales son tóxicos por inhalación o contacto. Durante la cocción de los elementos, se liberan gases peligrosos. Actualmente, se sellan los recipientes de forma hermética y se manejan pequeños volúmenes, pero no se aplican controles de forma constante. Es indispensable garantizar el uso continuo de los EPP ya que actualmente los estudiantes hacen uso de ellos de manera irregular, también es importante poder establecer duchas de emergencia y lavaojos en los laboratorios como parte de un sistema integral de respuesta a emergencias químicas.

Por otra parte, en cuanto a los peligros físicos, teniendo en cuenta que en este laboratorio se usa de manera frecuente el horno para cerámica, este constituye un alto riesgo de quemaduras en la piel debido a la alta temperatura que maneja. Aunque se realizan mantenimientos correctivos a los equipos y se utiliza equipo de protección personal en ciertas ocasiones, en este equipo precisamente es imprescindible tener señalización y establecer distancias de seguridad claras entre los individuos que ingresen a estos espacios y los dispositivos que operan a altas temperaturas como el horno. Asimismo, es esencial implementar un programa de mantenimiento predictivo y preventivo que asegure el buen funcionamiento de los equipos y reduzca la probabilidad de que ocurra cualquier tipo de accidente.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Adicionalmente, otro problema hallado en este entorno y relacionado con el riesgo anterior, es la exposición a temperaturas extremas al trabajar cerca de los hornos. Esto puede provocar quemaduras, estrés por altas temperaturas y en un caso más grave llegar a la deshidratación, afectando así el confort, rendimiento y salud de los estudiantes. Para este riesgo no existen controles establecidos por lo que se requiere mejorar la ventilación natural mediante la apertura y ampliación de ventanas, además de la promoción de pausas activas fuera del laboratorio para aliviar y controlar la exposición prolongada al calor.

Además de estos riesgos, como se nombró en el análisis de los otros 2 laboratorios, este espacio también presenta deterioro en sus instalaciones, con problemas como la humedad en los techos y el mal estado del piso, estos defectos incrementan el riesgo de caídas, golpes, lesiones osteomusculares y alergias respiratorias. Este riesgo es inaceptable y requiere una intervención inmediata mediante un plan de mantenimiento y reparación de los espacios afectados, ya que los usuarios permanecen allí por lo menos 2 horas al día y esta exposición prolongada a condiciones inadecuadas puede generar un impacto significativo en su salud y bienestar.

Finalmente, así como se mencionó en los otros laboratorios, la iluminación es inadecuada para trabajos que requieren de tanta precisión y detalle como los que los estudiantes realizan en estos espacios, es por esto que al esforzar la vista se puede generar fatiga visual que puede derivar en visión borrosa y dolores de cabeza fuertes, aunque el riesgo asociado es alto, este puede mitigarse fácilmente mediante la sustitución del sistema de iluminación actual por uno que proporcione mayor luminosidad y mejore las condiciones de trabajo.

5.6 Consideraciones Generales de los Talleres

Los laboratorios de diseño industrial presentan algunas deficiencias estructurales significativas, como por ejemplo la humedad en techos, grietas en paredes, pisos desnivelados y ventanas rotas, lo que incrementa el riesgo de que ocurran accidentes y también afecta la salud respiratoria de los usuarios, estas condiciones deterioran tanto la seguridad como la comodidad de los estudiantes, aumentando la probabilidad de lesiones. Por tanto, es esencial implementar un plan de mantenimiento integral que incluya reparaciones inmediatas de techos y pisos. Añadido a esto, la instalación de sistemas de ventilación adecuados, que mejoraría la calidad del aire y reduciría los riesgos asociados con la exposición a ciertos materiales peligrosos y altas temperaturas.

Para mejorar el rendimiento de los estudiantes durante sus sesiones prácticas, es fundamental mejorar la iluminación para que tengan la posibilidad de realizar trabajos de precisión sin forzar tanto la vista. También se recomienda la ampliación de los espacios, la creación de zonas específicas para almacenamiento adecuado de materiales y la instalación de una ducha de emergencia y lavaojos para situaciones de riesgo químico.

La reducción del ruido mediante sistemas de aislamiento o el uso obligatorio de protección auditiva contribuiría a la concentración y al bienestar auditivo de los estudiantes, evitando la fatiga mental y la pérdida auditiva progresiva. La promoción de pausas activas y la capacitación constante sobre el uso de EPP y manejo seguro de equipos garantizarán un entorno más seguro y eficiente para todos los usuarios.

Para complementar los hallazgos obtenidos, se aplicó una consulta a través de Google Forms dirigida a los docentes responsables de impartir las asignaturas que se desarrollan en los laboratorios. (Ver Apéndice I)

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Los resultados obtenidos de las encuestas se pueden observar en la Tabla 6.

Tabla 6

Resultados obtenidos

Aspecto	Descripción
Mejoras en seguridad	Construcción de un gabinete externo para ubicar los cilindros de gas. Creación de módulos individuales para procesos de soldadura. Organización de equipos por zonas específicas según los procesos. Señalización adecuada para reforzar las normas de seguridad. Comunicación clara sobre el uso del espacio para evitar el ingreso de estudiantes no autorizados. Rediseño de la zona de entrada a los laboratorios.
Situaciones de riesgo frecuentes	Uso incorrecto y ocasional de los EPP: dotación adicional, capacitación e información gráfica. Distracciones con celulares: capacitación y espacios para guardar pertenencias. Ingreso no autorizado: comunicación clara y rediseño de la entrada.
EPP	Necesidad de adquirir máscaras de gases, caretas, protección auditiva, tapabocas, guantes y cascos para soldadura.
Capacitación insuficiente	Falta de formación previa sobre manejo de equipos y herramientas: Propuesta: formación dentro y fuera de clase. Tiempo en aula insuficiente para actividades académicas y manejo de maquinaria.
Mantenimiento de maquinaria	Necesidad de mantenimiento continuo en máquinas. Reemplazo de equipos obsoletos. Señalización adecuada de espacios y máquinas.
Distribución del laboratorio	Rediseño del espacio dividido por tipos de procesos. Creación de áreas específicas para operaciones y aula para capacitaciones teóricas.

Ventilación, iluminación y señalización	Mejoras necesarias en ventilación, iluminación y señalización de rutas de evacuación.
Tamaño de los grupos	Los grupos exceden el límite recomendado de 15 estudiantes. Propuesta: mayor inversión en los laboratorios para garantizar seguridad y aprendizaje.

5.7 Análisis de Deficiencias en Seguridad

Para analizar las deficiencias en seguridad, se realizó una revisión de normas, leyes y decretos relacionados con la seguridad y salud en el trabajo la cual fue plasmada en la Tabla 7.

Tabla 7. *Revisión de normativa*

Norma / Ley / Decreto/ Resolución	Cumplimiento en los laboratorios	Observaciones
Ley 9 de 1979 (Normas sobre Salud Ocupacional en Colombia)		-Artículo 80: Prevenir todo daño para la salud de las personas, derivado de las condiciones de trabajo = La presencia de techos fisurados, paredes y techos con humedad, pisos desnivelados, y ventanas rotas.
	X	- Artículo 84: Proporcionar y mantener un ambiente de trabajo en adecuadas condiciones de higiene y seguridad, establecer métodos de trabajo con el mínimo de riesgos para la salud dentro del proceso.
		-Artículo 85: Usar y mantener adecuadamente los dispositivos para control de riesgos y equipos de protección personal y conservar en orden y aseo los lugares de trabajo =No se usa adecuadamente el equipo de protección personal (EPP), los espacios no están en condiciones sanitarias adecuadas (moho, humedad, suciedad).
		- Artículo 91. Los establecimientos industriales deberán tener una adecuada distribución de sus dependencias, con zonas específicas para los distintos usos y actividades, claramente separadas,

delimitadas o demarcadas y, cuando la actividad así lo exija, tendrán espacios independientes para depósitos de productos terminados y demás secciones requeridas para una operación higiénica y segura.

-Artículo 93. Las áreas de circulación deberán estar claramente demarcadas, tener la amplitud suficiente para el tránsito seguro de las personas y estar provistas de señalización adecuada y demás medidas necesarias para evitar accidentes.

-Artículo 105: En todos los lugares de trabajo habrá iluminación suficiente, en cantidad y calidad, para prevenir efectos nocivos en la salud de los trabajadores y para garantizar adecuadas condiciones de visibilidad y seguridad.

- Artículo 108: En los lugares de trabajo donde existan condiciones o métodos que puedan afectar la salud de los trabajadores por frío o calor, deberán adoptarse todas las medidas necesarias para controlar y mantener los factores de intercambio calórico entre el ambiente y el trabajador.

- Artículo 109: En todos los lugares de trabajo deberán tener ventilación para garantizar el suministro de aire limpio y fresco, en forma permanente y en cantidad suficiente.

- Artículo 113: Las calderas, cilindros para gases comprimidos y otros recipientes sometidos a presión, sus accesorios y aditamentos deberán ser diseñados, contruidos y operados de acuerdo con las

	normas y regulaciones técnicas y de seguridad que establezcan las autoridades competentes. - Artículo 117. Todos los equipos, herramientas, instalaciones y redes eléctricas deberán ser diseñados, contruidos, instalados, mantenidos, accionados y señalizados de manera que se prevengan los riegos de incendio y se evite el contacto con los elementos sometidos a tensión.
Resolución 2400 de 1979 (Reglamento de Higiene y Seguridad en los lugares de trabajo)	X -Artículo 7: Todo local o lugar de trabajo debe contar con buena iluminación en cantidad y calidad, acorde con las tareas que se realicen; debe mantenerse en condiciones apropiados de temperatura que no impliquen deterioro en la salud, ni limitaciones en la eficiencia de los trabajadores. Se debe proporcionar la ventilación necesaria para mantener aire limpio y fresco en forma permanente = Los lugares de trabajo tienen una ventilación e iluminación deficiente, las ventanas no tienen un rango de apertura amplio, además de que están rotas, lo cual impide una buena circulación de aire y una iluminación adecuada en el día. - Artículo 11. Las paredes serán lisas, protegidas y pintadas en tonos claros, susceptibles de ser lavadas o blanqueadas y serán mantenidas al igual que el pavimento, en buen estado de conservación, reparándose tan pronto como se produzcan grietas, agujeros o cualquier clase de

desperfectos = Las condiciones estructurales son deficientes: pisos desnivelados con hendiduras, ventanas rotas, paredes y techos con moho y fisuras.

- Parágrafo 1o: La distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso, de 0,80 metros.

- Artículo 36: Se deberán tomar medidas efectivas para evitar la entrada o procreación de insectos, roedores u otras plagas dentro del área de trabajo.

- Cap 1, Parágrafo: Cuando existan en los lugares de trabajo fuentes de calor, como cuerpos incandescentes, hornos de altas temperaturas, deberán adaptarse dispositivos adecuados para la reflexión y aislamiento del calor, y los trabajadores deberán utilizar los elementos de protección adecuados, contra las radiaciones dañinas de cualquier fuente de calor.

- Artículo 79. Todos los lugares de trabajo tendrán la iluminación adecuada e indispensable de acuerdo a la clase de labor que se realice según la modalidad de la industria; a la vez que deberán satisfacer las condiciones de seguridad para todo el personal. La iluminación podrá ser natural o artificial, o de ambos tipos. La iluminación natural debe disponer de una superficie de iluminación (ventanas,

claraboyas lumbreras, tragaluces, techos en diente de serrucho, etc.) proporcional a la del local y clase de trabajo que se ejecute, complementándose cuando sea necesario con luz artificial. Cuando no sea factible la iluminación natural, se optará por la artificial en cualquiera de sus formas.

- Artículo 82: Los lugares de trabajo dentro del establecimiento, que ofrezcan mayor peligro de accidente deberán estar suficientemente iluminados, especialmente en aquellas operaciones o procesos en donde se manejen o funcionen máquinas prensas, troqueladoras, cizallas, trituradoras, inyectoras, extrusoras, sierras, etc.

- Artículo 111: En los trabajos de soldaduras u otros que conlleven el riesgo de emisión de radiaciones ultravioletas en cantidad nociva, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la difusión de dichas radiaciones o disminuir su producción, mediante la colocación de pantallas alrededor del punto de origen o entre este y los puestos de trabajo. Siempre deberá limitarse al mínimo la superficie sobre la que incidan estas radiaciones.

-Artículo 112: Como complemento de la protección colectiva se dotará a los trabajadores expuestos a radiaciones ultravioletas, de gafas o máscaras protectoras con cristales coloreados, para absorber las radiaciones o guantes o manguitos apropiados y cremas aislantes para las partes que queden al descubierto. =

Todos los EPPS no están en condiciones óptimas para su uso.

- Artículo 113: Las operaciones de soldadura por arco eléctrico se efectuarán siempre que sea posible, en compartimentos o cabinas individuales y si ello no es factible se colocarán pantallas protectoras móviles o cortinas incombustibles alrededor de cada lugar de trabajo. Los compartimentos deberán tener paredes interiores que no reflejen las radiaciones y pintadas siempre de colores claros.

- Artículo 171: Las prendas de vestir sueltas, desgarradas o rotas, corbatas, cadenas de llaveros, o pulseras de relojes, etc., no se usarán en proximidades a los elementos en movimiento de las máquinas.

- Artículo 364: Las herramientas manuales se conservarán en condiciones de seguridad y deberán ser inspeccionadas periódicamente por una persona competente. Las herramientas defectuosas deberán ser reparadas o sustituidas.

- Artículo 528: Los cilindros que contengan gases combustibles no deberán estar en locales donde se efectúen trabajos de soldadura y oxicorte, y los cilindros de oxígeno deberán guardarse separados de todos los demás.

- ARTÍCULO 2.2.4.6.11. Capacitación en seguridad y salud en el trabajo - SST. El empleador o contratante debe definir los requisitos de conocimiento y práctica en

Decreto 1072 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, incluye SST)	X	seguridad y salud en el trabajo necesarios para sus trabajadores, también debe adoptar y mantener disposiciones para que estos los cumplan en todos los aspectos de la ejecución de sus deberes u obligaciones, con el fin de prevenir accidentes de trabajo y enfermedades laborales. Para ello, debe desarrollar un programa de capacitación que proporcione conocimiento para identificar los peligros y controlar los riesgos relacionados con el trabajo, hacerlo extensivo a todos los niveles. ARTÍCULO 2.2.4.6.14. Comunicación. El empleador debe establecer mecanismos eficaces para: 2. Garantizar que se dé a conocer el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST a los trabajadores y contratistas. - PARÁGRAFO 4. El empleador o contratante debe corregir las condiciones inseguras que se presenten en el lugar de trabajo, de acuerdo con las condiciones específicas y riesgos asociados a la tarea.
Resolución 0312 de 2019	X	- Artículo 9. Estándares Mínimos para empresas de once (11) a cincuenta (50) trabajadores: *Elaborar y ejecutar el programa de capacitación en promoción y prevención, que incluye lo referente a los peligros/riesgos prioritarios y las medidas de prevención y control, extensivo a todos los niveles de la organización. = No realizan capacitaciones periódicas a los estudiantes sobre los riesgos presentes y las medidas de prevención.

		* Realizar los mantenimientos periódicos de instalaciones, equipo, máquinas y herramientas, de acuerdo con los manuales y/o las fichas técnicas de los mismos. * Conformar, capacitar y dotar la brigada de prevención, preparación y respuesta ante emergencias. = Se encuentra estipulado un plan de evacuación, pero este no es difundido ni compartido de manera explícita con los estudiantes para que tengan conocimiento de ello.
Decreto 1443 de 2014 (Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)).	X	- Artículo 25. Prevención, preparación y respuesta ante emergencias. El empleador o contratante debe implementar y mantener las disposiciones necesarias en materia de prevención, preparación y respuesta ante emergencias, con cobertura a todos los centros y turnos de trabajo y todos los trabajadores, independiente de su forma de contratación o vinculación, incluidos contratistas y subcontratistas, así como proveedores y visitantes. Para ello debe implementar un plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias que considere como mínimo, los siguientes aspectos: * 9. Informar, capacitar y entrenar incluyendo a todos los trabajadores, para que estén en capacidad de actuar y proteger su salud e integridad, ante una emergencia real o potencial.
NTC ISO 45001:2018	X	8.1.2 Eliminar peligros y reducir riesgos para la SST: La organización debe establecer, implementar y mantener proceso para la eliminación de los peligros

y la reducción de los riesgos utilizando: A) eliminar el peligro. B) sustituir con procesos, operaciones, materiales o equipos menos peligrosos. C) Utilizar controles de ingeniería y reorganización del trabajo. D) utilizar controles administrativos incluyendo la formación. E) utilizar equipos de protección personal adecuados.

6. Propuesta de Diseño del Programa de Seguridad Industrial

6.1 Componentes del Programa de Seguridad Industrial

6.2.1. Políticas de Seguridad

Se formularon políticas de seguridad que establecieron las directrices y los compromisos necesarios para mantener un entorno seguro en los laboratorios. Estas políticas definieron el uso obligatorio de los Elementos de Protección Personal (EPP), el compromiso con la prevención de accidentes, la gestión ambiental responsable y la responsabilidad de reportar cualquier incidente. Asimismo, reflejan el compromiso de la institución con el mantenimiento constante de las instalaciones y el monitoreo de los riesgos. Las políticas fueron comunicadas a todos los involucrados mediante capacitaciones y documentos accesibles, y se configuraron mecanismos para revisarlas y actualizarlas periódicamente.

6.2.2. Procedimientos y Protocolos

Se definieron procedimientos y protocolos específicos para gestionar de manera segura las actividades en cada laboratorio. Estos procedimientos incluyen instrucciones claras para el uso adecuado de maquinaria, la manipulación segura de sustancias y la operación de equipos. Además, se establecieron protocolos de emergencia que contemplan rutas de evacuación, manejo de incendios, aplicación de primeros auxilios y el uso de duchas de emergencia y lavaojos.

6.2.3. Capacitación y Sensibilización

La capacitación es fundamental para garantizar que los usuarios de los laboratorios estén informados y preparados. Este componente contempla la realización de talleres, cursos y charlas

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

de sensibilización en temas de seguridad, con énfasis en la prevención de accidentes y el uso adecuado de los EPP.

En el marco del presente proyecto, se llevó a cabo una charla de sensibilización y conocimiento dirigida a un grupo de estudiantes de primer semestre de la carrera de Diseño Industrial. Allí se abordaron y explicaron los riesgos más recurrentes en cada uno de los laboratorios anteriormente expuestos y la forma de prevenirlos, asimismo, la charla tuvo un componente normativo, en el cual se mencionaron y explicaron las normas que rigen estas actividades.

La charla tuvo como objetivo informar y añadir conocimiento a los estudiantes, pero además de esto fomentar una cultura de prevención entre los usuarios desde el inicio de su formación académica. Los resultados de esta actividad se recopilaron a través de un formulario de *Google forms* el cual se aplicó antes y después de la sesión informativa, este formulario fue diseñado para evaluar los conocimientos adquiridos.

Por lo tanto, el formulario inicial permitía observar el nivel de conocimiento previo sobre la seguridad en los laboratorios, mientras que el cuestionario realizado posterior a la charla posibilitó la medición de cuánto o cuales conocimientos reforzaron durante la sesión.

A continuación, en la Figura 7 y Figura 8 se muestra el promedio de respuesta de los estudiantes en el formulario de evaluación de conocimientos, antes y después de la sesión informativa:

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Figura 7

Estadística inicial de las respuestas



Figura 8

Estadística final de las respuestas



Realizando esta comparación podemos observar como con una charla de sensibilización y aporte de conocimientos basados en la seguridad y salud propios de los laboratorios de su carrera, se pudo obtener una mejoría de 1,5 puntos en el promedio total y una variación en el rango de puntuaciones, que pasó de estar entre 7 y 11 puntos a un rango de entre 10 y 12 puntos, lo que demuestra una clara mejoría en los conocimientos de los estudiantes.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Tomando como base las preguntas incorrectas más frecuentes, se puede interpretar que existió una mejoría en el factor en el que inicialmente presentaban más fallos, puesto que se ha logrado un incremento del 20% en el desempeño de los estudiantes, pasando del 30% de respuestas correctas a un 50% en la pregunta número 10, presentada en la Figura 10, la cual estaba enfocada en la normativa internacional básica.

Ahora, al observar la pregunta número 2 del tema relacionado con el riesgo más común en el laboratorio de cerámicos la cual se puede contemplar en la Figura 11, se observó un aumento en la tasa de aciertos, que pasó del 50% al 90%, un valor de mejora bastante significativo.

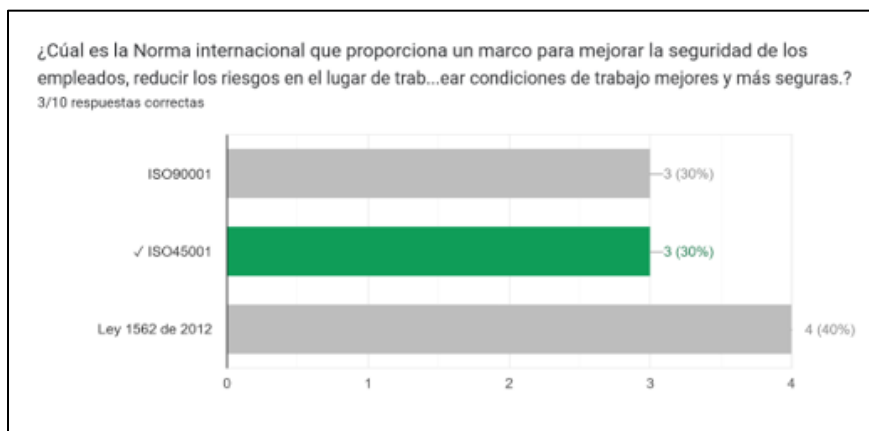
Figura 9

Preguntas con respuestas incorrectas más frecuentes.

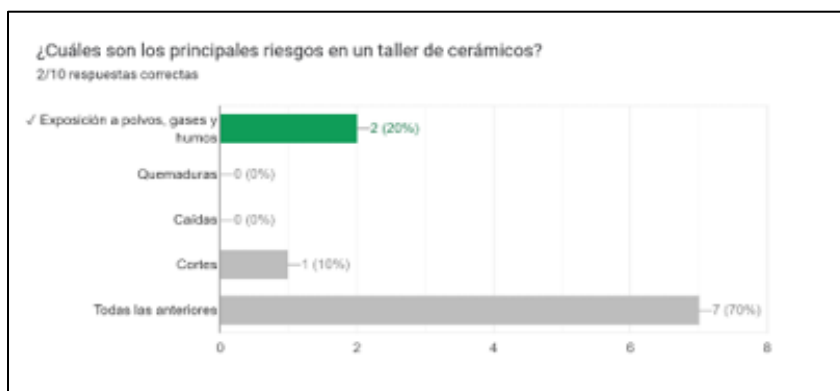
Preguntas con respuestas incorrectas más frecuentes ?	
Pregunta	Respuestas correctas
¿Cuáles son los principales riesgos en un taller de cerámicos?	2/10
¿Cuál es la Norma internacional que proporciona un marco para mejorar la seguridad de los empleados, reducir los riesgos en el lugar de trabajo y crear condiciones de trabajo mejores y más seguras.?	3/10

Figura 10

Pregunta número 10. Encuesta Inicial

**Figura 11**

Pregunta número 2. Encuesta Inicial



6.2.4. Equipos de Protección Personal (EPP)

En la capacitación realizada se hizo énfasis en los elementos de protección personal, para ello, se abordaron aspectos clave en pro del aseguramiento de la seguridad en los laboratorios. En la sesión llevada a cabo con los estudiantes, se explicó con detalle que son los elementos de protección personal y la importancia que tienen durante el transcurso de toda su carrera y en su vida profesional.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Se inició esta sección definiendo el termino EPP, que como sus siglas lo indican son Elementos de protección personal los cuales protegen a los usuarios frente a potenciales riesgos que están presentes en el entorno donde desarrollan sus actividades, posteriormente se resaltó la importancia en el cumplimiento de las normativas legales.

Con este apartado los estudiantes que asistieron mostraron entender que el uso adecuado de EPP no solo protege su integridad física, sino que también es un aspecto fundamental para la promoción de una cultura de seguridad frente a sus demás compañeros.

Una vez definidos los términos, se identificaron, diferenciaron y enseñaron algunos tipos de Elementos de protección personal junto con sus funciones, así como también los EPP adecuados de acuerdo con la tarea que se desea realizar.

Se finalizó el espacio con unos ejemplos y demostraciones de situaciones desafortunadas que podrían ocurrir en cada uno de los laboratorios y su efecto si no se usaran los elementos de protección personal adecuados, también se realizó un contraste y una reflexión de la sensación de “Incomodidad” al usar los EPP que varios estudiantes expresaban y que señalaban como la excusa más frecuente para omitir su uso, frente al beneficio que trae para la salud y bienestar del usuario ya que priorizar su seguridad es fundamental más allá de las molestias temporales que puedan casuar estos artefactos. De esta manera, se reforzó el compromiso con la cultura de seguridad de estos estudiantes que apenas inician su carrera universitaria y tienen gran entusiasmo por empezar las materias prácticas. En la Figura 12 se pueden observar las fotos correspondientes a la capacitación realizada.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Figura 12

Socialización. (a) sesión de capacitación. (b) participantes. (c) estudiantes oyentes. (d) demostración.



6.3 Implementación

6.3.1 Diseño del Documento Guía Específico para los Usuarios de los Laboratorios

En el marco de este proyecto se realizó un documento guía para los usuarios de los laboratorios de diseño industrial, este documento titulado “Guía técnica de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander” está compuesto por información general de los laboratorios, el inventario, los equipos presentes, los riesgos asociados

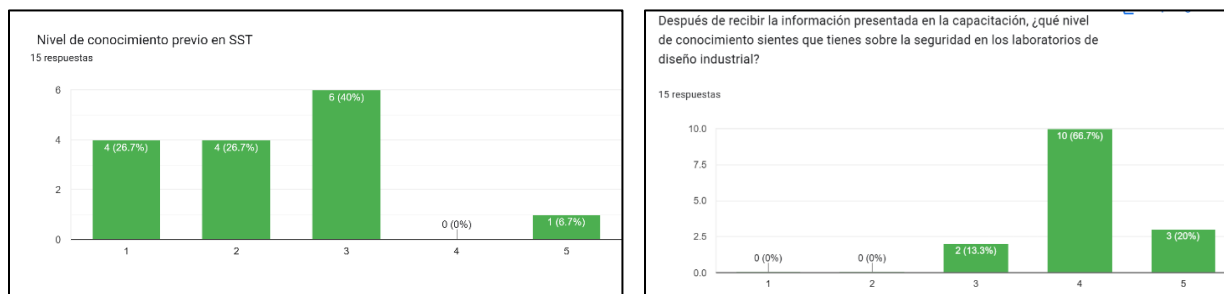
6.3.1.2 Evaluación y Valoración de la Capacitación. A fin de evaluar el desempeño de la capacitación se realizó un archivo de Google forms (Ver Apéndice K) el cual se compartió por el chat de la reunión para que todos los participantes respondieran las preguntas establecidas en él, estas abarcaron temas como el nivel de conocimiento previo en SST de los participantes, la claridad del contenido de la Guía técnica de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander, el aprendizaje adquirido sobre la seguridad en los laboratorios de diseño industrial y si la capacitación cubrió adecuadamente los tópicos establecidos.

Para observar el desempeño también se realizó un contraste entre el nivel de conocimiento establecido por los estudiantes antes de la sesión y después de ella.

Este contraste evidenció que al iniciar el espacio el 93,4% de los estudiantes presentes en la sesión tenían un conocimiento en SST de entre 1 y 3 evaluados en una escala de likert. A diferencia de los resultados mostrados posterior a la sesión de capacitación, donde el 66,7% de los estudiantes se posicionó en el nivel 4, el 13,3% en el 3 y el 20% en el 5. Esto refleja un avance significativo en el conocimiento que los estudiantes creen tener sobre esta temática, lo que sugiere que la formación ofrecida enriqueció sus conocimientos.

Figura 14

Resultados de la capacitación a los estudiantes. (a) Nivel de conocimiento previo en SST. (b) Nivel de conocimiento después de la capacitación



6.3.1.3 Retroalimentación y Consideraciones.

La implementación de las capacitaciones y la divulgación del documento guía “Guía técnica de seguridad industrial para los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander”, generaron resultados positivos en términos de sensibilización y aprendizaje de los estudiantes sobre Seguridad y salud en los laboratorios de diseño industrial. A partir de los resultados recopilados mediante formularios de Google Forms y las observaciones realizadas durante las sesiones, se obtuvieron las siguientes retroalimentaciones y consideraciones:

6.3.1.3.1 Fortalezas Identificadas

- El uso de ejemplos prácticos y demostraciones durante las capacitaciones ayudó a que los estudiantes comprendieran de manera más clara los riesgos presentes en cada laboratorio y la importancia del uso adecuado de los EPP.
- La comparación entre situaciones con y sin el uso de EPP fue valorada como un recurso efectivo para reforzar la cultura de seguridad.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

- La presentación de la normativa en el contexto de los laboratorios permitió que los estudiantes identificaran las bases legales de la seguridad y salud en el trabajo, generando mayor interés en cumplir las reglas establecidas.

6.3.1.3.2 Áreas de Mejora

- Algunos estudiantes expresaron que los términos técnicos relacionados con SST podrían ser simplificados o acompañados de más ejemplos visuales para facilitar su comprensión.
- Se detectó la necesidad de realizar actividades prácticas adicionales, como simulaciones de manejo de emergencias o uso de EPP, para consolidar aún más el aprendizaje teórico.
- Una minoría de estudiantes mencionó que las sesiones de capacitación virtual pueden limitar la interacción y el entendimiento de ciertos temas, por lo que se sugirió complementar con sesiones presenciales.

6.3.1.3.3 Consideraciones para Futuras Implementaciones

- Es recomendable establecer un mecanismo de retroalimentación continua que permita evaluar regularmente los niveles de conocimiento de los estudiantes en SST y detectar brechas que puedan surgir con el tiempo.
- Se podría explorar la posibilidad de integrar actividades como visitas guiadas a los laboratorios o talleres prácticos en los que los estudiantes puedan experimentar de manera controlada el uso de equipos y EPP.
- Para fortalecer la cultura de seguridad desde el inicio de la carrera, sería ideal incluir las capacitaciones en el plan de inducción de los estudiantes de diseño industrial, garantizando así que todos los usuarios estén informados desde el principio.

7. Análisis Técnico-Económico

7.1 Evaluación de Costos

El análisis técnico-económico es fundamental para evaluar la viabilidad y sostenibilidad financiera de las mejoras implementadas en los laboratorios de diseño industrial. Este capítulo tiene como propósito mostrar los costos asociados y presentar los beneficios esperados de dichas inversiones mediante el cálculo del retorno de inversión (ROI) y la relación beneficio costo para justificar la implementación de estas mejoras en términos de seguridad, bienestar y productividad de los estudiantes.

La Tabla 8 muestra la lista de costos que se estimó con el apoyo y la experiencia del personal de planta física de la UIS para el cálculo de los indicadores que se mencionaron previamente.

Tabla 8

Estructura de costos

ESTRUCTURA DE COSTOS				
Categoría	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Equipo de Protección Personal (EPP)	Careta para soldadura	30	\$ 40.000	\$ 1.200.000
	Guantes resistentes al corte y calor	30	\$ 10.200	\$ 306.000
	Caretas protectoras contra partículas	30	\$ 18.000	\$ 540.000
	Protección auditiva (tapones)	60	\$ 1.450	\$ 87.000

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

	Protección auditiva (diadema)	30	\$ 27.300	\$ 819.000
Equipo de Seguridad en el Taller	Extintores de incendios	2	\$ 35.000	\$ 70.000
	Sistema de extracción de humos	3	\$ 924.000	\$ 2.772.000
Modificaciones del Espacio Físico	Adecuación de ventanas	Lámina de (8m x 1.5 m)	\$ 53.000	\$ 700.000
	Adecuación de Luminarias	8	\$ 900.000	\$ 7.200.000
	Señalización y demarcación	N/A	\$ 8.000.000	\$ 8.000.000
	Instalaciones Eléctricas	N/A	\$ 250.000.000	\$ 250.000.000
	Construcción de lavadero e instalación de duchas de seguridad	N/A	\$ 15.000.000,00	\$ 15.000.000
	Ampliación de áreas por cada taller	45	\$ 157.500.000	\$ 157.500.000
Mano de Obra	Personal de planta física	3	\$ 1.300.000	\$ 3.900.000
Costo total				\$ 448.094.000
Invertido a la fecha				\$ 47.000.000
Por invertir				\$ 401.094.000

A continuación, se detalla el procedimiento que se llevó a cabo para determinar los indicadores financieros previamente mencionados.

7.1.2 Estimación de los Beneficios Generados

En este caso el beneficio económico que generaría la implementación de esta inversión está estrechamente ligado con la creación de un entorno más seguro para llevar a cabo las actividades inherentes a la carrera de diseño industrial. Esto contribuiría a la disminución del riesgo de accidentes y a evitar el pago de costos relacionados con indemnizaciones.

En este contexto y tomando como referencia el relato de los hechos obtenido por medio de una entrevista realizada a la estudiante implicada (Ver Apéndice M), en la cual se detalla el accidente sucedido en septiembre de 2023 en el laboratorio de metales, donde la estudiante Paula Roa sufrió un accidente mientras hacía uso de la pulidora para cortar una lámina de acero galvanizado. Según la descripción de la estudiante, mientras ejecutaba uno de los cortes, es probable que haya realizado un movimiento incorrecto debido a su falta de conocimiento del uso correcto del equipo y a la ausencia de supervisión. Posteriormente escuchó un estruendo que provocó que su reacción automática fuera cerrar los ojos, al observar que había sucedido se percató de que el disco que estaba utilizando para realizar el corte estaba partido en varios pedazos que salieron disparados en diferentes direcciones, uno de los cuales impactó en su careta generando de forma instantánea la destrucción de esta y provocándole un corte leve a su rostro junto con un golpe el cual generó un morado en su piel.

La estudiante señala que junto con ella se encontraban dos compañeras a quienes afortunadamente no les sucedió nada puesto que se encontraban apartadas de su lado. Posteriormente, luego de darse cuenta de lo sucedido acudieron inmediatamente al técnico Mauricio, en vista de que ellas no habían recibido ningún tipo de capacitación o plan para este tipo de emergencias.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

A partir de este relato, se realizó un análisis de sentencias de la Corte Suprema de Justicia de la República de Colombia Sala de casación laboral, con el fin de tener una base económica aproximada para lo sucedido.

Se analizaron 3 casos específicos plasmados en la Tabla 9:

Tabla 9

Casos sentencias

CASOS SENTENCIAS			
DESCRIPCIÓN	CASO 1	CASO 2	CASO 3
	Mario Cáceres Flórez, jardinero contratado por Americana de Servicios Ltda., sufrió un accidente laboral el 9 de febrero de 2016 mientras utilizaba herramientas manuales como pica y pala para hacer un canal destinado a la siembra de un jardín en la sede Guatiguará de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Durante la jornada, un objeto contundente se proyectó hacia su ojo derecho, causándole una lesión que requirió intervención quirúrgica y le dejó una pérdida de capacidad laboral.	Franklin Martínez Noguera, empleado de Tesicol S.A. desde 1993 como mecánico de telares, sufrió un accidente laboral en 2013 mientras se encontraba en el área de soldadura de la empresa.	Freddy Antonio Gómez López demandó a Schlumberger Surencó S.A., argumentando negligencia en medidas de seguridad laboral. En 2017, sufrió un accidente de trabajo tras una jornada de 17 horas continuas, lo que resultó en la pérdida de su ojo derecho y una discapacidad laboral del 41,48%. El accidente se debió a falta de capacitación adecuada, sobrecarga laboral y ausencia de supervisión

efectiva en tareas de alto riesgo.

CAUSAS	Falta de protección adecuada, deficiencias de la gestión de riesgos y ausencias de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, falta de capacitación específica en el manejo seguro de las herramientas y no se dio a conocer una matriz de riesgos ni políticas de prevención para las actividades realizadas.	Ausencias de protocolos de seguridad, capacitaciones insuficientes, no había control claro para impedir el ingreso a trabajadores relacionados con las labores de soldadura	Jornada extensa, de capacitación insuficiente puesto que había una falta de entrenamiento técnico y existían manuales en inglés que el trabajador no comprendía, también supervisión deficiente.
% PÉRDIDA DE CAPACIDAD LABORAL	Entre 14.95 % y 19.99%	37.49%	41,48%
LUCRO CESANTE	\$ 156,890,011.00	\$ 221,575,831.00	\$ 292,280,723.00
PERJUICIOS MORALES	\$ 5,515,632	\$ 52,682,580.00	\$ 50,000,000.00
SENTENCIA TOTAL	\$ 162,405,643.00	\$274,258,411.00	\$342,280,723.00

Tomando en consideración el caso de Paula Ximena Roa, se determinó que, según las causas identificadas, el caso más cercano para tomar como referencia es el caso 1. Sin embargo, teniendo en cuenta que el implicado en dicho caso era un técnico, se decidió ajustar el análisis para

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

lograr una precisión mayor y calcular los valores basándose en el promedio salarial de un profesional en diseño industrial para el año 2024. Este valor se determinó tomando como referencia fuentes primarias de diseñadores industriales egresados de la universidad industrial de Santander.

Para el procedimiento de hallazgo del lucro cesante futuro de un estudiante accidentado en los laboratorios de diseño industrial, se tomó como referencia el procedimiento de la sentencia SL1412-202 (Ver Apéndice R), para ello se requiere proyectar los ingresos que el mismo dejaría de recibir a causa del accidente.

Por esto, se siguieron estos pasos para hallar el lucro cesante futuro:

1. Identificación del ingreso promedio de un diseñador industrial.

Teniendo en cuenta fuentes primarias de diseñadores industriales en Colombia en 2024, se puede considerar un salario promedio mensual entre \$1'300.000 y \$3'000.000, es decir, \$2.150.000 COP, lo que equivale a un ingreso anual estimado de \$25.800.000 COP.

2. Definición del periodo laboral proyectado.

Según la encuesta realizada a estudiantes de diseño industrial, se consideró que el promedio de edad en la que un estudiante inicia su vida laboral es a los 23 años y finaliza hasta los 57 años (edad pensional promedio de la mujer), con una duración total de 34 años de su actividad profesional.

3. Cálculo del Lucro cesante

Con apoyo de la formula:

$$VP = \sum_{t=1}^{34} \frac{\text{Ingreso Anual}}{(1+i)^t}$$

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Donde:

- Ingreso Anual: \$25.800.000
- i: Tasa de descuento anual (6%).
- t: Número de años de afectación (34 años).

Esto da un valor aproximado de \$ 370.698.041 COP en los 34 años mencionados.

1. Estimar los beneficios anuales generados por la inversión.

El beneficio generado por los costos de la inversión radica en la disminución del riesgo de accidentes en los laboratorios.

Suponiendo tres escenarios, calculamos el costo asociado de cada uno, aplicando el factor entre el número de accidentes y el valor presente neto calculado anteriormente:

- a. Pesimista: 2 Accidentes = \$741.696.082 COP
- b. Neutro: 1 Accidente. = \$370.698.041 COP
- c. Optimista: 0 accidentes. = \$0

2. Calcular los beneficios netos

En esta sección se determina un tiempo aproximado de 10 años donde se mantendrán los beneficios de las inversiones realizadas tomando como referencia el tiempo de depreciación de la maquinaria y equipo. Para cada uno de los 3 escenarios se evidencian los siguientes beneficios:

$$VF = (\$25.800.0000 * (1 + 0.06)^{34}$$

- a. Pesimista: $(\$741.396.082 * 10 \text{ años}) = \$7.413.960,820 \text{ COP}$
- b. Neutro: $(\$370.698.041 * 10 \text{ años}) = \$3.706.980,410 \text{ COP}$

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

c. Optimista: $(0 * 10 \text{ años}) = 0 \text{ COP}$

Ahora se procede a aplicar la fórmula ROI:

$$ROI(\%) = \left(\frac{\text{Beneficios Netos}}{\text{Costo Total de la Inversión}} \right) \times 100$$

a. Pesimista: $ROI = \frac{\$7.413.960,820}{\$401'094.000,00} \times 100\% = 1848,4\%$

b. Neutro: $ROI = \frac{\$3.706.980,410}{\$401'094.000,00} \times 100\% = 924,21\%$

c. Optimista: $ROI = \frac{0}{\$401'094.000,0} \times 100\% = 0\%$

El escenario pesimista asume una frecuencia de 2 accidentes evitados al año y sentencias que habrían sido extremadamente costosas para la universidad, esto muestra el gran retorno frente a la inversión ya que estamos comparando los costos de una inversión preventiva frente a los costos potenciales asociados a 2 accidentes.

Ahora analizando el escenario neutro con un accidente anual los beneficios por evitar sentencias son relativamente altos como en el caso anterior, pero aún representan un ahorro significativo, ya que un ROI de 924,21% implica que, por cada peso invertido, se ahorran 9,24 pesos en costos evitados y finalmente en el caso en el que no ocurren accidentes, aunque el ROI sea 0% porque no hay ahorros directos, este escenario positivo demuestra que la universidad ha alcanzado un nivel óptimo de seguridad en sus talleres, lo que genera confianza entre los estudiantes protegiendo su integridad y también una mejora reputación institucional sumado a que previene cualquier tipo de riesgo de tipo legal para la universidad.

Como resultado final, se puede concluir que, en cualquiera de los casos analizados, realizar esta inversión en los laboratorios genera un impacto positivo tanto para la universidad como para

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

sus estudiantes, al garantizar un entorno más seguro y prevenir accidentes que a su vez genera una reducción en el riesgo de pago de una sentencia.

Relación beneficio costo $\frac{B}{C}$,

$$\frac{B}{C} = \frac{BENEFICIOS\ TOTALES}{INVERSIÓN\ TOTAL}$$

- a. Pesimista: $B/C = \frac{\$7.413.960,820}{\$401'094.000,00} = 18,48\text{ COP}$
- b. Neutro: $B/C = \frac{3.706.980,410}{\$401'094.000,00} = 9,24\text{ COP}$
- c. Optimista: $B/C = \frac{0}{401,094.000} = 0$

En el escenario pesimista, donde B/C es igual a \$18.48 se concluye que por cada peso invertido se generan \$18.48 pesos en beneficios, mientras que, en el escenario neutro, con un B/C de por cada peso invertido se obtienen \$9.24 pesos en beneficios. Esto indica que cuando la relación beneficio-costos (B/C) es mayor a 1, la inversión es rentable, ya que los beneficios superan los costos; si B/C es igual a 1, se alcanza el punto de equilibrio entre beneficios y costos, y si B/C es menor a 1, la inversión no es rentable porque los costos superan los beneficios. En este análisis, los valores de B/C en los escenarios pesimista y neutro demuestran que la inversión es claramente favorable desde el punto de vista económico.

8. Conclusiones y Recomendaciones

El análisis del proyecto evidencia que los laboratorios de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander presentan riesgos significativos relacionados con condiciones estructurales, mecánicas, químicas, locativas y ergonómicas. Estas deficiencias afectan la seguridad y el bienestar de los usuarios, limitan el desarrollo de las actividades prácticas y académicas, y exponen a los estudiantes a riesgos evitables. Además, se identificaron brechas en el cumplimiento de normativas como la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015, lo que incrementa la vulnerabilidad frente a accidentes y enfermedades, justificando la necesidad de intervenir integralmente estos espacios, con un especial énfasis en el cambio a su infraestructura.

A partir del diagnóstico realizado, se diseñó un programa integral de Seguridad y Salud industrial que aborda las principales problemáticas mediante medidas preventivas y correctivas. Estos incluyen la modernización y cambio de instalaciones, la actualización de equipos obsoletos, la implementación de sistemas de ventilación y señalización, el rediseño de los espacios para mejorar la movilidad, y la organización adecuada de materiales peligrosos. De igual manera, se identificó la importancia de capacitar de manera constante a los estudiantes y docentes, promoviendo una cultura de prevención y orden a través de talleres y simulacros periódicos.

Durante el desarrollo del proyecto, fue crucial contextualizar y aplicar la normativa vigente para garantizar que las soluciones cumplieron con los estándares legales y técnicos. Esto permitió priorizar riesgos específicos y diseñar estrategias adaptadas a las características

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

particulares de los laboratorios para posteriormente diseñar la “Guía técnica de seguridad industrial de los laboratorios de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander ” que facilita la comprensión de los riesgos asociados a los laboratorios , el manual de uso de todos los equipos presentes en cada laboratorio , la aplicación de las medidas de seguridad por parte de los usuarios, desde el uso de Elementos de Protección Personal hasta el protocolo de evacuación en casos necesarios.

Los resultados obtenidos reflejan un avance significativo en la evaluación y gestión de riesgos, mejorando tanto la seguridad como la eficiencia en el uso de los laboratorios. La implementación de la “Guía técnica de seguridad industrial de los laboratorios de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander” propuesta, garantiza un entorno más seguro y fomenta una experiencia educativa más confiable y efectiva. Además, la inversión en estas mejoras es económicamente viable y estratégicamente beneficiosa, ya que protege la integridad física de los estudiantes, reduce costos asociados a incidentes y fortalece la reputación institucional.

Finalmente, se recomienda intervenir en los laboratorios de diseño industrial de manera integral; esto incluye, rediseño de planta, reestructuración en el modelo de enseñanza de uso de las máquinas para cada estudiante, capacitaciones continuas y dinámicas , incorporación de nuevos técnicos o colaboradores para cada laboratorio y seguimientos continuos de la evaluación de riesgos.

9. Referencias

Accidente e Incidente de Trabajo. (s. f.). Universidad CES. <https://www.ces.edu.co/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/accidente-e-incidente-de-trabajo/>

ARL SURA. (s.f.). Glosario ARL Sura. <https://www.arlsura.com/index.php/glosario-arl>.

Asfahl, C. R. (2000). Seguridad industrial y salud. Pearson Educación.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEPEP). (2017). Indicadores de rentabilidad.

https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf

Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo. 26 de mayo de 2015.

Decreto 1443 de 2014. Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). 31 de julio de 2014 D.O. No. 49229

Guerra, P., Viera, D., Beltrán, D., & Bonilla, S. (2021). Seguridad industrial y capacitación: un enfoque preventivo de salud laboral.

ICONTEC. (2022). Guía Técnica Colombiana GTC 45: Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. <https://www.icontec.org>

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Lancheros Páez, I. (2018). Propuesta técnica y económica para La Intervención De Los Factores De Riesgo Dominantes En La Ladrillera Clan Of Skys S.A -Ladrillos Keramos.

Universidad Industrial de Santander.

Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones. D.O. No. 48.488.

Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan medidas sanitarias. 24 de enero de 1979

Organización Internacional de Normalización. (2018). Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso (Norma ISO No. 45001:2018).

Organización Internacional de Normalización. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (ISO 45001). <https://ergosourcing.com.co/wp-content/uploads/2018/05/iso-45001-norma-Internacional.pdf>

Paipa Iza, A. (2023). Propuesta técnica y económica para la intervención de los riesgos ocupacionales prioritarios en la empresa Plastisander S.A.S. Universidad Industrial de Santander.

Pimentel Naranjo, C. (2021). Propuesta técnica y económica para la intervención de los riesgos prioritarios en la empresa Su Gestión Consultores S.A.S. Universidad Industrial de Santander.

Resolución 2400 de 1979 [Ministerio de Trabajo y Seguridad Social]. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. 22 de mayo de 1979.

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Resolución 312 de 2019 [Ministerio de Trabajo y Seguridad Social]. Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST. 13 de febrero de 2019.

ROI: qué es el retorno de la inversión y cuál es su fórmula (2024). BBVA

NOTICIAS.<https://www.bbva.com/es/salud-financiera/roi-que-es-el-retorno-de-la-inversion-y-cual-es-su-formula/>

Torres, S. A. (1996). Contabilidad de costos.