



CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO DE PROGRAMA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA LABORATORIOS Y TALLERES ACADÉMICOS DE LA ESCUELA
TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL

CARLOS ALBERTO ALVAREZ SEPULVEDA
YOANA MIREYA ROJAS MUÑOZ

Convenio Universidad Santo Tomás E Icontec
Facultad De Ingeniería Mecánica
Maestría en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
Bogotá, D.C.
2026

CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO DE PROGRAMA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL
PARA LABORATORIOS Y TALLERES ACADÉMICOS DE LA ESCUELA
TECNOLÓGICA INSTITUTO TÉCNICO CENTRAL

CARLOS ALBERTO ALVAREZ SEPULVEDA
YOANA MIREYA ROJAS MUÑOZ

Trabajo de grado para optar al título de
Magister en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Modalidad Consultoría
Línea de investigación: Calidad y Gestión Integral

HAROLD WILSON HERNÁNDEZ CRUZ
Director Trabajo de grado

Convenio Universidad Santo Tomás E Icontec
Facultad De Ingeniería Mecánica
Maestría en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
Bogotá, D.C.
2026

RESUMEN

La transformación tecnológica de las instituciones de educación superior ha convertido los talleres y laboratorios en espacios fundamentales para la formación práctica, la innovación y la investigación aplicada. Sin embargo, esta evolución también ha incrementado la complejidad de los riesgos presentes durante las actividades académicas, evidenciando la necesidad de fortalecer la gestión de la seguridad industrial. En respuesta a esta realidad, la presente consultoría tuvo como propósito diseñar y validar una guía metodológica para la elaboración de programas de seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC). La investigación se desarrolló mediante cuatro fases: diagnóstico institucional, mapeo y valoración de riesgos, construcción de la guía metodológica y validación en el laboratorio de electromovilidad. Para ello, se aplicaron técnicas de revisión documental, entrevistas, observación directa, evaluación de competencias y valoración de riesgos fundamentadas en la metodología GTC 45. Los resultados permitieron evidenciar avances institucionales reflejados en niveles de cumplimiento cercanos al 78 % de los estándares mínimos del SG-SST, aunque también se identificaron brechas relacionadas con preparación para emergencias, control de energías peligrosas, señalización y estandarización de procedimientos preventivos. Como resultado, se consolidó una guía metodológica integral orientada a la identificación de peligros, valoración de riesgos, implementación de controles y fortalecimiento de la cultura preventiva. La validación realizada en el laboratorio de electromovilidad confirmó su aplicabilidad técnica y su potencial para ser replicada en otros escenarios académicos, contribuyendo al fortalecimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y a la consolidación de ambientes de aprendizaje seguros y sostenibles.

Palabras clave: Seguridad industrial; seguridad y salud en el trabajo; gestión del riesgo; laboratorios académicos; electromovilidad; guía metodológica; cultura preventiva; SG-SST.

ABSTRACT

The increasing incorporation of advanced technologies into higher education institutions has transformed laboratories and workshops into essential environments for practical learning, innovation, and applied research. At the same time, these changes have intensified the complexity of occupational hazards associated with academic activities, highlighting the need for stronger industrial safety management practices. This consultancy project aimed to design and validate a methodological guide for the development of industrial safety programs within the laboratories and workshops of the Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC). The study was conducted through four phases: institutional diagnosis, risk mapping and assessment, development of the methodological guide, and validation in the electromobility laboratory. Documentary review, structured interviews, direct observation, competency assessments, and risk evaluation techniques based on GTC 45 were applied throughout the research process. Findings revealed institutional compliance levels close to 78% of the minimum occupational health and safety standards, while also identifying significant gaps related to emergency preparedness, hazardous energy control, safety signage, and preventive standardization. As a result, a comprehensive methodological guide was developed to support hazard identification, risk assessment, implementation of controls, and strengthening of preventive culture. Validation in the electromobility laboratory demonstrated its technical applicability and potential for replication across other academic environments, contributing to the improvement of Occupational Health and Safety Management Systems and the promotion of safer and more sustainable learning environments.

Keywords: Industrial Safety; Occupational Health and Safety; Risk Management; Academic Laboratories; Electromobility; Methodological Guide; Prevention Culture; Occupational Health and Safety Management System.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	11
2. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	13
2.1. Reseña de la institución.....	13
2.1.1. Programas de pregrado	13
2.1.2. Programa de posgrados	14
2.2. Desarrollo de la Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central	15
2.3. Situación actual de la SST y los programas de Seguridad Industrial al interior de los laboratorios.....	17
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O NECESIDADES DE LA ORGANIZACIÓN O SECTOR	18
3.1. Antecedentes	18
3.2. Planteamiento del problema	20
3.3. Formulación del problema	24
4. JUSTIFICACIÓN.....	24
5. OBJETIVOS.....	26
5.1. Objetivo general	26
5.2. Objetivos específicos.....	26
6. MARCO REFERENCIAL.....	26
6.1. Marco teórico.....	26
6.1.1. ¿Qué es un programa de seguridad industrial?	27
6.1.2. Ventajas de los programas de seguridad industrial	28
6.1.3. La seguridad industrial en talleres y laboratorios en procesos de aprendizaje	30
6.1.4. La seguridad industrial en instituciones educativas cumple tres funciones esenciales:	30
6.2. Marco normativo.....	37
7. METODOLOGÍA	38
7.1. Fases de la consultoría.....	38
7.1.1. Fase 1: Análisis del estado actual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.....	38
7.1.2. Fase 2: Mapeo y diagnóstico de los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central	39
7.1.3. Fase 3. Construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC.	39
7.1.4. Fase 4. Validación del diseño de la guía metodológica propuesta en el laboratorio de electromovilidad.	40

7.2.	Conformación del equipo de consultoría.....	42
7.3.	Cronograma.	42
7.3.1.	Fase 1. Análisis del estado actual del SG-SST.....	42
7.3.2.	Fase 2. Mapeo y diagnóstico de talleres y laboratorios.....	43
7.3.3.	Fase 3. Construcción de la Guía Metodológica.....	44
7.3.4.	Fase 4. Validación laboratorio de Electromovilidad.....	45
7.4.	Resultados, discusión y redacción final	45
7.5.	Instrumentos y técnicas para la toma de información y para la presentación de resultados.....	47
7.5.1.	Fase 1. Análisis del estado actual del SGSST	47
7.5.2.	Fase 2. Mapeo y diagnóstico de los talleres y laboratorios de la ETITC	47
7.5.3.	Fase 3. Construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC.	52
7.5.4.	Fase 4. Validación del diseño de la guía metodológica propuesta en el laboratorio de electromovilidad	52
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL PROYECTO.....	52
8.1.	Fase 1: Análisis del estado actual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.	52
	Instrumento: Entrevista estructurada	52
8.2.	Fase 2: Mapeo y diagnóstico de los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.	57
8.2.1.	Instrumentos.....	57
8.3.	Fase 3. Construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC.	89
8.3.1.	Etapa de planeación	89
8.3.2.	Etapa de diseño.....	90
8.3.3.	Etapa de elaboración.....	90
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
9.1.	Conclusiones.....	96
9.2.	Recomendaciones.....	98
10.	LISTADO DE ANEXOS	104
10.1.	Anexo A. Guía Metodológica para programa de seguridad industrial en talleres y laboratorios	104
10.2.	Anexo B. Guía Metodológica para programa de seguridad industrial aplicada en el laboratorio de Electromovilidad.....	104

Listado de Tablas

Tabla 1. Diagrama de árbol de problemas	23
Tabla 2. Aspectos normativos vigentes.....	37
Tabla 3. Equipo humano	42
Tabla 4. Cronograma de actividades del estado actual del proyecto.....	42
Tabla 5. Cronograma de actividades para el diagnóstico	43
Tabla 6. Cronograma para la elaboración de la Guía Metodológica	44
Tabla 7. Cronograma trabajo de campo en el laboratorio de Electromovilidad	45
Tabla 8. Cronograma análisis y entrega de resultados.....	45
Tabla 11. Mapa de calor con prioridades de intervención	57
Tabla 12. Matriz de seguridad de laboratorios	60

Listado de Gráficas

Gráfica 1. Distribución de roles	62
Gráfica 2. Riesgo mecánico	63
Gráfica 23. Nivel de deficiencia	84

Listado de Figuras

Figura 1. Fuente: Ohio Bureau of Workers' Compensation (2011), Ohio 21(d) SHARP Program Performance Assessment.29

Figura 2. Costos directos e indirectos. Fuente: Leigh, J.P. (2011), Economic Burden of Occupational Injury and Illness in the United States. Milbank Quarterly, 89:728-772.429

1. INTRODUCCIÓN

La transformación tecnológica y los retos globales han impulsado a las instituciones educativas a reinventar sus espacios de formación, generando escenarios de aprendizaje que integran innovación y sostenibilidad. En este contexto, los laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central representan un eje fundamental para el desarrollo de competencias técnicas y científicas, al permitir que estudiantes y docentes interactúen con tecnologías de vanguardia y metodologías aplicadas. Sin embargo, el verdadero valor de estos espacios no se limita únicamente a la experimentación académica, sino que reside en la capacidad de garantizar su continuidad operativa bajo condiciones seguras para todos los actores involucrados.

La seguridad y salud en el trabajo orientada a los laboratorios constituye un pilar estratégico que asegura la integridad física de las personas, la protección de los equipos y la sostenibilidad de los procesos de investigación y formación. La identificación de peligros, la valoración de riesgos y la implementación de controles adecuados son prácticas que no solo fortalecen la cultura institucional, sino que también preparan a los futuros profesionales para replicar estándares de trabajo seguro en sus entornos laborales. De esta manera, se promueve una conciencia colectiva orientada a la prevención, la responsabilidad y la excelencia, asegurando que la innovación académica se desarrolle en un marco de confianza y protección.

En este sentido, la consultoría desarrollada en este documento; orienta el conocimiento especializado hacia el diseño de una metodología integral que permita abordar de manera sistemática los factores de riesgo ocupacional presentes en los escenarios de práctica de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. La propuesta metodológica se fundamenta en los principios de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), incorporando procesos de identificación

de peligros, valoración de riesgos y definición de controles bajo criterios jerarquizados, conforme a la normativa nacional vigente (Decreto 1072 de 2015, Resolución 0312 de 2019, GTC 45).

El enfoque se dirige particularmente al laboratorio de electromovilidad, espacio académico en el cual convergen tecnologías emergentes y prácticas experimentales que implican la manipulación de equipos eléctricos, mecánicos y electrónicos de alta complejidad. Por ello, la metodología propuesta busca establecer lineamientos claros para la gestión preventiva, garantizando condiciones seguras de operación, continuidad en los procesos formativos y protección integral de los actores involucrados.

2. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

2.1. Reseña de la institución

La Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, ubicada en Bogotá D. C., en la Calle 13 No. 16-74, barrio La Favorita, Localidad 14 Mártires, ostenta su carácter de Escuela Tecnológica en el año 2006, convirtiéndose en la primera Escuela Tecnológica Oficial de Colombia. Como Institución de Educación Superior, se encarga de formar personas creativas y competentes en las áreas técnica, tecnológica y de ingeniería capaces de solucionar problemas a través de investigación aplicada.

Durante los procesos académicos, se encuentran asignaturas que exigen la práctica académica aplicada a la industria en escenarios de talleres y laboratorios los cuales están dotados de máquinas, herramientas, productos químicos entre otros, que constituyen factores de riesgo de alto impacto que pueden afectar la integridad personal y vida laboral tanto de docentes como de laboratoristas y estudiantes.

2.1.1. Programas de pregrado

Las facultades en cuyos programas se ofrecen asignaturas con prácticas en talleres y laboratorios son:

2.1.1.1. Facultad de Electromecánica.

- Técnica profesional en Mantenimiento industrial.
- Tecnología en Montajes Industriales.
- Ingeniería Electromecánica.

2.1.1.2.Facultad de Procesos Industriales.

- Técnica profesional en Procesos de Manufactura.
- Tecnología en Producción Industrial.
- Ingeniería en Procesos Industriales.

2.1.1.3.Facultad de Sistemas.

- Técnica profesional en Computación.
- Tecnología en Desarrollo de Software.
- Ingeniería de Sistemas.

2.1.1.4.Facultad de Mecatrónica.

- Técnica profesional en Electrónica Industrial.
- Tecnología en Automatización Industrial.
- Ingeniería Mecatrónica.

2.1.1.5.Facultad de Mecánica.

- Técnica profesional en Dibujo Mecánico y de Herramientas Industriales.
- Tecnología en Gestión de Fabricación Mecánica.
- Ingeniería Mecánica.

De igual manera existe el programa de licenciatura en Tecnología en convenio con la Universidad Pedagógica Nacional.

2.1.2. Programa de posgrados

- En el campo de los posgrados, cuenta con los siguientes programas:
- Especialización tecnológica en Internet de las cosas.
- Especialización Profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Especialización Profesional en Mantenimiento.

- Especialización Profesional en Instrumentación Industrial.
- Especialización Profesional en Diseño de redes de distribución de energía eléctrica.

En cuanto a los escenarios de práctica, la ETITC cuenta con 58 talleres y laboratorios entre los que se destacan; Salas de sistemas, laboratorio de ciencias básicas (Química Física y Biología), laboratorio de energías renovables, laboratorio de automatización industrial, laboratorio de electricidad y electrónica, laboratorio de ciencias de datos, laboratorio de distribución de la energía, taller de motores, laboratorio de electro movilidad, laboratorio de control de procesos e instrumentación, laboratorio de industria 4.0, talleres FESTO y General Electric. En remodelación se encuentran los talleres de modelería, mecanizado y fundición. Es importante tener en cuenta que ninguno de estos escenarios cuenta con un programa identificado de seguridad industrial.

Así mismo, se encuentra el taller de electromovilidad con el que se cuenta en su dotación con el primer vehículo eléctrico adaptado para la enseñanza de la mecánica automotriz del continente para realizar simulaciones y dar paso al aprendizaje (Holland House, 2024). Este laboratorio requiere de aportes importantes en temas referentes a la seguridad industrial para mejorar sus condiciones, ofreciendo un servicio seguro y de calidad en la enseñanza, preservando siempre la salud de las personas que allí se forman y de la población trabajadora en general.

2.2.Desarrollo de la Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela Tecnológica

Instituto Técnico Central

En el ámbito de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) aplicada a los escenarios de práctica, la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central ha venido desarrollando un proceso de adaptación progresiva a los cambios normativos, integrando de manera gradual las disposiciones

emanadas por el Ministerio de Trabajo en materia de riesgos laborales. Este esfuerzo se consolidó en el año 2014 con la creación de la Sección de Seguridad y Salud en el Trabajo, instancia que asumió la responsabilidad de orientar y coordinar las acciones institucionales en esta materia. Sin embargo, factores como la falta de continuidad en los procesos, la ausencia de una planeación estratégica sostenida y la constante rotación del personal han limitado la evolución esperada en la gestión de la seguridad y salud en los talleres y laboratorios. Estas condiciones han generado vacíos en la implementación de prácticas preventivas y en la consolidación de una cultura organizacional orientada a la protección integral de la comunidad educativa.

Como antecedentes de la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), la institución ha realizado evaluaciones periódicas de los estándares mínimos exigidos durante los últimos tres años, alcanzando un desempeño promedio de 78 sobre 100 puntos. Este resultado refleja avances importantes, pero también evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de control, la actualización de los procedimientos y la verificación sistemática de la conformidad normativa. La Escuela reconoce que la sostenibilidad del sistema depende de la implementación de controles periódicos, la capacitación continua y la vigilancia activa de los riesgos presentes en los escenarios de práctica.

2.3.Situación actual de la SST y los programas de Seguridad Industrial al interior de los laboratorios.

Actualmente la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, cuenta con un equipo humano más estructurado. Mediante concurso de méritos se cuenta con un responsable fijo del SGSST, no obstante, es muy limitado su alcance frente a poder abordar todos los aspectos de SST al interior de la Institución.

En cuanto a los protocolos de seguridad industrial, la institución ha operado bajo la Resolución 133 de 2018, posteriormente modificada por el Acuerdo 023 de 2024. No obstante, dichos lineamientos carecen de especificidad en lo relativo a las normas aplicables a cada taller y laboratorio, lo que genera una brecha entre las condiciones reales de las instalaciones y las exigencias normativas vigentes. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de avanzar hacia una reglamentación más detallada y contextualizada, que permita garantizar la protección efectiva de estudiantes, docentes y personal administrativo en los diferentes escenarios de práctica.

La ausencia de un estándar que permita la uniformidad de la SST en los talleres y laboratorios limita la capacidad de respuesta frente a riesgos particulares y dificulta la consolidación de un sistema preventivo robusto durante los procesos académicos. En este sentido, la institución reconoce la importancia de fortalecer la formación en cultura de seguridad, promoviendo la participación de la comunidad académica en la identificación de riesgos, la adopción de medidas preventivas y el cumplimiento de las normas establecidas. La consolidación de un SG-SST eficaz no solo responde a una obligación legal, sino que constituye un compromiso ético con la protección de la vida, la salud y el bienestar de quienes integran la comunidad educativa.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O NECESIDADES DE LA ORGANIZACIÓN O SECTOR

3.1. Antecedentes

El desarrollo de la seguridad industrial aplicada a talleres y laboratorios académicos ha sido abordado en distintos niveles del conocimiento, reconociendo que estos espacios reproducen condiciones operativas similares a las del sector productivo y, por tanto, requieren enfoques preventivos estructurados y técnicamente soportados. Los antecedentes existentes permiten evidenciar avances conceptuales y metodológicos que orientan la formulación de soluciones para la gestión de riesgos en escenarios de práctica académica.

En el ámbito global, diversos estudios y lineamientos técnicos han establecido que la implementación de programas de seguridad y salud en el trabajo debe basarse en un enfoque preventivo, sistemático y orientado a la mejora continua. La Occupational Safety and Health Administration ha señalado que los programas de seguridad eficaces se fundamentan en la identificación temprana de peligros, la participación de los trabajadores y la aplicación de controles jerarquizados, enfatizando que estos principios son aplicables tanto a entornos industriales como educativos cuando existen actividades de riesgo significativo (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2020). De manera complementaria, la norma ISO 45001:2018 establece que los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo deben adaptarse al contexto específico de la organización, lo que implica diseñar controles acordes con la naturaleza de las actividades, los procesos y los riesgos asociados a cada entorno operativo (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

En el ámbito nacional, la literatura académica relacionada con la seguridad industrial en instituciones de educación superior ha evidenciado que, si bien las organizaciones educativas han

avanzado en la adopción formal del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, persisten brechas importantes en la aplicación práctica de la seguridad industrial en talleres y laboratorios. Estudios orientados al fortalecimiento de la cultura preventiva en contextos educativos destacan que la formación en seguridad y la estandarización de protocolos operativos resultan determinantes para reducir la ocurrencia de incidentes y para preparar a los estudiantes frente a los riesgos propios del ejercicio profesional (Borda Prada, 2018). En este sentido, se reconoce que los programas generales de SST requieren ser complementados con instrumentos específicos que respondan a las condiciones reales de los escenarios de práctica.

De igual manera, análisis institucionales sobre la gestión del talento humano y la formación integral en entornos académicos resaltan que la seguridad industrial cumple un papel fundamental en la protección de la salud, el fortalecimiento de competencias profesionales y el cumplimiento de los requisitos normativos, especialmente en espacios donde se desarrollan actividades técnicas y experimentales (Dirección de Personal, s. f.). Estos antecedentes coinciden en que la ausencia de lineamientos específicos por laboratorio limita la efectividad de los sistemas de gestión y favorece enfoques reactivos frente al control del riesgo.

En el ámbito organizacional, la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central presenta antecedentes relevantes asociados al fortalecimiento progresivo del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, reflejados en procesos de autoevaluación de estándares mínimos y en la consolidación de una estructura administrativa responsable de la SST. No obstante, la información institucional y la experiencia derivada del trabajo de campo evidencian que estos avances no se han materializado de manera uniforme en los talleres y laboratorios, donde persiste la ausencia de programas de seguridad industrial específicos, adaptados a las características técnicas, tecnológicas y académicas de cada escenario.

La incorporación de laboratorios de alta innovación tecnológica, como el laboratorio de electromovilidad, constituye un antecedente institucional significativo, al tratarse de un espacio sin referentes previos internos en materia de seguridad industrial. Esta condición ha puesto de manifiesto la necesidad de contar con una guía metodológica estructurada, que permita diseñar programas de seguridad industrial desde un enfoque preventivo, técnico y replicable, alineado con los principios establecidos por la normativa nacional y las buenas prácticas internacionales (ISO, 2018; OSHA, 2020).

En conjunto, los antecedentes globales, nacionales y organizacionales evidencian que la problemática abordada en la presente consultoría se inscribe en una necesidad ampliamente reconocida en el sector educativo tecnológico, y justifican la formulación de una propuesta metodológica que permita estandarizar la gestión de la seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, fortaleciendo la prevención, el cumplimiento normativo y la protección integral de la comunidad académica.

3.2.Planteamiento del problema

Los talleres y laboratorios académicos de las instituciones de educación superior de carácter tecnológico constituyen espacios críticos para la formación práctica, en los cuales se desarrollan actividades que implican el uso de equipos, herramientas, sistemas eléctricos, fuentes de energía, sustancias y procesos con alto potencial de riesgo ocupacional. De acuerdo con los principios de la Seguridad y Salud en el Trabajo, la gestión de estos riesgos requiere la aplicación de medidas planificadas, sistemáticas y específicas, orientadas a la identificación de peligros, evaluación y valoración del riesgo y definición de controles eficaces, con el fin de garantizar entornos de aprendizaje seguros y sostenibles (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

En el contexto de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC), institución de educación superior con una amplia oferta de programas técnicos, tecnológicos y profesionales, se cuenta con más de cincuenta talleres y laboratorios destinados a la ejecución de prácticas académicas. Estos escenarios presentan condiciones operativas diversas y niveles de riesgo diferenciados, asociados principalmente a factores eléctricos, mecánicos, químicos, físicos y locativos. Si bien la institución ha implementado el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo conforme al marco normativo colombiano, los resultados de las autoevaluaciones institucionales de estándares mínimos evidencian que aún persisten brechas en la aplicación específica de la seguridad industrial en los escenarios de práctica, lo cual limita el desempeño global del sistema (República de Colombia, 2019).

El problema central o foco problema identificado radica en la ausencia de una metodología institucional estandarizada para el diseño e implementación de programas de seguridad industrial específicos por taller y laboratorio, lo que ha generado una gestión del riesgo fragmentada y poco homogénea. Esta situación obedece a diversas causas, entre las que se destacan: la aplicación de lineamientos generales del SG-SST sin adaptación suficiente a las particularidades técnicas de cada espacio, la diversidad de tecnologías y procesos académicos, la carencia de procedimientos operativos estandarizados y la dependencia del criterio individual de docentes, jefes de laboratorio o responsables de taller en la definición de medidas preventivas.

Como resultado no deseado actual, esta falta de estandarización ha derivado en protocolos preventivos heterogéneos, con diferencias significativas en la forma como se identifican los peligros, se valoran los riesgos, se definen controles y se preparan los escenarios ante situaciones de emergencia. Esta condición dificulta el seguimiento institucional, limita la trazabilidad de las acciones preventivas y reduce la efectividad de la gestión de la seguridad

industrial, contraviniendo los principios técnicos establecidos para la identificación y control sistemático del riesgo (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 2012).

De manera adicional, se identifica un resultado potencial no deseable asociado al incremento del riesgo de incidentes y accidentes en los talleres y laboratorios, especialmente en aquellos de alta complejidad tecnológica, como el laboratorio de electromovilidad, donde convergen sistemas eléctricos, energéticos y mecánicos de mayor criticidad. La materialización de estos riesgos podría generar efectos negativos a nivel organizacional y académico, tales como interrupción de las prácticas formativas, afectación de la integridad física de estudiantes y docentes, daños a equipos e infraestructura, incumplimiento normativo, impacto económico derivado de la atención de eventos no deseados y debilitamiento de la cultura institucional de prevención (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2020).

Desde el punto de vista interno, esta problemática afecta directamente a la población estudiantil, al personal docente y a los equipos administrativos vinculados a los talleres y laboratorios. En el entorno externo, compromete la imagen institucional y la responsabilidad social de la ETITC como entidad formadora de talento humano para el sector productivo, al no garantizar de manera uniforme estándares adecuados de seguridad industrial en sus procesos académicos.

En este escenario, el problema identificado pone de manifiesto la necesidad de fortalecer el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo mediante la incorporación de una guía metodológica específica, que permita orientar de forma técnica, estructurada y replicable el diseño de programas de seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. Dicha necesidad constituye la base para la formulación

del problema de investigación y la propuesta metodológica que se desarrolla en el presente proyecto, orientada a estandarizar los protocolos de prevención y control de peligros y riesgos en las actividades académicas y de docencia, en coherencia con la normativa vigente y las buenas prácticas internacionales.

A continuación, se presenta el diagrama de árbol de problemas

Tabla 1. Diagrama de árbol de problemas

Causa 1: Falta de lineamientos técnicos específicos por escenario de práctica Aplicación de lineamientos generales del SG-SST sin adaptación técnica. Ausencia de criterios metodológicos comunes. Inexistencia de procedimientos de trabajo seguro estandarizados.	Causa 2: Alta diversidad tecnológica y operativa Presencia de riesgos eléctricos, mecánicos, químicos, físicos y energéticos. Incorporación de tecnologías emergentes sin marco metodológico previo. Limitada aplicación de la jerarquía de controles.	Causa 3 y 4: Gestión preventiva individual e insuficiente articulación SG-SST Dependencia del criterio individual de docentes y jefes de taller. Dificultad para traducir requisitos normativos en acciones operativas.
PROBLEMA CENTRAL Ausencia de una metodología institucional estandarizada para el diseño e implementación de programas de seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica		

Instituto Técnico Central, que permita identificar, evaluar y controlar de manera sistemática los peligros y riesgos asociados a las actividades académicas y de docencia.		
Efectos sobre las personas	Efectos sobre los procesos	Efectos organizacionales y
Mayor exposición a condiciones inseguras.	académicos	económicos
Incremento del riesgo de incidentes y accidentes.	Interrupción de prácticas formativas.	Dificultad para evidenciar cumplimiento normativo.
Afectación a la salud e integridad física.	Afectación de la calidad del aprendizaje.	Debilitamiento de la cultura preventiva.
	Reducción de la confianza en los entornos de práctica.	Costos por incidentes y posible afectación reputacional.

3.3. Formulación del problema

Teniendo en cuenta el planteamiento del problema, surge la siguiente pregunta para la propuesta de la consultoría:

¿De qué manera se puede diseñar una guía metodológica de seguridad industrial para aplicar en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, que permita estandarizar protocolos de prevención y control de peligros y riesgos en las actividades académicas y de docencia?

4. JUSTIFICACIÓN

La presente consultoría se justifica en la necesidad crítica de fortalecer la gestión de la seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC), donde se desarrollan actividades académicas asociadas a riesgos de alta complejidad técnica. La ausencia de una metodología estandarizada para el diseño de programas

de seguridad industrial ha generado una gestión del riesgo heterogénea, limitando la eficacia del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y aumentando la exposición a incidentes en la comunidad académica.

Este proyecto cobra relevancia al alinearse con los requerimientos normativos nacionales e internacionales en materia de SST, particularmente el Decreto 1072 de 2015, la Resolución 0312 de 2019 y la norma ISO 45001:2018, que establecen la necesidad de implementar sistemas de gestión basados en la mejora continua y en la identificación, evaluación y control de riesgos laborales (República de Colombia, 2015; República de Colombia, 2019; ISO, 2018). En este sentido, la investigación no solo responde a una necesidad institucional, sino que contribuye al fortalecimiento del cumplimiento normativo y la sostenibilidad de los procesos formativos.

La finalidad del estudio radica en diseñar una guía metodológica que permita estandarizar los programas de seguridad industrial en los escenarios de práctica, garantizando coherencia técnica, aplicabilidad operativa y capacidad de adaptación a las condiciones específicas de cada laboratorio. Este enfoque se fundamenta en metodologías de gestión del riesgo como la GTC 45 y en los lineamientos de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2020), los cuales promueven sistemas preventivos estructurados y orientados a la reducción de incidentes.

Desde una perspectiva de impacto, el proyecto genera beneficios a nivel práctico, organizacional y académico, al reducir la exposición a riesgos, fortalecer los protocolos de seguridad y consolidar una cultura preventiva en estudiantes, docentes y personal administrativo. A nivel teórico y metodológico, aporta un instrumento estructurado y replicable que puede ser adaptado a otras instituciones de educación superior con características similares, ampliando su aplicabilidad en el sector educativo tecnológico (Borda Prada, 2018; OSHA, 2020).

En síntesis, la investigación es pertinente, viable y necesaria, al ofrecer una solución técnica estructurada a una problemática real, contribuyendo a la protección de la vida, la mejora del desempeño del SG-SST y la consolidación de estándares de seguridad industrial en escenarios de formación académica (ISO, 2018; ICONTEC, 2012).

5. OBJETIVOS

5.1.Objetivo general

Diseñar una guía metodológica para la elaboración de programas de seguridad industrial, orientada a la identificación y gestión de factores de riesgo ocupacional en los laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

5.2.Objetivos específicos

- Analizar el contexto de la Seguridad y Salud al interior de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.
- Construir una metodología para el diseño de programas de Seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.
- Validar el diseño de la metodología propuesta en el laboratorio de electromovilidad de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1.Marco teórico

La seguridad industrial en los laboratorios y talleres de las instituciones de educación superior constituye un eje fundamental para garantizar la integridad física de estudiantes, docentes y personal administrativo, así como para preservar los recursos materiales y tecnológicos destinados a la formación académica. En el contexto colombiano, la implementación de programas de seguridad industrial responde tanto a las exigencias normativas

nacionales como a la necesidad de consolidar una cultura preventiva que minimice los riesgos inherentes a las actividades prácticas de enseñanza e investigación.

Estos programas se sustentan en principios de gestión de riesgos, normativas de Seguridad y Salud en el Trabajo y estándares internacionales de buenas prácticas, que buscan identificar, evaluar y controlar los peligros asociados al uso de equipos, sustancias químicas y procedimientos técnicos. Además, promueven la capacitación continua, la señalización adecuada de espacios, el uso correcto de elementos de protección personal y la adopción de protocolos de emergencia.

El marco teórico que se desarrolla en esta consultoría pretende analizar los fundamentos conceptuales y normativos que orientan la seguridad industrial, la prevención de accidentes y enfermedades laborales, en concordancia con los lineamientos establecidos por la legislación colombiana y las tendencias globales en gestión de la seguridad y salud en el trabajo que aplican a ambientes seguros en las comunidades académicas.

6.1.1. ¿Qué es un programa de seguridad industrial?

Los programas de seguridad industrial se constituyen como un método lógico que se implementa en los lugares de trabajo, aplicando estándares de seguridad bajo ciclos de mejora continua. Los programas de seguridad y salud fomentan un enfoque proactivo para “descubrir y remediar” peligros en el lugar de trabajo antes de que puedan causar lesiones o enfermedades (OSHA, 2022, p. 4170).

Las buenas prácticas en los lugares de trabajo se constituyen como un referente; sin embargo, estas prácticas deben cambiar de visión pues en muchos casos son reactivas, con enfoques tradicionales que solo se abordan cuando se materializan los peligros. Para este caso, definimos que peligro, es toda fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de

enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de estos. (GTC 45). Dado lo anterior, los métodos más eficaces son los que permiten que las organizaciones apliquen la predicción y prevención de factores de riesgo. Un enfoque mucho más eficaz es descubrir y resolver riesgos antes de que causen lesiones o enfermedades. Hacer esto evita los costos directos e indirectos de las lesiones y enfermedades de los empleados y promueven igualmente un entorno laboral positivo. (OSHA 4170, 2022).

6.1.2. Ventajas de los programas de seguridad industrial

Las ventajas de implementar los programas de seguridad industrial nos llevan a favorecer tres factores: Personas – Procesos – Productos. La Seguridad industrial debe verse en un contexto de 360°, que no solamente se detenga y enfoque a preservar la seguridad y salud de los trabajadores; por el contrario, amplíe su espectro a visualizar, cómo sin el control de los peligros se pueden ver afectados los procesos de las empresas impactando el *core business* y cómo los productos pueden ser susceptibles a no ser producidos de manera eficiente, eficaz y efectiva por la falta de mano de obra calificada con experiencia en desarrollar las necesidades de las organizaciones y responder a su nicho de mercado.

Los empleadores pueden descubrir que implementar estas prácticas recomendadas les proporciona otras ventajas también. El compromiso renovado o aumentado a la seguridad y salud, así como el ambiente de cooperación entre los empleadores y los empleados, están vinculados a:

- Mejoras en la calidad de los productos, procesos y el servicio.
- Mejor moral en el lugar de trabajo.
- Selección y retención mejoradas de empleados.

- Una imagen y reputación más favorable (entre los clientes, los proveedores y la comunidad).

A continuación, se ilustran algunas ventajas de la implementación de programas de seguridad y salud en el trabajo:

En un estudio de empleadores pequeños en Ohio se descubrió que los reclamos de compensación de los empleados disminuyeron radicalmente después de trabajar con el programa SHARP de OSHA para adoptar programas similares a los que se describen en estas prácticas recomendadas.



Figura 1. Fuente: Ohio Bureau of Workers' Compensation (2011), Ohio 21(d) SHARP Program Performance Assessment.



Figura 2. Costos directos e indirectos. Fuente: Leigh, J.P. (2011), *Economic Burden of Occupational Injury and Illness in the United States*. *Milbank Quarterly*, 89:728-772.4

Lo anterior nos permite precisar que las ventajas son muy positivas e impactan de manera positiva la organización, enfocando los peligros ocupacionales y enfocándolos al control de los factores de riesgo de manera equilibrada y sostenible para las organizaciones.

6.1.3. La seguridad industrial en talleres y laboratorios en procesos de aprendizaje

La seguridad industrial en el ámbito académico constituye un eje fundamental para garantizar la integridad física de estudiantes y docentes, así como para asegurar la continuidad de las prácticas educativas. Los talleres y laboratorios representan espacios de alto riesgo debido al manejo de sustancias químicas, equipos eléctricos, herramientas mecánicas y materiales biológicos. Por ello, la implementación de protocolos de seguridad es indispensable para prevenir accidentes y fomentar una cultura de autocuidado (Servicios Uniandes, s.f.).

6.1.4. La seguridad industrial en instituciones educativas cumple tres funciones esenciales:

Protección de la salud y la vida: La seguridad busca reducir riesgos derivados de la manipulación de equipos y materiales peligrosos.

Formación profesional integral: Los estudiantes adquieren competencias en prevención y autocuidado, lo que fortalece su perfil laboral (Dirección de Personal, s.f.).

Cumplimiento normativo: Las instituciones de educación superior deben ajustarse a leyes nacionales e internacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, garantizando ambientes seguros para la enseñanza y la investigación.

En los últimos años se han observado avances significativos en materia de seguridad industrial dentro de talleres y laboratorios de Instituciones de Educación Superior, los cuales han transformado la manera en que estudiantes y docentes desarrollan sus actividades académicas. Uno de los aspectos más relevantes ha sido la creación de protocolos especializados, que han

permitido establecer manuales detallados para la prevención y manejo de riesgos específicos, tales como los químicos, biológicos y radiológicos. Estos documentos constituyen guías prácticas que orientan el comportamiento seguro en los espacios de trabajo y aseguran que las instituciones educativas cumplan con estándares nacionales e internacionales en seguridad y salud en el trabajo. A la par, la tecnología aplicada ha desempeñado un papel crucial en la modernización de los sistemas de seguridad, incorporando sensores de gases, sistemas de ventilación avanzada y señalización inteligente, lo que ha permitido una detección temprana de posibles amenazas y una respuesta más eficiente ante emergencias.

En este sentido, universidades como la Universidad Nacional de Colombia, han desarrollado diplomados en seguridad química con énfasis en laboratorios, donde se capacita a estudiantes y profesionales en el manejo seguro de sustancias y en la implementación de protocolos de bioseguridad, fortaleciendo la cultura preventiva en el ámbito académico. De igual manera, instituciones como Uninpahu han creado programas profesionales en Seguridad y Salud en el Trabajo, que forman especialistas capaces de liderar sistemas de gestión de seguridad industrial y aplicar normativas vigentes en entornos educativos y empresariales. Por su parte, el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid cuenta con un Laboratorio de Seguridad e Higiene Ocupacional que establece normas estrictas de bioseguridad y uso obligatorio de elementos de protección personal, garantizando que las prácticas académicas se desarrollen bajo condiciones controladas y seguras.

De igual manera, la capacitación continua se ha consolidado como un eje fundamental para fortalecer la cultura preventiva, mediante programas de inducción y talleres prácticos que abordan temas como primeros auxilios, manejo adecuado de residuos y uso correcto de equipos de protección personal. Estas iniciativas, además de cumplir con la normativa vigente,

contribuyen a formar profesionales conscientes de la importancia de la seguridad en su quehacer académico y laboral, lo que se traduce en una comunidad universitaria más preparada y responsable frente a los riesgos inherentes a la práctica experimental (Borda Prada, 2018).

Las expectativas en materia de seguridad industrial en talleres y laboratorios universitarios se orientan hacia un escenario más tecnológico, integral y exigente, en el que las instituciones educativas deberán adaptarse a nuevas demandas para garantizar ambientes seguros y sostenibles. Una de las tendencias más relevantes es la digitalización de la seguridad, que permitirá el monitoreo en tiempo real de las condiciones ambientales mediante plataformas digitales capaces de detectar variaciones en la calidad del aire, presencia de gases tóxicos o fallas en sistemas eléctricos. Este avance se encuentra alineado con los principios de la norma **ISO 45001:2018**, que establece requisitos para sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo el uso de herramientas tecnológicas para la identificación temprana de riesgos y la mejora continua de los procesos preventivos (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

De igual manera, se proyecta el fortalecimiento de una cultura preventiva sólida, en la que estudiantes y docentes integren la seguridad como parte natural de su quehacer académico, más allá de la obligatoriedad normativa. Este enfoque coincide con las directrices de la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), que enfatizan la importancia de la capacitación y la participación de los trabajadores en la construcción de ambientes seguros (OSHA, 2020). En el contexto universitario, esto implica que la prevención se convierta en un hábito cotidiano, fomentando la responsabilidad compartida y el autocuidado como valores institucionales.

Paralelamente, se anticipa la implementación de normativas más estrictas, derivadas de estándares internacionales como las regulaciones europeas en materia de seguridad laboral, específicamente la Directiva Marco 89/391/CEE, que obliga a los empleadores, incluidas las instituciones educativas, a garantizar la seguridad y salud de los trabajadores mediante medidas organizativas, técnicas y formativas (Parlamento Europeo, 1989). Estas regulaciones, cada vez más exigentes, obligarán a las universidades y escuelas tecnológicas a invertir en infraestructura moderna, capacitación constante y sistemas de gestión más robustos. Las expectativas también contemplan un enfoque integral hacia la sostenibilidad y seguridad ambiental, en el que la gestión responsable de residuos, la reducción de emisiones y el uso eficiente de recursos se conviertan en prioridades inseparables de la seguridad industrial. Este enfoque se vincula con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas, que promueven prácticas educativas responsables y sostenibles (United Nations, 2015). En conjunto, estas tendencias reflejan un futuro en el que la seguridad industrial será más dinámica, digitalizada y consciente, consolidándose como un componente estratégico en la formación de profesionales responsables y preparados para enfrentar los retos del mundo laboral.

La electromovilidad en los laboratorios académicos, la importancia de los programas de seguridad industrial para la ejecución de sus prácticas y su presencia en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

La electromovilidad se ha consolidado como un campo estratégico en la transición hacia sistemas de transporte sostenibles (García-Olivares, 2020). En el ámbito académico, los laboratorios que incorporan prácticas relacionadas con vehículos eléctricos, sistemas de almacenamiento energético y tecnologías de carga constituyen espacios de experimentación que permiten a los estudiantes vincular la teoría con la práctica (Muñoz & Cárdenas, 2021). Estos

entornos fomentan competencias técnicas en electrónica de potencia, gestión energética y diseño de sistemas, además de promover la investigación aplicada en torno a la eficiencia y sostenibilidad

Los laboratorios no solo cumplen una función instrumental, sino que representan escenarios pedagógicos donde se simula la realidad industrial (Salazar & Pérez, 2019). En el caso de la electromovilidad, los estudiantes trabajan con baterías de litio, convertidores, motores eléctricos y estaciones de carga, lo que implica manipulación de equipos de alta complejidad. La interacción con estos sistemas demanda protocolos rigurosos que garanticen tanto la calidad del aprendizaje como la integridad física de los participantes

La seguridad industrial se convierte en un componente esencial para la ejecución de prácticas en electromovilidad. Los riesgos asociados, como descargas eléctricas, exposición a materiales químicos de las baterías o fallas en sistemas de alta tensión requieren la implementación de programas preventivos. Estos programas incluyen capacitaciones en el uso de equipos de protección personal, protocolos de emergencia, señalización adecuada y normativas de manipulación segura de componentes eléctricos y electrónicos.

En la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, se ha incorporado el primer vehículo eléctrico adaptado para la enseñanza de mecánica automotriz en el continente a través de su laboratorio de electromovilidad (Holland House, 2024). Esta iniciativa no solo moderniza la formación técnica de los estudiantes, sino que también responde a la creciente demanda de conocimientos sobre tecnologías sostenibles y la transición hacia vehículos más ecológicos considerándose un avance significativo en la enseñanza de la mecánica automotriz en Colombia, ya que es el primer vehículo modificado que llega al continente para simulaciones y aprendizaje (Holland House, 2024).

Las necesidades de modernización del laboratorio siguen en constante evolución, pues es de considerar las condiciones de seguridad industrial que no solamente están en el producto terminado como es el vehículo en sí; también es fundamental establecer la gestión de los riesgos que surgen de forma paralela en su entorno, en el cual se debe implementar una correcta identificación de los peligros que permita establecer los objetivos de gestión sobre los riesgos eléctricos, físicos, químicos, mecánicos, locativos, determinando control de energías peligrosas, protocolos y estándares de seguridad compatibles con los procedimientos operacionales establecidos en la enseñanza de la conversión de vehículos en este laboratorio.

Partiendo de la base anterior, los programas de seguridad industrial en las actividades laborales nos permiten aterrizar los conocimientos, aplicar las experiencias exitosas que hemos tenido en el transcurso de los años y trasladarlas para el beneficio de los trabajadores; en este caso, para el laboratorio de vehículos eléctricos de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

Para formular la aplicación de la consultoría es importante definir algunos conceptos claves como el proceso de retrofit en vehículos eléctricos y sus ventajas.

El proceso de retrofit consiste en la eliminación del motor de combustión interna para la instalación de un sistema que incluye un motor eléctrico, baterías y sistemas de control. Este proceso puede ser realizado tanto por empresas especializadas como por entusiastas del bricolaje (Meyer et al., 2016).

La conversión de vehículos existentes puede llevar a reducir la necesidad de fabricar nuevos automóviles, lo que ahorraría recursos dado los costos de producción; así mismo disminuye la huella de carbono asociada con la producción de vehículos (Hawkins et al., 2013).

En algunos casos el retrofit puede ser más económico que la compra de un vehículo eléctrico nuevo (Breetz et al., 2018). Los proyectos de retrofit permiten personalizar vehículos, integrando tecnología moderna y soluciones de energía renovable (Kirk et al., 2020). Pese a esto, retrofit enfrenta desafíos como la falta de normativas claras, la disponibilidad de componentes y la percepción del usuario sobre la seguridad y fiabilidad de los vehículos convertidos (Santos et al., 2016). No obstante, pueden ser de gran valor para el desarrollo de tecnologías más eficientes y la génesis de un mercado de retrofit regulado.

Teniendo en cuenta el marco teórico, la implementación de programas de seguridad industrial representan una ventaja fundamental en el ámbito académico, pues garantiza que los procesos de aprendizaje en talleres y laboratorios se desarrollen en condiciones controladas, minimizando riesgos y fomentando una cultura preventiva entre estudiantes y docentes. Esta cultura de seguridad se convierte en un eje transversal que fortalece la calidad educativa y la responsabilidad profesional.

En el contexto de la electromovilidad en los laboratorios académicos, la seguridad industrial adquiere un papel aún más relevante. El trabajo con sistemas eléctricos de alta potencia, baterías y nuevas tecnologías exige protocolos rigurosos que aseguren la integridad física de los participantes y la protección de los equipos. Así, los programas de seguridad no solo facilitan la ejecución de prácticas, sino que también permiten que los estudiantes se enfrenten a escenarios reales de innovación tecnológica con confianza y preparación.

Por último, podemos resaltar que es determinante que, la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central se consolide como un referente en la integración de la seguridad industrial dentro de sus procesos formativos. La presencia activa de estos programas en sus talleres y laboratorios garantizará que las prácticas académicas se desarrollen bajo estándares de calidad y

seguridad, contribuyendo a la formación de profesionales competentes, conscientes y preparados para enfrentar los retos de la industria moderna.

6.2.Marco normativo

La referencia legal que se establece para la consultoría nos permite podernos fundamentar en conceptos técnicos y legales, partiendo que la seguridad y salud en el trabajo es de obligatorio cumplimiento en todos los contextos laborales. A continuación, presentamos el marco legal aplicable en la consultoría propuesta.

Tabla 2. Aspectos normativos vigentes

Norma	Fecha de expedición	Descripción
Ley 9	25/01/1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Ley 1562	11/12/2012	Por la cual se modifica el Sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional
Decreto 1072	26/05/2015	Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector trabajo
Resolución 40117	02/04/2024	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE
OSHA 4170	02/2022	Prácticas recomendadas para programas de seguridad y salud

Nota: Elaboración propia con base en la normatividad explorada y aplicable para la consultoría.

7. METODOLOGÍA

7.1.Fases de la consultoría

Con el propósito de desarrollar la consultoría para el diseño de un programa de seguridad industrial para laboratorios y talleres de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central se realizaron las siguientes fases:

7.1.1. Fase 1: Análisis del estado actual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central

En la primera fase del proceso de análisis del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, se llevó a cabo una exploración integral orientada a comprender el estado actual de la institución en esta materia. Para ello, se aplicó un instrumento tipo entrevista que permitió indagar sobre aspectos generales relacionados con la gestión de la seguridad y la salud en el entorno laboral de la ETITC, lo que brindó una visión inicial sobre las prácticas y percepciones existentes. De manera complementaria, se realizó una entrevista estructurada con el responsable del SGSST, lo que posibilitó profundizar en la información y obtener un panorama más detallado sobre la implementación, fortalezas y áreas de mejora del sistema. Asimismo, se tuvo acceso a los resultados de la autoevaluación de estándares mínimos, conforme a lo establecido en la Resolución 0312 de 2019, lo que aportó un marco normativo y técnico para contrastar la situación real con los requisitos legales vigentes. Esta fase, en conjunto, permitió consolidar una base sólida de información que servirá como punto de partida para la formulación de estrategias de mejora y el fortalecimiento continuo del SGSST y la aplicación de la metodología para la elaboración de los programas de Seguridad Industrial en los laboratorios de la ETITC.

7.1.2. Fase 2: Mapeo y diagnóstico de los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central

Durante esta fase se llevó a cabo un proceso sistemático que permitió identificar las condiciones actuales de los espacios de formación práctica. Para ello, se realizó un recorrido de observación en campo, complementado con la aplicación de un instrumento diseñado en Google Forms, el cual fue aplicado a una muestra de talleres y laboratorios, entre ellos: redes eléctricas domiciliarias, fundición, soldadura, motores, mecanizado, mecanizado CNC y electromovilidad.

Este paso consistió en reconocer y caracterizar cada laboratorio, evaluando aspectos críticos relacionados con la seguridad mecánica, eléctrica, química, locativa, de iluminación, ruido, ventilación, factores biomecánicos, radiaciones y posibles situaciones de emergencia. La evaluación de riesgos se desarrolló con base en la Guía Técnica Colombiana GTC 45, lo que permitió cuantificar niveles de deficiencia, exposición, probabilidad, consecuencia y riesgo, garantizando un diagnóstico objetivo y estructurado. Finalmente, se plantearon medidas de control fundamentadas en la metodología de Jerarquización de los controles, con el propósito de generar una línea basal para la construcción de la guía metodológica para ser aplicada por la institución en los talleres y laboratorios de la ETITC.

7.1.3. Fase 3. Construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC.

La tercera fase del proyecto se centra en la elaboración de una guía metodológica que sirva como instrumento rector para el diseño e implementación de programas de seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC. Este documento busca establecer lineamientos claros, estructurados y adaptados a las necesidades específicas de la institución,

garantizando que las actividades académicas y prácticas se desarrollen bajo condiciones seguras y controladas.

Para la ejecución de esta fase se partió de un análisis exhaustivo del estado actual del sistema de seguridad, complementado con los resultados de la encuesta diagnóstica aplicada en la línea basal. Dicho diagnóstico permitió identificar percepciones, prácticas habituales y áreas críticas que requieren atención prioritaria. A partir de esta información se definieron los aspectos esenciales que debían incorporarse en la guía, asegurando que respondiera tanto a las condiciones reales de los espacios de trabajo como a las expectativas de mejora continua.

De igual manera, se realizó un estudio detallado de la matriz de peligros y valoración de riesgos, herramienta fundamental para reconocer las amenazas presentes en los talleres y laboratorios. Este análisis permitió clasificar los riesgos según su probabilidad y severidad, lo que facilitó la priorización de medidas preventivas y correctivas. La integración de estos resultados en la guía metodológica asegura que el instrumento no solo sea normativo, sino también práctico y aplicable en el día a día.

La guía metodológica contempla los aspectos a considerar que deben quedar consignados en dicho instrumento y que permitan plasmar las acciones propias de la seguridad y salud en el trabajo en los escenarios de práctica.

7.1.4. Fase 4. Validación del diseño de la guía metodológica propuesta en el laboratorio de electromovilidad.

En esta cuarta fase se lleva a cabo la validación integral de la guía metodológica diseñada, aplicándola directamente en el laboratorio de electromovilidad. Este proceso resulta especialmente relevante debido a que se trata de un espacio completamente nuevo dentro de la institución, el cual carece de antecedentes o lineamientos previos en materia de seguridad y salud

en el trabajo. Por ello, la implementación de la guía no solo busca garantizar la correcta operación del laboratorio, sino también establecer un marco sólido de prevención y protección para todos los usuarios que interactúen con sus equipos y procedimientos.

La electromovilidad representa un eje estratégico para la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central (ETITC), ya que constituye un campo de innovación y desarrollo con alto impacto en la formación académica y en la proyección hacia el sector productivo. En este sentido, la consolidación de prácticas de higiene y seguridad industrial dentro del laboratorio se convierte en un esfuerzo prioritario, orientado a salvaguardar la integridad de estudiantes, docentes e investigadores, al tiempo que se fomenta una cultura institucional de responsabilidad y sostenibilidad

La validación del diseño metodológico se realizó mediante trabajo en campo, lo que implicó la recopilación de información directamente en el entorno del laboratorio y la construcción de protocolos ajustados a las necesidades reales observadas. Este ejercicio permitió contrastar la teoría con la práctica, asegurando que los aspectos contemplados en la guía respondieran de manera efectiva a las condiciones específicas del espacio y a los riesgos potenciales asociados con la electromovilidad. De esta manera, la guía metodológica validada se proyecta como un instrumento de gran valor, capaz de trascender el ámbito institucional y aportar al desarrollo seguro y responsable de la electromovilidad en el país.

7.2.Conformación del equipo de consultoría.

Para el desarrollo de la consultoría se cuenta con el siguiente equipo:

Tabla 3. Equipo humano

No.	Persona	Rol
1	Esp. Carlos Alberto Álvarez S.	Estudiante de Maestría
2	Esp. Yoana Mireya Rojas Muñoz	Estudiante de Maestría

7.3.Cronograma.

7.3.1. Fase 1. Análisis del estado actual del SG-SST.

Tabla 4. Cronograma de actividades del estado actual del proyecto

Actividad	Tareas específicas	Responsable principal	May	Jun	Jul
Revisión documental SG-SST	Análisis políticas, autoevaluaciones, normativa aplicada	Y. Rojas	•		
Diseño de instrumentos	Elaboración guías de entrevista y formatos	Y. Rojas	•		
Aplicación entrevistas	Entrevistas a responsable SG-SST y actores clave	C. Álvarez		•	
Validación institucional	Socialización hallazgos preliminares	C Álvarez / Y Rojas / Decano / Jefe Taller		•	

Análisis de información	Consolidación brechas y hallazgos	Álvarez / Rojas			•
Informe Fase 1	Redacción diagnóstico SG-SST	Y. Rojas			•

7.3.2. Fase 2. Mapeo y diagnóstico de talleres y laboratorios

Tabla 5. Cronograma de actividades para el diagnóstico

Actividad	Tareas específicas	Responsable principal	Jun	Ago	Sep
Planeación trabajo campo	Selección talleres y cronograma visitas	C. Álvarez	•		
Diseño instrumentos campo	Formularios, listas chequeo, matrices	Y. Rojas	•		
Recorridos técnicos	Observación directa y levantamiento información	C. Álvarez		•	
Acompañamiento operativo	Verificación procesos y riesgos reales	C. Álvarez / Y. Rojas / Jefe de Taller		•	
Identificación de peligros	Aplicación GTC 45	C. Álvarez		•	
Valoración de riesgos	Cálculo ND, NE, NR	C. Álvarez			•

Consolidación diagnóstica	Línea base institucional	Álvarez / Rojas			•
---------------------------	--------------------------	-----------------	--	--	---

7.3.3. Fase 3. Construcción de la Guía Metodológica

Tabla 6. Cronograma para la elaboración de la Guía Metodológica

Actividad	Tareas específicas	Responsable principal	Oct	Nov	Dic
Diseño estructura guía	Definición capítulos y alcance	Y. Rojas	•		
Integración insumos	Resultados Fase 1 y 2	Álvarez / Rojas		•	
Desarrollo metodología	Inventarios, IPEVR, PTS, EPP	Y. Rojas		•	
Revisión técnica	Coherencia operativa en talleres	C Álvarez / Y Rojas /Jefe de Taller		•	
Alineación normativa	Decreto 1072, Res. 0312, GTC 45	Y. Rojas			•
Borrador guía	Documento técnico preliminar	Y. Rojas			•

7.3.4. Fase 4. Validación laboratorio de Electromovilidad

Tabla 7. Cronograma trabajo de campo en el laboratorio de Electromovilidad

Actividad	Tareas específicas	Responsable principal	Ene	Feb
Planeación validación	Definición alcance piloto	Álvarez / Jefe Taller	•	
Aplicación guía piloto	Implementación en electromovilidad	C. Álvarez	•	
Acompañamiento académico	Seguimiento institucional	Decano Electromecánica	•	
Ajustes metodológicos	Correcciones técnicas	Álvarez / Rojas		•
Informe validación	Resultados y conclusiones	Y. Rojas		•

7.4.Resultados, discusión y redacción final

Tabla 8. Cronograma análisis y entrega de resultados

Actividad	Tareas específicas	Responsable principal	Mar	Abr
Análisis integral resultados	Relación teoría–práctica	Y. Rojas	•	
Discusión académica	Comparación con literatura	Y. Rojas	•	

Redacción informe final	Documento completo de grado	Y. Rojas		•
Revisión técnica final	Comentarios desde operación	Jefe Taller Decano		•
Ajustes finales	Correcciones metodológicas	Álvarez / Rojas		•

7.5. Instrumentos y técnicas para la toma de información y para la presentación de resultados

Para el desarrollo de las fases se diseñaron y aplicaron los siguientes instrumentos:

7.5.1. Fase 1. Análisis del estado actual del SGSST

Entrevista estructurada

Objetivo: Conocer por parte del líder de seguridad y salud en el trabajo las generalidades del SGSST y el estado de los programas de Seguridad industrial en los talleres y laboratorios en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central

Metodología.

Se realizó el instrumento de entrevista enfatizando en la gestión del riesgo y en el estado del SGSST en la ETITC. La entrevista se aplica al responsable del SGSST para tener claridad en la información de talleres y laboratorios.

7.5.2. Fase 2. Mapeo y diagnóstico de los talleres y laboratorios de la ETITC

Matriz de priorización de necesidades

Objetivos:

- Evaluar el cumplimiento de los requisitos de seguridad industrial en laboratorios y talleres, conforme a los aspectos normativos vigentes en materia de:
- Señalización (Norma NTC 1461: Señales de advertencia, obligación y evacuación visibles.)
- Puesta a tierra (RETIE: Sistema de conexión a tierra distribuido en todas las áreas.)
- Delimitación de espacios (OSHA/NTC: Zonas de trabajo y tránsito claramente marcadas.)
- Equipos de emergencia (NFPA/NTC: Extintores, duchas, salidas de emergencia, botiquines.)

- Capacidad vs demanda (Ocupación segura según área disponible y número de usuarios.)
- Estado de infraestructura (Mantenimiento preventivo, pisos, iluminación, ventilación.)
- Cumplimiento de estándares (Certificaciones ISO, RETIE, NFPA, protocolos técnicos.)

Metodología cuantitativa

Este instrumento adopta una metodología cuantitativa de alcance analítico, estructurada mediante un mapa de calor y una matriz de seguridad que operan bajo una escala de medición ordinal de 0 a 2. El enfoque se fundamenta en la cuantificación de variables discretas para evaluar la criticidad de los eventos: el valor 0 representa un nivel de no cumplimiento, 1 define un proceso de implementación, y 2 determina un cumplimiento definitivo. Mediante este procesamiento numérico estructurado, se estandarizan los criterios de evaluación, eliminando la ambigüedad cualitativa para calcular el índice de riesgo final, priorizar las acciones correctivas con rigor técnico y garantizar la replicabilidad exacta del modelo estadístico

Valor	Descripción	
0	No cumple con el requisito normativo. El aspecto evaluado presenta deficiencias graves, no se ha iniciado su implementación o está en fase de planeación.	

1	En proceso de implementación. Se han iniciado acciones para cumplir el requisito, pero aún no se ha alcanzado el estándar normativo.	
2	Cumple completamente con el requisito normativo. El aspecto evaluado está implementado y operativo según los estándares establecidos.	

Metodología cualitativa

En cada uno de los talleres y laboratorios mediante la técnica de observación se evaluaron los siguientes aspectos:

1. Seguridad eléctrica
Instalaciones eléctricas seguras y certificadas
Protección contra sobrecargas y cortocircuitos
Señalización de riesgo eléctrico
2. Infraestructura
Estado físico del espacio (pisos, techos, paredes)
Ventilación, iluminación y accesibilidad
3. Gestión de emergencias
Rutas de evacuación claras
Equipos de emergencia disponibles (extintores, botiquines)
Simulacros realizados

4. Señalización
Señales visibles y comprensibles
Indicadores de seguridad, salida, riesgo, etc.
5. Capacidad de ocupantes
Aforo permitido según normativas
Control de acceso y permanencia
6. Cumplimiento de estándares técnicos
Normas técnicas aplicables al tipo de laboratorio o taller
Equipos calibrados y certificados
7. Estado de planeación o implementación
Proyectos en curso para mejorar condiciones

Formulario de Google Evaluación de competencias

Objetivo:

Establecer el nivel de comprensión sobre los riesgos en los talleres y laboratorios que utilizan Docentes, Laboratoristas y Estudiantes en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, reconociendo los aspectos a mejorar para ejecutar la consultoría

Metodología cuantitativa

Esta investigación adopta una metodología cuantitativa de alcance descriptivo, implementada mediante un formulario de Google Forms estructurado para la evaluación de competencias. El enfoque se fundamenta en la recolección y análisis estadístico de datos numéricos y psicométricos provenientes de docentes, laboratoristas y estudiantes de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. A través de este instrumento estandarizado, se mide el

nivel de comprensión sobre los riesgos en talleres y laboratorios mediante indicadores estandarizados, permitiendo identificar brechas de conocimiento cuantitativamente significativas y áreas de mejora prioritarias que servirán como línea base técnica para la ejecución de la

Formulario Google Inspección talleres y laboratorios

Objetivo: Establecer el nivel de comprensión sobre los riesgos en los talleres y laboratorios que utilizan Docentes, Laboratoristas y Estudiantes en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, reconociendo los aspectos a mejorar para ejecutar la consultoría

Guía técnica colombiana GTC-45:

Objetivo: Identificación de peligros y valoración de riesgos en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

Formulario Google Forms inspección talleres y laboratorios.

Objetivo: Establecer el nivel de comprensión sobre los riesgos en los talleres y laboratorios que utilizan Docentes, Laboratoristas y Estudiantes en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, reconociendo los aspectos a mejorar para ejecutar la consultoría

Metodología cuantitativa

Esta investigación emplea un enfoque cuantitativo descriptivo mediante una inspección estandarizada en Google Forms para evaluar la comprensión de riesgos en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. A través del procesamiento estadístico de métricas e indicadores normativos aplicados a docentes, laboratoristas y estudiantes, se cuantifican desviaciones técnicas, brechas de conocimiento y vulnerabilidades físicas. Este análisis genera

una línea base numérica y objetiva que identifica áreas de mejora prioritarias para estructurar técnicamente la posterior consultoría.

7.5.3. Fase 3. Construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC.

Objetivo: Construir una metodología para el diseño de programas de Seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

7.5.4. Fase 4. Validación del diseño de la guía metodológica propuesta en el laboratorio de electromovilidad

Guía metodológica para programas de seguridad industrial en la ETITC

Objetivo: Validar el diseño de la metodología propuesta en el laboratorio de electromovilidad de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL PROYECTO.

8.1.Fase 1: Análisis del estado actual del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

Instrumento: Entrevista estructurada

Fecha de la entrevista: 22 de septiembre de 2025

Hora: 5:30 p.m.

Lugar: Oficina de Talento humano – Sección Seguridad y Salud en el Trabajo

Nombre del entrevistado: Ing. Andrés Eduardo Orduz Nivia

Ingeniero Industrial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC

Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC

Bloque 1: Introducción y contexto
1. ¿Podría contarnos brevemente sobre su trayectoria profesional en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo?
Respuesta: <i>Me desempeñé como especialista en SST en entidades públicas como el Instituto Nacional para Sordos (INSOR), posteriormente me desempeñé como coordinador de SST en la Agencia Logística de las Fuerzas Militares y Actualmente me encuentro desempeñándome como Profesional Universitario en SST para la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central desde hace 3 años.</i>
2. ¿Cuál es el enfoque principal de los programas de seguridad industrial en la ETITC?
Respuesta: <i>El enfoque principal es reducir accidentes de trabajo y evitar enfermedades laborales producidas por las actividades que se realizan en toda la Escuela. La parte tecnológica y la aplicación de métodos innovadores podrá mejorar la gestión del riesgo.</i>
Bloque 2: Diseño y aplicación de programas de seguridad industrial
¿Qué elementos considera esenciales al momento de diseñar un programa de seguridad industrial en la ETITC?
Respuesta. <i>Que se aborden temas de riesgo eléctrico y control de energías peligrosas. Que se tenga en cuenta el carácter de la Escuela y la necesidad de actualizar los aspectos de seguridad industrial en los laboratorios. Se resalta que se cuenta tanto con equipos muy modernos, como con equipos muy antiguos y esto es importante considerarlo</i>
4. ¿Cómo se identifican y evalúan los riesgos en talleres y laboratorios?

Respuesta. <i>Se emplea la metodología GTC 45 y se recoge información general para su actualización</i>
5. ¿Qué tipo de capacitaciones se ofrecen al personal Docente, técnico y estudiantes en temas de seguridad Industrial?
Respuesta. <i>Se hace la inducción y reinducción general para docentes en la semana de receso intersemestral.</i> <i>Referente a los estudiantes cada laboratorista debe dar información general del uso de laboratorios y talleres, así como reglas de seguridad para el uso de laboratorios.</i>
6. ¿Qué papel juega el liderazgo institucional en la implementación de estos programas?
Respuesta. <i>El papel que juega es realmente algo limitante. Se debe mejorar la toma de decisiones e inyección de presupuesto para mejorar los procesos de seguridad industrial. Adicionalmente aprovechar las ideas y proyectos de los estudiantes que ven asignaturas que tienen que ver con el aspecto de SST para mejorar el Sistema.</i> <i>El liderazgo debe ser una bandera fundamental para lograr el éxito de lo que se proponga, de manera estratégica y competitiva</i>
Bloque 3: Evaluación y mejora continua
7. ¿Cómo se mide la efectividad de los programas de seguridad industrial?
Respuesta: <i>Se mide mediante indicadores y la presentación de los resultados ante la alta dirección. Se contemplan los siguientes aspectos:</i> <i>✓ La idoneidad de la política actual de SST;</i> <i>✓ El establecimiento o actualización de los objetivos de la SST para la mejora continua en el periodo próximo;</i>

✓ <i>Los niveles actuales de riesgos y la eficacia de las medidas de control existentes;</i> ✓ <i>La adecuación de los recursos (financieros, humanos, materiales);</i> ✓ <i>La eficacia del proceso de inspección de la SST;</i> ✓ <i>La eficacia del proceso de notificación de los peligros;</i> ✓ <i>Los datos relativos a accidentes e incidentes que se hayan producido;</i> ✓ <i>Las solicitudes registradas de procedimientos que no han sido eficaces;</i> ✓ <i>Los resultados de las auditorías internas y externas del sistema de gestión de la SST llevadas a cabo desde la última revisión y su eficacia;</i> ✓ <i>El estado de preparación ante emergencias.</i>
8. ¿Qué indicadores utilizan para evaluar el cumplimiento de las normas de seguridad?
Respuesta: <i>únicamente los de ley que están establecidos en el Decreto 1072 de 2015</i>
9. ¿Podría compartir algún caso exitoso de mejora en seguridad industrial dentro de la ETITC?
Respuesta: <i>Consolidación y adquisición de equipos para trabajos en alturas e implementación de la resolución 40595 del PESV</i>
Bloque 4: Retos y recomendaciones
10. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta en la implementación de programas de seguridad industrial?

<i>Respuesta: la toma de conciencia y el compromiso por parte de estudiantes, Docentes y comunidad educativa en general en el mejoramiento y adopción de las normas de seguridad industrial</i>
11. ¿Qué recomendaciones nos daría para fortalecer el programa de Seguridad Industrial en la ETITC?
<i>Respuesta: Abordar los espacios que más requieren análisis y proponer medidas eficaces que puedan ser innovadoras y que atraigan a estudiantes y docentes hacia la importancia de la seguridad industrial en los espacios académicos de la ETITC</i>
Bloque 5: Cierre
12. ¿Desea agregar alguna reflexión final sobre la importancia de la seguridad industrial en entornos educativos?
<i>Respuesta: La seguridad industrial en espacios educativos no solo protege la integridad física de estudiantes, docentes y personal administrativo, sino que también fomenta una cultura de prevención y responsabilidad. En laboratorios, talleres o áreas técnicas, los riesgos son reales: desde accidentes con maquinaria hasta exposición a sustancias peligrosas. Implementar protocolos de seguridad, capacitar continuamente y contar con infraestructura adecuada convierte el entorno educativo en un lugar de aprendizaje seguro y confiable</i>

La entrevista evidencia que el sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo de la ETITC se orienta a la prevención de accidentes y enfermedades laborales mediante la identificación y control de riesgos, especialmente en entornos de laboratorio y talleres, aplicando metodologías como la GTC 45 y cumpliendo el marco normativo vigente. Aunque existen avances en dotación, capacitación e implementación de programas, persisten limitaciones asociadas al liderazgo

institucional, asignación de recursos y compromiso de la comunidad. En esta fase se concluye que el fortalecimiento del sistema requiere innovación, actualización tecnológica y una mayor apropiación de la cultura preventiva para garantizar su eficacia y sostenibilidad.

8.2.Fase 2: Mapeo y diagnóstico de los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central.

8.2.1. Instrumentos

8.2.1.1. Instrumento: Matrices de prioridades: mapa de calor y matriz de seguridad.

Se aplicó la metodología obteniendo la siguiente información:

8.2.1.1.1. Mapa de calor con prioridades de intervención

Tabla 11. Mapa de calor con prioridades de intervención

Laboratorio/Taller	Señalización (Norma NTC 1461: Señales de advertencia, obligación y evacuación visibles.)	Puesta a tierra (RETIE: Sistema de conexión a tierra distribuido en todas las áreas.)	Delimitación de espacios (OSHA/NTC: Zonas de trabajo y tránsito claramente marcadas.)	Equipos de emergencia (NFPA/NTC: Extintores, duchas, salidas de emergencia, botiquines.)	Capacidad vs demanda (Ocupación segura según área disponible y número de usuarios.)	Estado de infraestructura (Mantenimiento preventivo, pisos, iluminación, ventilación.)	Cumplimiento de estándares (Certificaciones ISO, RETIE, NFPA, protocolos técnicos.)
Salas de Sistemas	1	2	0	1	0	1	0
Laboratorio de Ciencias Básicas	2	2	1	1	0	0	0
Laboratorio de Distribución de la Energía	2	2	0	1	0	0	2
Taller de Motores	1	2	0	1	0	0	0
Laboratorio de Electromovilidad	1	2	0	0	0	0	0
Laboratorio de Control de Procesos e instrumentación	1	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Industria 4.0	1	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Tratamientos Térmicos	0	2	1	1	0	0	0
Laboratorio de Domótica	1	2	1	1	0	1	0
Taller de Metalistería	0	2	1	1	0	1	0
Taller de Mecánica y CNC	1	2	0	1	0	1	0
Taller de Modelería	1	2	0	1	0	1	0
Laboratorio de FABLAB	0	2	0	1	0	1	0
Taller de Fundición	1	2	1	1	0	1	1
Taller Electricidad	2	2	1	1	0	1	2
Taller de Electrónica	1	2	1	1	0	1	2
Laboratorio Automatización	2	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Fluido Térmicos	2	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Metrología	1	2	1	1	0	1	2
Laboratorio de Neumática y Electroneumática	2	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Hidráulica	2	2	1	1	0	1	0
Taller de Diseño	2	2	0	1	0	1	0

Con base en el mapa de calor de prioridades de intervención, el análisis evidencia que la criticidad institucional en seguridad industrial es predominantemente transversal y estructural, con puntajes totales que oscilan entre 3 y 9 puntos en los 21 talleres y laboratorios evaluados, lo

que confirma que las brechas identificadas no corresponden a eventos aislados sino a condiciones recurrentes del sistema; desde la perspectiva de los factores evaluados, la puesta a tierra conforme al RETIE presenta una criticidad del 100 % respecto al total de los escenarios, al registrarse el valor máximo (2) en la totalidad de los laboratorios y talleres, constituyéndose en el principal factor de riesgo institucional por su impacto directo sobre la probabilidad y severidad de eventos eléctricos, seguida por los equipos de emergencia, que presentan criticidad en prácticamente todos los escenarios ($\approx 90\%$), evidenciando deficiencias sistemáticas en disponibilidad, ubicación o mantenimiento de extintores, duchas y rutas de evacuación; la señalización de seguridad, evaluada conforme a la NTC 1461, alcanza una criticidad aproximada del 70 %, lo que refleja inconsistencias en su visibilidad, actualización o cobertura y debilita los controles administrativos básicos, mientras que la delimitación de espacios y el estado de la infraestructura muestran criticidades medias, estimadas entre el 50 % y el 60 %, asociadas principalmente a riesgos locativos, operativos y ergonómicos; el factor cumplimiento de estándares técnicos evidencia una criticidad focalizada cercana al 25–30 %, concentrada en talleres y laboratorios con alta exposición eléctrica y metrológica (Electricidad, Electrónica y Metrología), incrementando el riesgo normativo y legal, mientras que el factor capacidad versus demanda no reporta criticidad significativa en el periodo evaluado; en términos de priorización, los escenarios con mayor criticidad relativa corresponden al Taller de Electricidad (9 puntos), seguido del Taller de Electrónica y el Laboratorio de Metrología (8 puntos), lo que los posiciona como prioridad inmediata de intervención, mientras que el Laboratorio de Electromovilidad, con 3 puntos, presenta menor criticidad relativa pero mantiene relevancia estratégica por su complejidad tecnológica; en conjunto, el análisis permite concluir que más del 70 % de la criticidad total institucional se concentra en factores básicos y transversales de seguridad

industrial, lo que sustenta técnicamente la necesidad de una metodología institucional estandarizada de intervención, orientada a corregir de manera homogénea, priorizada y sostenible las condiciones de seguridad en los escenarios de práctica académica y a servir como base para la formulación de programas de seguridad industrial específicos por laboratorio o taller.

8.2.1.1.2. Matriz de seguridad de laboratorios

Tabla 12. Matriz de seguridad de laboratorios

Laboratorio/Taller	Señalización (Norma NTC 1461: Señales de advertencia, obligación y evacuación visibles.)	Puesta a tierra (RETIE: Sistema de conexión a tierra distribuido en todas las áreas.)	Delimitación de espacios (OSHA/NTC: Zonas de trabajo y tránsito claramente marcadas.)	Equipos de emergencia (NFPA/NTC: Extintores, duchas, salidas de emergencia, botiquines.)	Capacidad vs demanda (Ocupación segura según área disponible y número de usuarios.)	Estado de infraestructura (Mantenimiento preventivo, pisos, iluminación, ventilación.)	Cumplimiento de estándares (Certificaciones ISO, RETIE, NFPA, protocolos técnicos.)
Salas de Sistemas	1	2	0	1	0	1	0
Laboratorio de Ciencias Básicas	2	2	1	1	0	0	0
Laboratorio de Distribución de la Energía	2	2	0	1	0	0	2
Taller de Motores	1	2	0	1	0	0	0
Laboratorio de Electromovilidad	1	2	0	0	0	0	0
Laboratorio de Control de Procesos e Instrumentación	1	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Industria 4.0	1	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Tratamientos Térmicos	0	2	1	1	0	0	0
Laboratorio de Domótica	1	2	1	1	0	1	0
Taller de Metalistería	0	2	1	1	0	1	0
Taller de Mecánica y CNC	1	2	0	1	0	1	0
Taller de Modelería	1	2	0	1	0	1	0
Laboratorio de FABLAB	0	2	0	1	0	1	0
Taller de Fundición	1	2	1	1	0	1	1
Taller Electricidad	2	2	1	1	0	1	2
Taller de Electrónica	1	2	1	1	0	1	2
Laboratorio Automatización	2	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Fluido Térmicos	2	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Metrología	1	2	1	1	0	1	2
Laboratorio de Neumática y Electroneumática	2	2	1	1	0	1	0
Laboratorio de Hidráulica	2	2	1	1	0	1	0
Taller de Diseño	2	2	0	1	0	1	0

Con base en el análisis técnico de la matriz de seguridad de laboratorios y talleres, se evidencia un alto nivel de criticidad en los aspectos de capacidad vs. demanda y cumplimiento de estándares técnicos, los cuales presentan un 100 % y 77,3 % de incumplimiento (calificación 0) respectivamente, lo que representa un riesgo significativo para la seguridad de los usuarios al no garantizar aforos seguros ni certificaciones normativas como RETIE, NFPA o ISO; adicionalmente, la delimitación de espacios muestra un 36,4 % de no cumplimiento y un 63,6 % en proceso, sin ningún laboratorio con cumplimiento total, lo que incrementa la probabilidad de incidentes por circulación insegura; la infraestructura presenta un 22,7 % en estado crítico y un 77,3 % en implementación, reflejando necesidad de intervención preventiva; en contraste, la puesta a tierra evidencia un 100 % de cumplimiento, constituyéndose en el aspecto más robusto del sistema, mientras que la señalización alcanza un 36,4 % de cumplimiento, con predominio de estados intermedios (50 %), y los equipos de emergencia se encuentran mayoritariamente en

proceso (95,5 %), lo que indica avances parciales pero aún insuficientes para garantizar una respuesta efectiva ante emergencias.

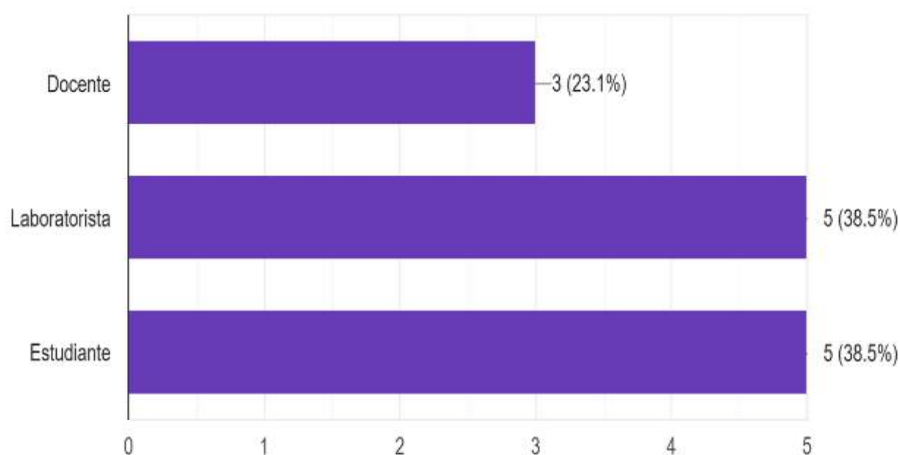
Se requiere de intervención inmediata debido a los altos niveles de criticidad identificados, especialmente en capacidad vs. demanda, con un 100 % de incumplimiento, y en cumplimiento de estándares técnicos, con más del 77 % en condición crítica, lo que expone a los usuarios a riesgos significativos de accidentes, emergencias no controladas y sanciones normativas; estas brechas, sumadas a deficiencias relevantes en delimitación de espacios e infraestructura, evidencian la necesidad de implementar acciones correctivas prioritarias para garantizar condiciones seguras de operación, cumplimiento legal y protección integral de estudiantes, docentes y personal técnico.

8.2.1.2. Instrumento: Formulario Google Forms Evaluación de competencias.

Se presentan los resultados del instrumento analizados por cada ítem así:

Seleccione el tipo de rol que cumple en el uso de talleres y laboratorios de la ETITC

13 respuestas

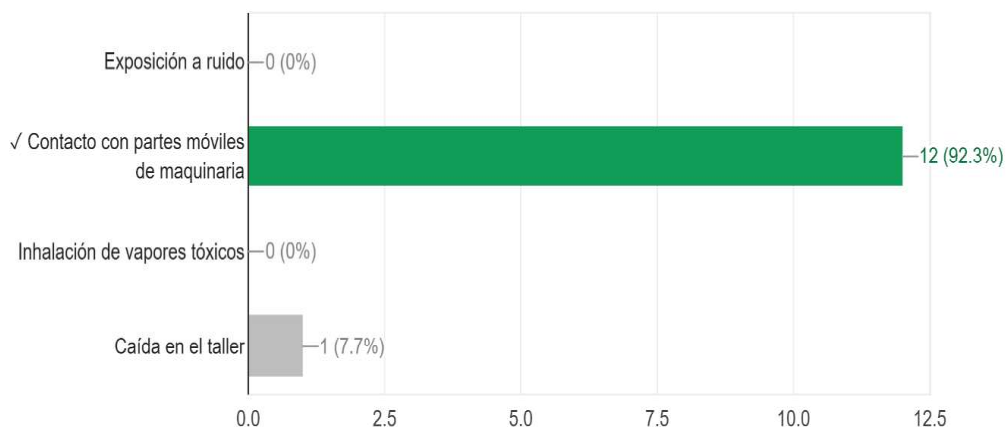


Gráfica 1. Distribución de roles

La gráfica refleja una distribución de roles en talleres y laboratorios de la ETITC donde laboratoristas y estudiantes concentran el 38,5% cada uno, frente a un 23,1% de docentes, lo que evidencia un predominio de funciones operativas y de aprendizaje práctico sobre las de supervisión académica, sugiriendo un balance funcional entre asistencia técnica y formación estudiantil que optimiza la dinámica de uso de estos espacios.

¿Cuál de los siguientes se considera un riesgo mecánico en un taller industrial?

12/13 respuestas correctas



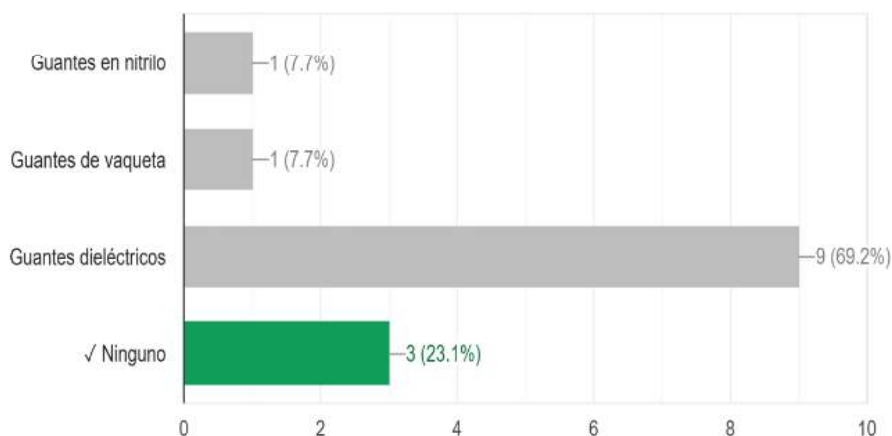
Gráfica

2. Riesgo mecánico

El alto porcentaje de respuestas correctas (92,3%) indica un dominio significativo del concepto de riesgo mecánico entre los encuestados. Este resultado sugiere que existe una adecuada internalización de los peligros asociados a elementos móviles, herramientas o maquinaria, lo cual es coherente con procesos formativos efectivos en seguridad industrial. Sin embargo, la presencia de un error marginal evidencia la necesidad de reforzar la claridad conceptual para lograr una comprensión completa.

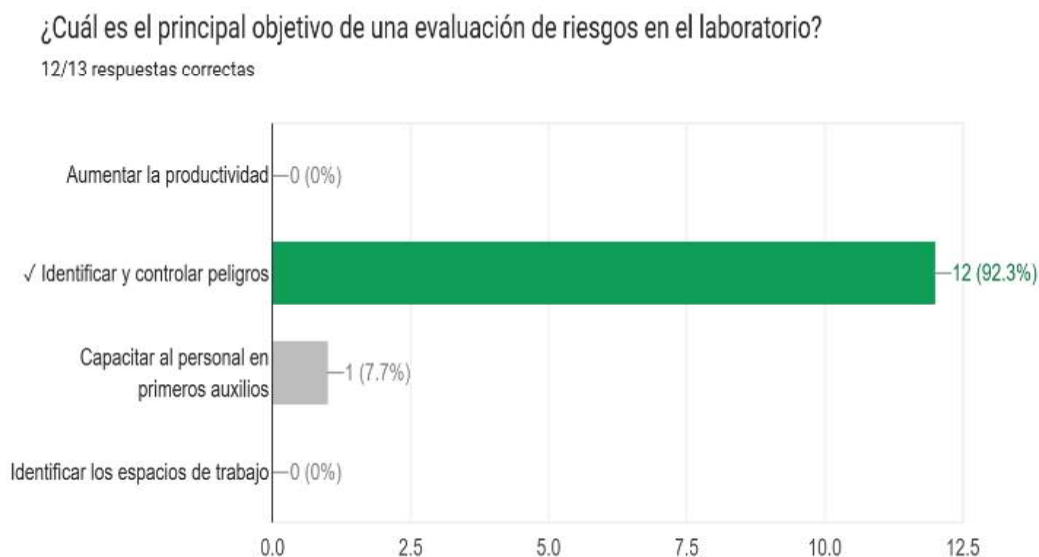
¿Qué elemento del equipo de protección personal (EPP) es obligatorio al trabajar con herramientas eléctricas?

3/13 respuestas correctas



Gráfica 3. Elementos de protección personal

El bajo nivel de aciertos (23,1%) revela una deficiencia crítica en el conocimiento sobre elementos de protección personal (EPP) en contextos de riesgo eléctrico. Este resultado es técnicamente relevante, ya que evidencia una brecha formativa en normas básicas de seguridad ocupacional, aumentando la probabilidad de incidentes. Se recomienda implementar intervenciones educativas focalizadas en el uso adecuado de EPP, especialmente en tareas con herramientas eléctricas.

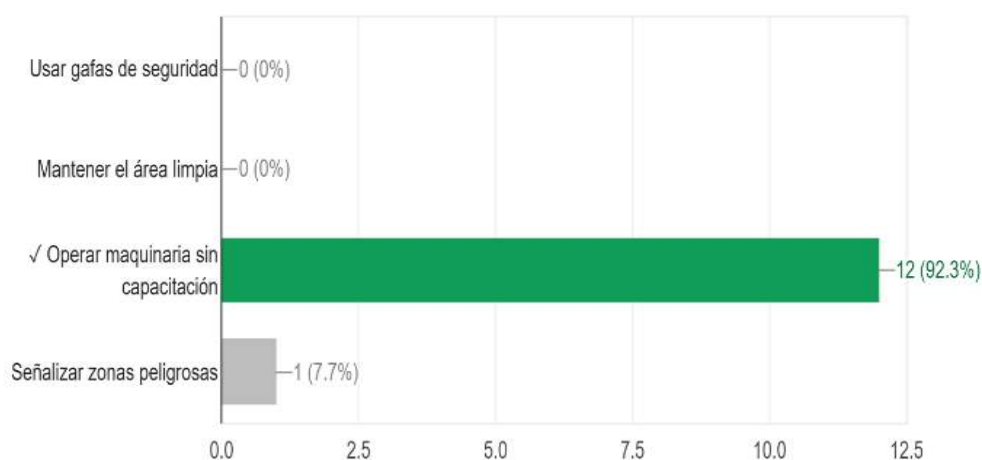


Gráfica 4. Evaluación de riesgos

Con un 92,3% de respuestas correctas, se observa una comprensión sólida del propósito de la evaluación de riesgos, entendido como la identificación, análisis y control de peligros. Este resultado sugiere que los participantes poseen competencias conceptuales en gestión preventiva, elemento esencial en sistemas de seguridad y salud en el trabajo.

¿Qué acción representa una práctica insegura en un taller?

12/13 respuestas correctas

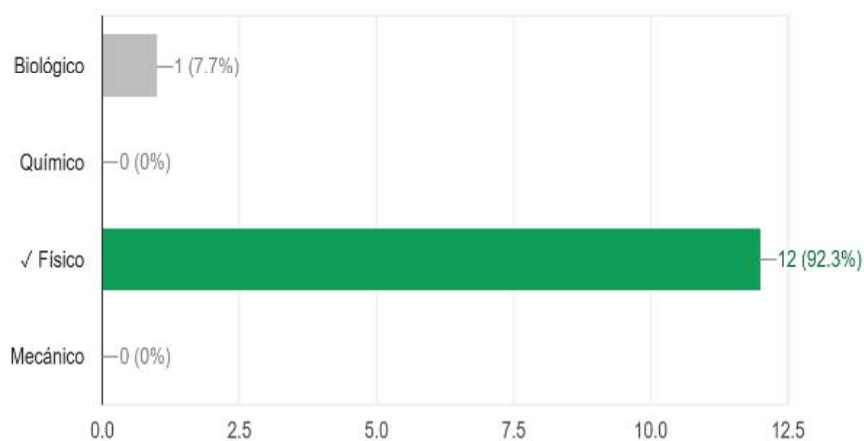


Gráfica 5. Seguridad en máquinas

La gráfica muestra un alto nivel de acierto (92,3%), evidenciando que la mayoría de los encuestados identifica correctamente que operar maquinaria sin capacitación es una práctica insegura, lo que refleja una adecuada comprensión de los principios básicos de seguridad en el trabajo. No obstante, la presencia de un 7,7% de error indica una leve brecha conceptual en una minoría, lo que sugiere la necesidad de reforzar la formación en identificación integral de prácticas seguras e inseguras.

¿Qué tipo de riesgo representa la exposición prolongada a ruido intenso?

12/13 respuestas correctas



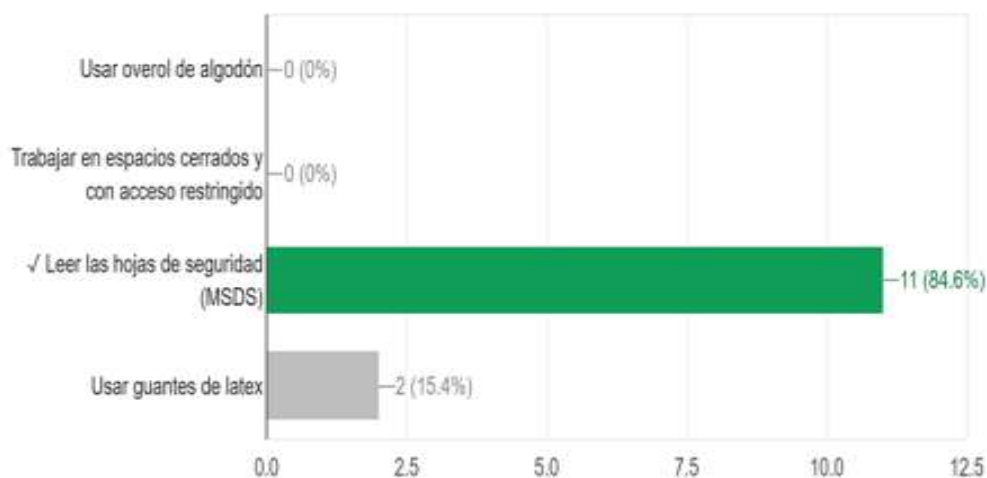
Gráfica

6. Tipo de riesgos

El alto nivel de aciertos indica que los encuestados reconocen adecuadamente el riesgo físico asociado a la exposición prolongada al ruido, particularmente su impacto en la salud auditiva. Este resultado refleja una apropiación técnica del concepto de riesgo ocupacional físico, lo cual es positivo en contextos industriales.

¿Cuál es la medida más efectiva para prevenir accidentes por sustancias químicas?

11/13 respuestas correctas

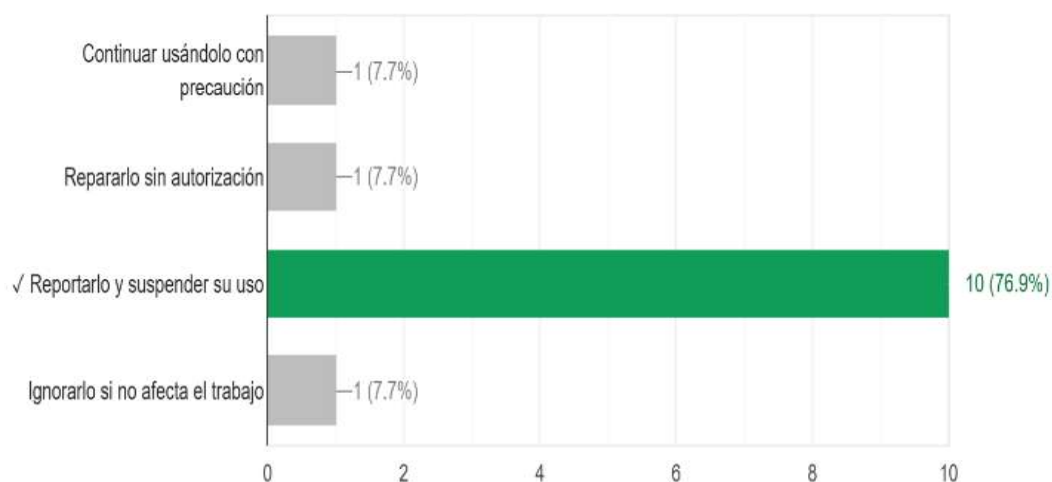


Gráfica 7. Prevención de accidentes

La gráfica evidencia un adecuado nivel de identificación de la medida preventiva más efectiva frente a riesgos químicos, con un 84,6% de aciertos, lo que indica que la mayoría de los participantes reconoce la importancia de las hojas de seguridad (MSDS) como herramienta fundamental en la gestión del riesgo. No obstante, el 15,4% de error refleja una confusión parcial al priorizar el uso de EPP sobre medidas de carácter informativo y preventivo, lo que sugiere la necesidad de reforzar la comprensión de la jerarquía de controles en seguridad química.

¿Qué debe hacer si detecta una falla en un equipo del laboratorio o taller?

10/13 respuestas correctas



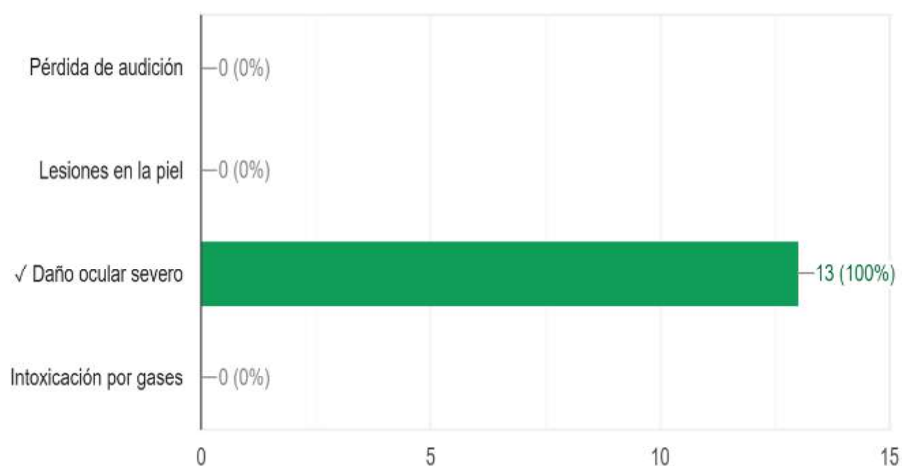
Gráfica

8. Falla en equipos de laboratorio

El alto nivel de aciertos indica que los encuestados reconocen adecuadamente el riesgo físico asociado a la exposición prolongada al ruido, particularmente su impacto en la salud auditiva. Este resultado refleja una apropiación técnica del concepto de riesgo ocupacional físico, lo cual es positivo en contextos industriales.

¿Cuál es el riesgo de no usar protección ocular al trabajar con soldadura?

13/13 respuestas correctas



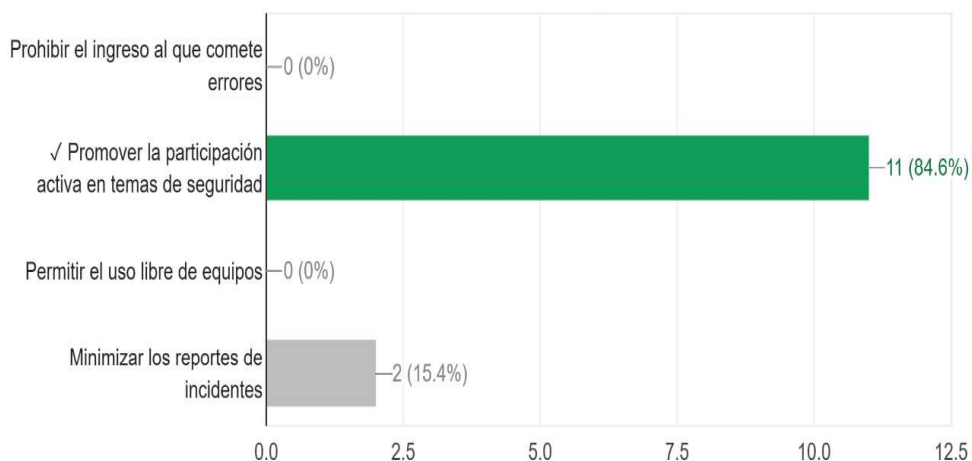
Gráfica

9. Riesgo en trabajos con soldadura

El 100% de aciertos refleja un conocimiento plenamente consolidado sobre los riesgos asociados a la radiación y proyecciones en procesos de soldadura. Este resultado es técnicamente sobresaliente y evidencia efectividad en la sensibilización sobre riesgos críticos.

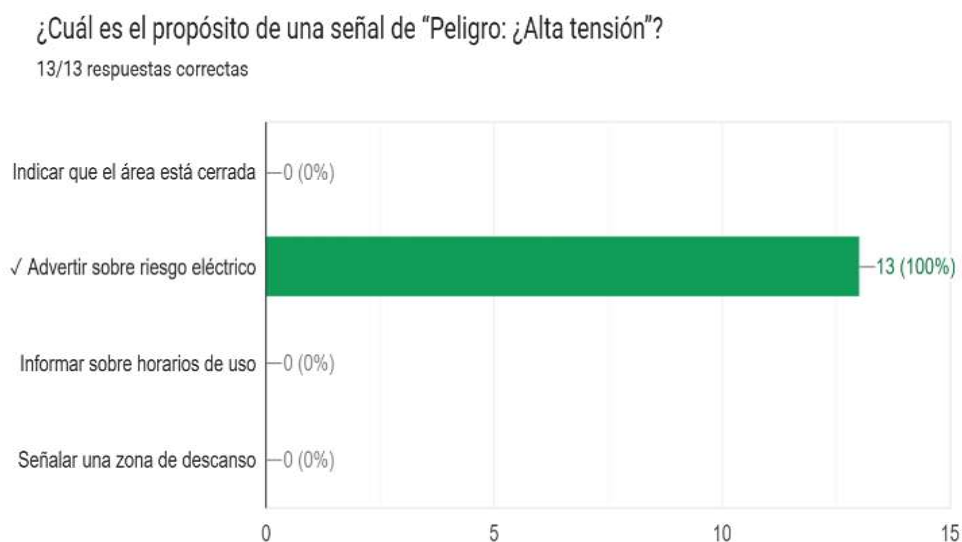
¿Qué práctica contribuye a una cultura de seguridad en talleres y laboratorios?

11/13 respuestas correctas



Gráfica 10. Cultura de seguridad

Con un 84,6% de respuestas correctas, se observa un buen nivel de comprensión sobre comportamientos preventivos y cultura organizacional en seguridad. No obstante, la existencia de respuestas incorrectas indica la necesidad de fortalecer aspectos actitudinales y de compromiso en seguridad.



Gráfica 11. Propósito de la señalización

El total de aciertos (100%) indica una comprensión clara del significado de la señalización de riesgo eléctrico. Esto sugiere una adecuada interpretación de señales de seguridad, fundamental para la prevención de accidentes en entornos con riesgo eléctrico.

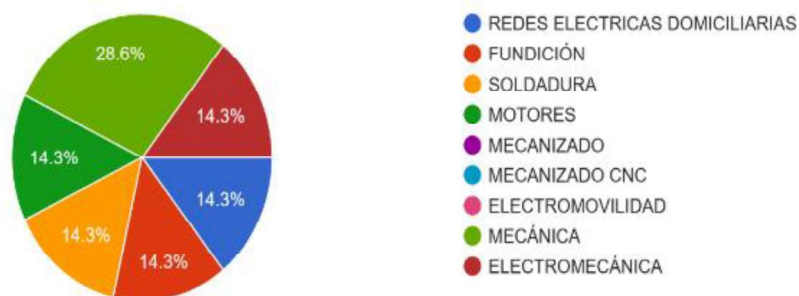
En conjunto, el análisis evidencia fortalezas en la comprensión general de riesgos y señalización, pero también identifica debilidades críticas en el uso de EPP y protocolos operativos, lo que orienta directamente a acciones de mejora en la formación en seguridad.

8.2.1.3. Instrumento: Formulario Google Forms inspección talleres y laboratorios.

Se presentan los resultados del instrumento analizados por cada ítem así:

TALLER / LABORATORIO

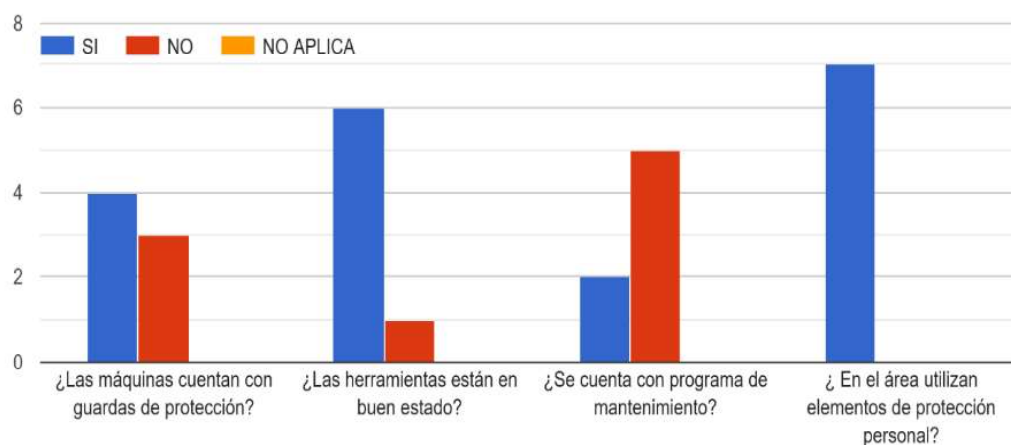
7 respuestas



Gráfica 12. Distribución Talleres y Laboratorios

La gráfica evidencia una distribución concentrada principalmente en el área de Mecánica (28,6 %), lo que indica mayor representatividad o demanda en este taller, mientras que las demás áreas —Redes Eléctricas Domiciliarias, Fundición, Soldadura, Motores y Electromecánica— presentan una participación homogénea del 14,3 % cada una, reflejando una distribución equilibrada, pero con menor peso individual, lo que sugiere la necesidad de priorizar acciones de gestión y control principalmente

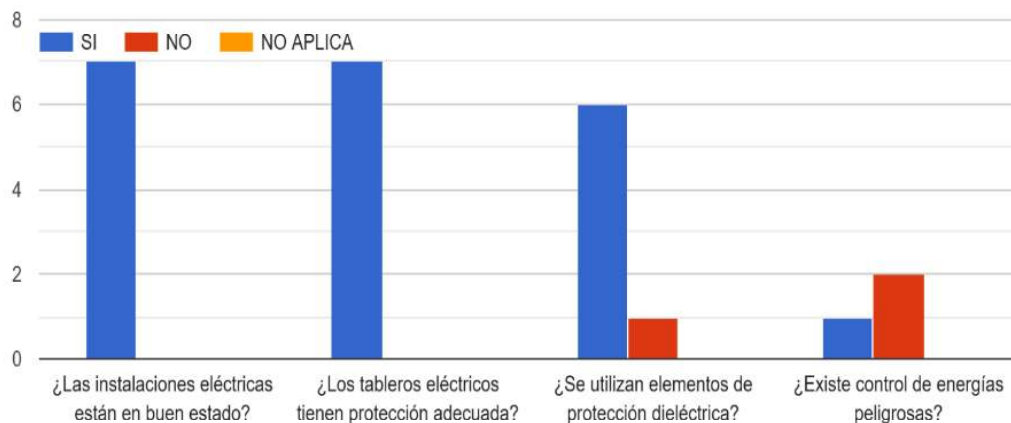
Mecánico



Gráfica 13. Riesgo Mecánico

El análisis del área de Mecánico muestra un buen nivel de cumplimiento en el estado de las herramientas y el uso de elementos de protección personal, con predominio de respuestas afirmativas, mientras que se identifica una debilidad crítica en el programa de mantenimiento, donde la mayoría de las respuestas son negativas, y una brecha parcial en la protección de máquinas, lo que evidencia la necesidad de fortalecer acciones preventivas y de gestión para reducir riesgos operativos.

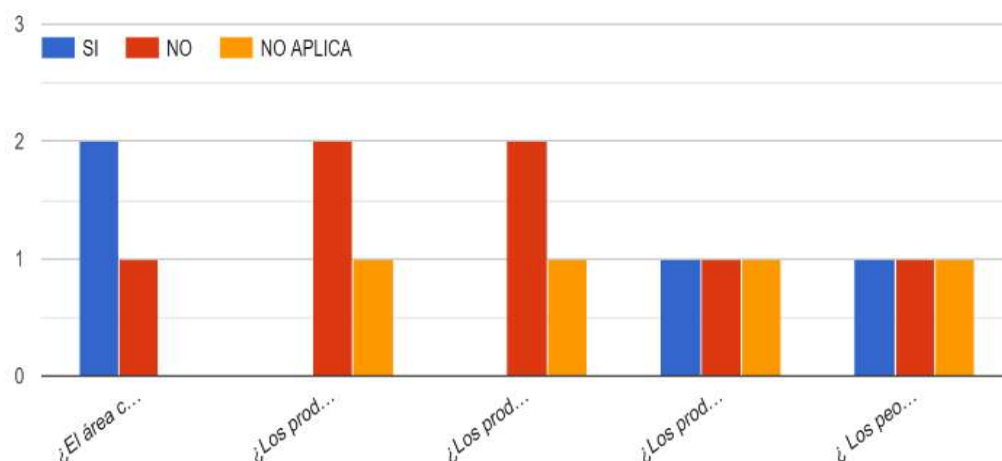
Eléctrico



Gráfica 14: Riesgo Eléctrico

El análisis del área Eléctrico evidencia un alto nivel de cumplimiento en el estado de las instalaciones y la protección de tableros eléctricos, así como en el uso de elementos de protección dieléctrica, lo que refleja condiciones técnicas favorables; no obstante, se identifica una debilidad relevante en el control de energías peligrosas, donde predominan respuestas negativas, lo que justifica fortalecer procedimientos de bloqueo, etiquetado y control para reducir riesgos eléctricos.

Químico

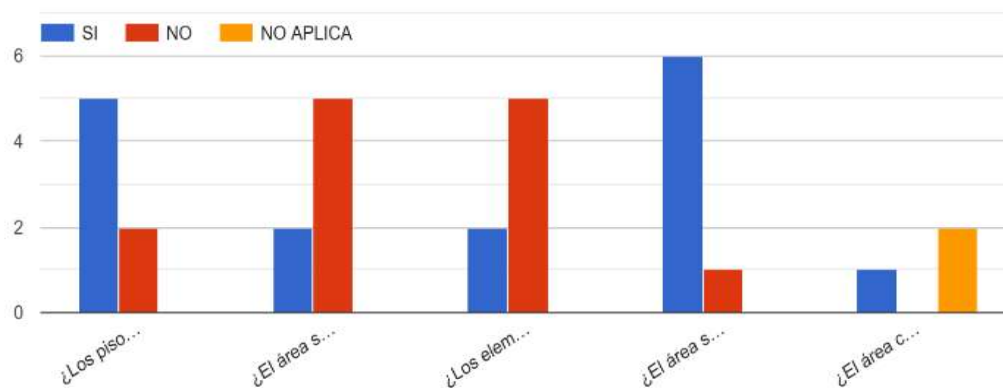


Gráfica

15. Riesgo Químico

El análisis del área Químico evidencia un nivel de cumplimiento bajo y heterogéneo, con predominio de respuestas negativas en aspectos críticos relacionados con el manejo y control de productos químicos, mientras que solo algunos ítems presentan cumplimiento parcial o condición no aplicable, lo que refleja debilidades en la gestión del riesgo químico y justifica la necesidad de fortalecer controles, procedimientos y capacitación para garantizar condiciones seguras de operación.

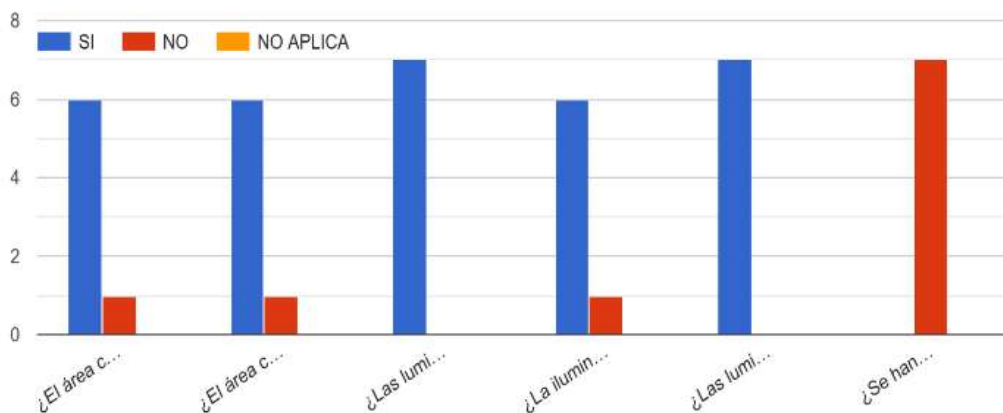
Locativo



Gráfica 16. Riesgo Locativo

El análisis del componente Locativo evidencia un cumplimiento parcial y desigual, con resultados favorables en algunos aspectos como el estado de áreas específicas, pero con debilidades marcadas en elementos locativos críticos, donde predominan respuestas negativas y no aplicables, lo que indica deficiencias en condiciones físicas y de seguridad del entorno que requieren acciones correctivas para garantizar espacios adecuados y seguros.

Iluminación

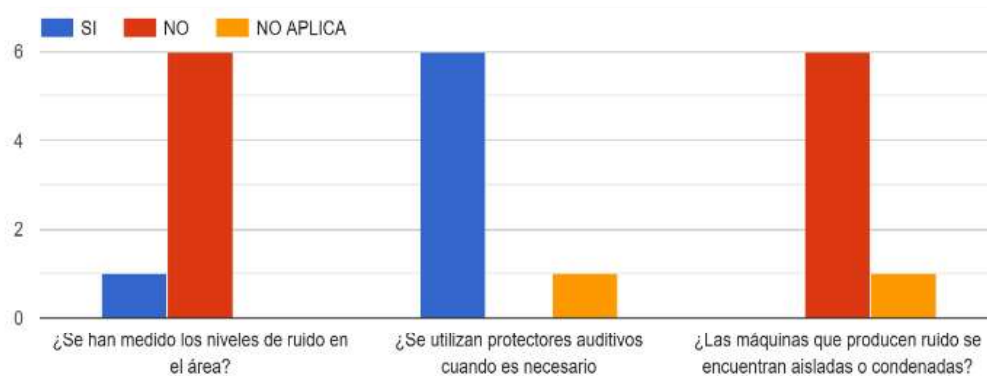


Gráfica

17. Iluminación

El análisis del componente de Iluminación muestra un alto nivel de cumplimiento, con predominio de respuestas afirmativas en la mayoría de los ítems evaluados, lo que indica condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades; sin embargo, se identifica una brecha puntual en el seguimiento y verificación del sistema de iluminación, donde se concentran respuestas negativas, lo que sugiere la necesidad de fortalecer controles periódicos para mantener condiciones óptimas y seguras.

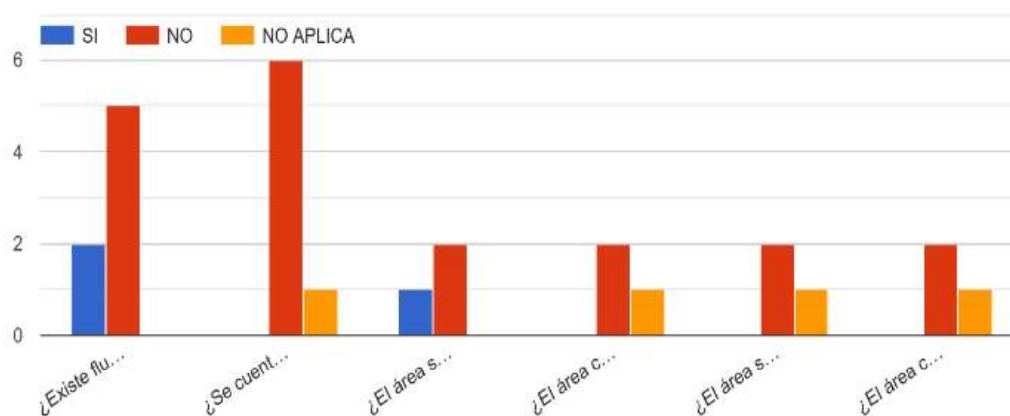
Ruido



Gráfica 18. Ruido

El análisis del componente Ruido evidencia deficiencias importantes en la gestión del riesgo, ya que en la mayoría de los casos no se han medido los niveles de ruido ni se cuenta con aislamiento o control de las fuentes ruidosas, aunque se observa un uso adecuado de protectores auditivos, lo que indica una gestión reactiva del riesgo y la necesidad de implementar mediciones, controles de ingeniería y acciones preventivas para proteger la salud auditiva de los trabajadores.

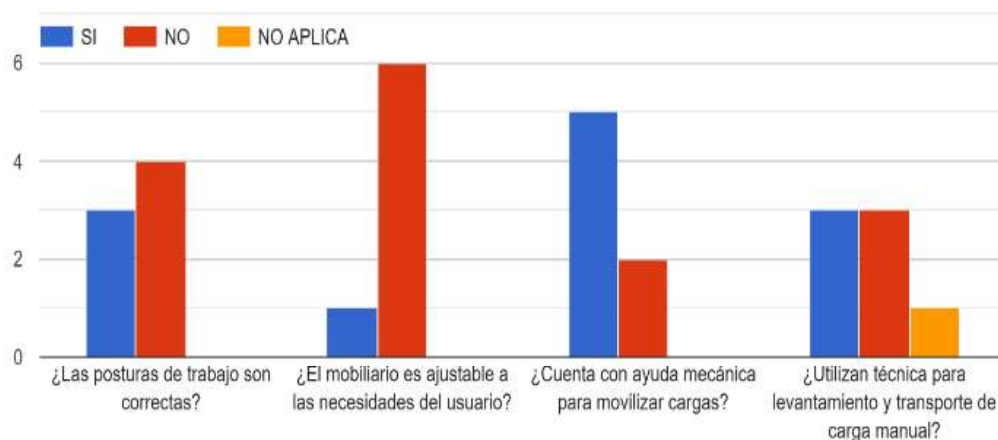
Ventilación



Gráfica 19. Ventilación

El análisis del componente Ventilación evidencia un bajo nivel de cumplimiento, con predominio de respuestas negativas en la mayoría de los ítems evaluados, lo que indica deficiencias en la circulación de aire y en los sistemas de ventilación del área, generando condiciones potenciales de riesgo para la salud; esta situación justifica la implementación de mejoras técnicas y controles que garanticen ambientes adecuados y seguros para el desarrollo de las actividades.

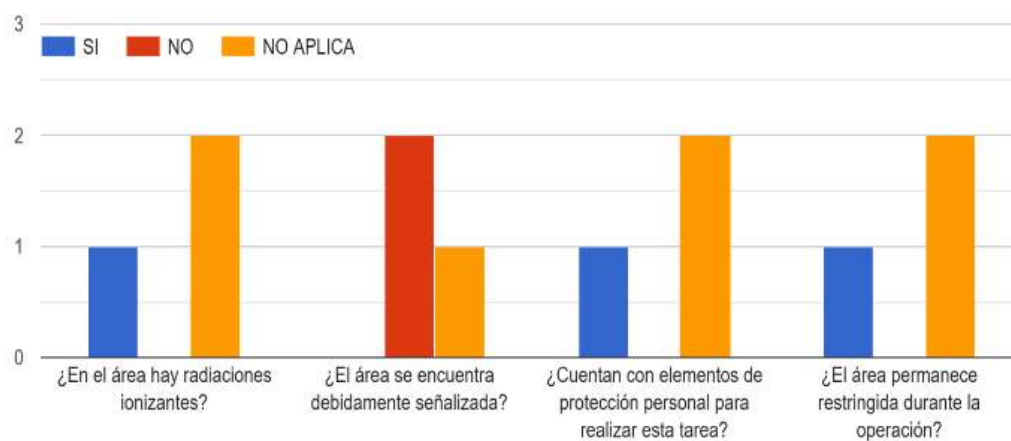
Biomecánico



Gráfica 20. Biomecánico

El análisis del componente Biomecánico evidencia deficiencias relevantes, especialmente en el ajuste del mobiliario y en la adopción de posturas correctas, donde predominan respuestas negativas, lo que incrementa el riesgo de trastornos musculoesqueléticos; aunque se cuenta parcialmente con ayudas mecánicas, el uso inconsistente de técnicas adecuadas de manipulación de cargas indica la necesidad de fortalecer controles ergonómicos y capacitación preventiva.

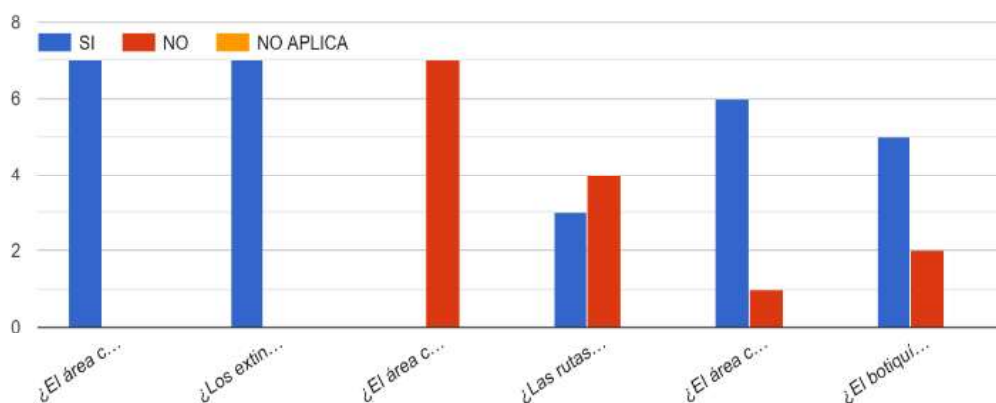
Radiaciones



Gráfica 21. Radiaciones

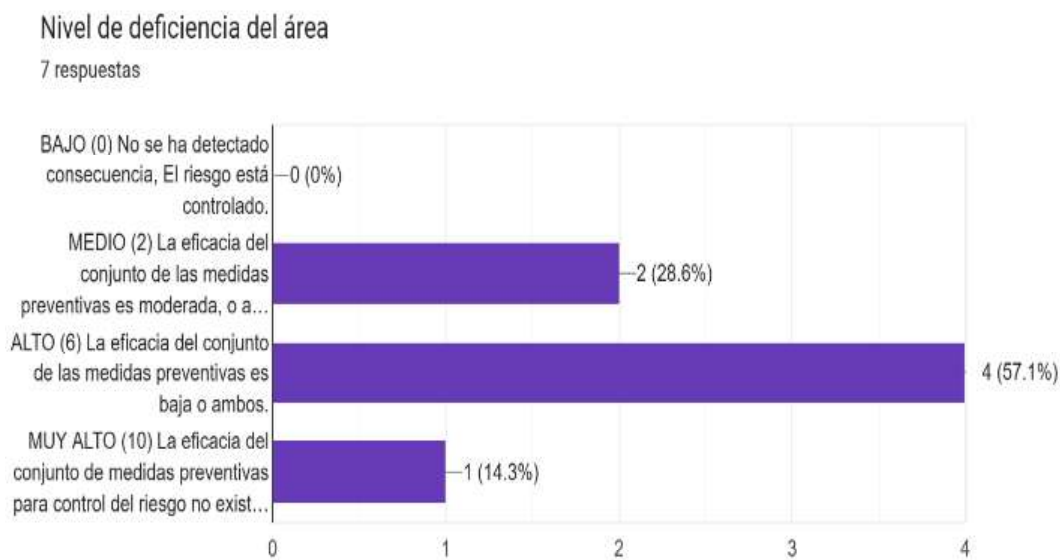
El análisis del componente Radiaciones evidencia una exposición limitada, con predominio de condiciones no aplicables y cumplimiento parcial en el uso de elementos de protección y restricción del área; sin embargo, se identifican brechas en la señalización, lo que indica la necesidad de reforzar medidas preventivas y de control para garantizar una gestión adecuada del riesgo asociado a posibles fuentes de radiación.

EMERGENCIAS



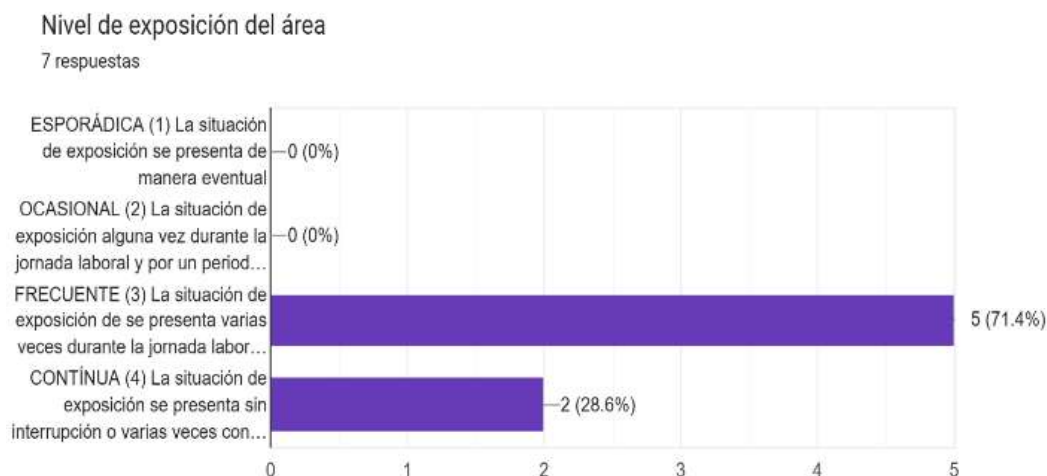
Gráfica 22. Emergencias

El análisis del componente Emergencias evidencia un cumplimiento parcial, con resultados favorables en la disponibilidad de extintores y algunos elementos de respuesta, pero con debilidades críticas en señalización, rutas de evacuación y preparación del área, donde se concentran respuestas negativas, lo que indica la necesidad de fortalecer la gestión preventiva y los planes de emergencia para garantizar una respuesta eficaz ante eventos críticos.



Gráfica 23. Nivel de deficiencia

El análisis del nivel de deficiencia del área evidencia una condición crítica, ya que el 57,1 % de las respuestas se concentra en nivel alto y el 14,3 % en muy alto, lo que indica baja o inexistente eficacia de las medidas preventivas, mientras que solo el 28,6 % se ubica en nivel medio y no se registran condiciones de riesgo controlado, lo que justifica la priorización inmediata de acciones correctivas y de mejora para reducir la exposición al riesgo.

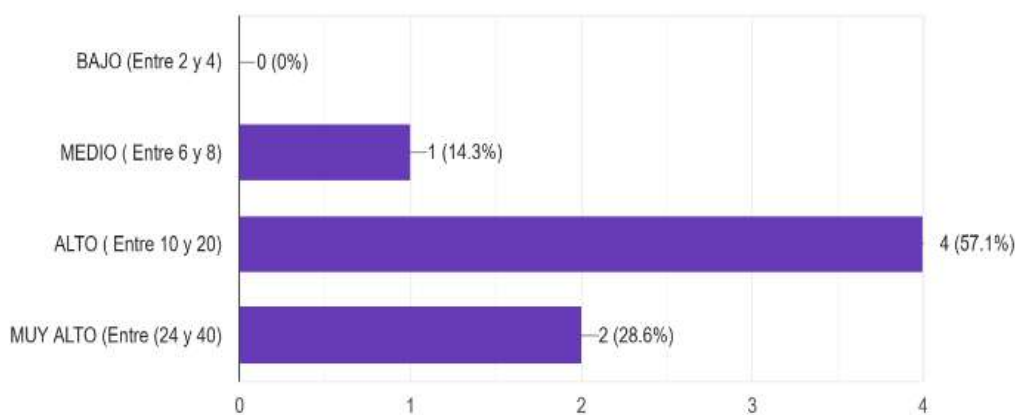


Gráfica 24. Nivel de exposición

El análisis del nivel de exposición del área evidencia una condición elevada, ya que el 71,4 % de las respuestas corresponde a una exposición frecuente y el 28,6 % a una exposición continua, sin registros de exposición ocasional o esporádica, lo que indica una presencia permanente del riesgo durante la jornada laboral y refuerza la necesidad de fortalecer controles preventivos y medidas de protección para reducir la probabilidad de efectos adversos.

Nivel de probabilidad del área

7 respuestas

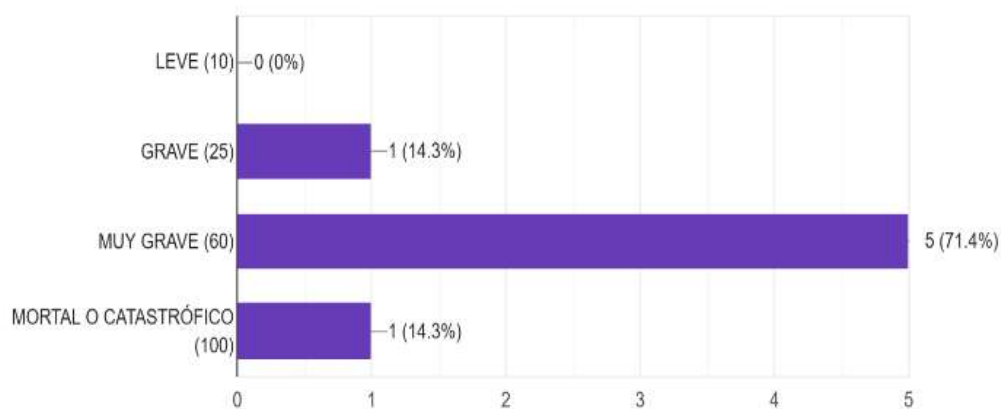


Gráfica 25. Nivel de probabilidad

El análisis del nivel de probabilidad del área evidencia una condición alta, ya que el 57,1 % de las respuestas se ubica en nivel alto y el 28,6 % en muy alto, mientras que solo el 14,3 % corresponde a un nivel medio y no se registran niveles bajos, lo que indica una alta posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados y refuerza la necesidad de implementar controles preventivos inmediatos y efectivos.

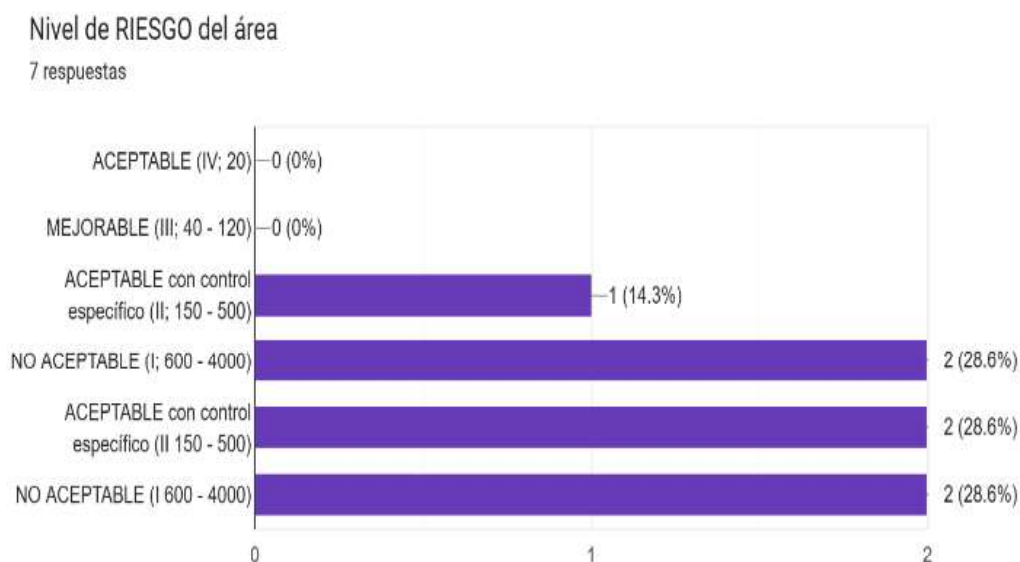
Nivel de consecuencia del área

7 respuestas



Gráfica 26. Nivel de consecuencia

El análisis del nivel de consecuencia del área evidencia un impacto potencial severo, dado que el 71,4 % de las respuestas se ubica en el nivel muy grave y el 14,3 % en mortal o catastrófico, sin registros de consecuencias leves, lo que indica que la materialización del riesgo podría generar afectaciones graves a la salud y la vida, reforzando la necesidad de controles estrictos e intervención prioritaria.



Gráfica 27. Nivel de riesgo

El análisis del nivel de riesgo del área evidencia una condición crítica, ya que el 57,2 % de las respuestas se clasifica como no aceptable y el 42,8 % como aceptable con control específico, sin registros en niveles aceptables o mejorables, lo que indica que el riesgo actual requiere intervención inmediata, implementación de controles estrictos y seguimiento continuo para reducir la probabilidad y severidad de eventos adversos.

8.3.Fase 3. Construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad Industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC.

La construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC se presenta como un proceso estratégico que busca consolidar un instrumento estandarizado, aplicable y adaptable a diversos contextos académicos y técnicos. Su desarrollo responde a la necesidad de fortalecer la gestión preventiva, garantizar la coherencia institucional y cumplir con las normativas vigentes en seguridad y salud en el trabajo. La guía constituye una experiencia significativa que permite identificar fortalezas y oportunidades de mejora, y evidencia la importancia de contar con un documento transversal, capaz de orientar la creación, modificación y operación segura de cualquier laboratorio o taller de la institución. Para ello, se desarrolló en tres etapas así:

8.3.1. Etapa de planeación

La construcción de la guía metodológica para el diseño de programas de seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la ETITC surge de la necesidad de contar con un instrumento que permita organizar, estandarizar y sistematizar la gestión preventiva en espacios académicos y técnicos. En la fase de planeación, se reconoce que la diversidad de riesgos presentes en los distintos laboratorios exige un marco común que garantice coherencia institucional y cumplimiento normativo. Esta etapa implica definir objetivos claros, identificar los actores responsables y establecer los criterios de aplicabilidad de la guía, asegurando que responda tanto a las exigencias legales como a las necesidades operativas de la institución. La planeación se convierte en el punto de partida para consolidar un documento que no solo oriente la seguridad en el laboratorio de electromovilidad, sino que también sea replicable en otros escenarios, fortaleciendo la cultura de prevención y la trazabilidad de los procesos.

8.3.2. Etapa de diseño

En esta etapa, la necesidad de construcción de la guía se materializa en la estructuración de apartados, fichas y matrices que permitan capturar de manera ordenada la información crítica de cada laboratorio. Busca garantizar que el documento sea transversal y adaptable, integrando secciones como inventarios de equipos, sustancias peligrosas, procedimientos de trabajo seguro, planes de emergencia y programas de capacitación. El diseño metodológico responde a la pregunta problema del proyecto al ofrecer un esquema que facilita la identificación de riesgos, la valoración de su impacto y la definición de controles específicos. Además, se asegura que la guía sea versátil y aplicable tanto en laboratorios de docencia como de investigación, permitiendo que cada espacio académico pueda documentar sus particularidades sin perder la coherencia institucional. El diseño, por tanto, constituye la base para que la guía se convierta en un instrumento dinámico, capaz de evolucionar frente a cambios tecnológicos y normativos.

8.3.3. Etapa de elaboración

La guía se encuentra estructurada como un sistema integrado de gestión del riesgo, organizado en secciones que avanzan de lo descriptivo a lo operativo, iniciando con la identificación del laboratorio y su caracterización física, para luego consolidar inventarios de equipos críticos y sustancias peligrosas, y continuar con el catálogo de prácticas académicas que da sentido funcional al espacio. Este encadenamiento permite que la información no sea aislada, sino que dialogue entre sí, facilitando la construcción de la matriz de identificación, evaluación y valoración de riesgos (IPEVR) y la posterior definición de controles. Su propósito no se limita a documentar condiciones, sino a orientar la toma de decisiones y estandarizar comportamientos seguros. En este contexto, la referencia a anexos técnicos como hojas de datos de seguridad,

registros y formatos de control, aporta soporte documental y garantiza que cada acción esté respaldada por evidencia verificable y actualizable.

Desde una mirada más cercana a la práctica cotidiana, la guía actúa como un puente entre la norma y la realidad del laboratorio, anticipando situaciones que pueden escalar si no se gestionan con criterio técnico. A través de sus componentes, se abordan riesgos de diversa naturaleza (Químicos, mecánicos, eléctricos, biológicos y locativos) así como posibles incumplimientos asociados a la ausencia de procedimientos, fallas en la capacitación o debilidades en la inspección y el seguimiento. Su valor radica en que no solo establece qué hacer, sino que invita a comprender por qué hacerlo, promoviendo una cultura de responsabilidad compartida donde cada usuario reconoce su papel en la prevención. De esta manera, la guía trasciende el cumplimiento normativo y se posiciona como una herramienta viva que contribuye a preservar la integridad humana, fortalecer la disciplina operativa y sostener ambientes de aprendizaje seguros y

Fase 4. Validación del diseño de la guía metodológica propuesta en el laboratorio de electromovilidad.

El análisis de resultados derivado de la aplicación de la guía metodológica del Programa de Seguridad Industrial en el laboratorio de electromovilidad evidencia un proceso sistemático de validación técnica sustentado en la observación directa, la identificación de peligros y la evaluación de riesgos bajo condiciones reales de operación. La implementación permitió contrastar la versión inicial de la metodología frente a escenarios dinámicos caracterizados por la coexistencia de riesgos eléctricos de alta demanda energética, manipulación de baterías de litio,

interfaces electromecánicas y procesos de diagnóstico electrónico. En este contexto, se identificó que el instrumento inicial presentaba limitaciones en cuanto a la especificidad de criterios para la clasificación de peligros emergentes propios de la electromovilidad, particularmente aquellos asociados a fenómenos de fuga térmica, almacenamiento energético de alta densidad y exposición a campos electromagnéticos. Asimismo, el componente de valoración cualitativa requería una mayor robustez en la definición de escalas de probabilidad y severidad, dado que las condiciones del laboratorio presentan variabilidad operativa que no había sido contemplada en la fase de diseño teórico. Como resultado, el análisis evidenció la necesidad de integrar variables contextuales, operacionales y tecnológicas que permitieran aumentar la sensibilidad del instrumento frente a riesgos poco tradicionales, fortaleciendo así su capacidad de predicción y control.

En términos de ajustes en el proceso metodológico, se estructuraron mejoras significativas en tres ejes fundamentales: precisión técnica, adaptabilidad operativa y coherencia normativa. En primer lugar, se ajustó la matriz de identificación de peligros incorporando categorías específicas para riesgos eléctricos avanzados, interacción humano-máquina en sistemas automatizados y manipulación de componentes energéticos, lo cual permitió una caracterización más detallada del entorno de trabajo. En segundo lugar, se optimizó el proceso de evaluación de riesgos mediante la redefinición de criterios cuantitativos y cualitativos, introduciendo escalas semicuantitativas que consideran la frecuencia de exposición, la capacidad de detección temprana y los efectos acumulativos, aspectos críticos en entornos de innovación tecnológica. En tercer lugar, se fortaleció la alineación con el marco normativo vigente en seguridad y salud en el trabajo, incluyendo referencias explícitas a estándares técnicos aplicables a instalaciones eléctricas, manejo de sustancias peligrosas y control de energías peligrosas.

Adicionalmente, se ajustaron los procedimientos de verificación y seguimiento, incorporando indicadores de desempeño que permiten medir la eficacia de las medidas de control implementadas, así como la trazabilidad de las acciones correctivas. Estos ajustes no solo optimizaron la aplicabilidad de la guía, sino que también incrementaron su nivel de rigurosidad técnica.

Respecto a la versión final de la guía metodológica, esta quedó consolidada como un instrumento integral, flexible y altamente especializado, capaz de responder a las exigencias de entornos tecnológicos avanzados como el laboratorio de electromovilidad. La versión final presenta una estructura modular que facilita su implementación por fases, permitiendo la adaptación progresiva a diferentes niveles de madurez en gestión de riesgos. Se incorpora un enfoque basado en ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), lo cual garantiza la mejora continua del sistema y su sostenibilidad en el tiempo. Además, la guía integra herramientas operativas como listas de verificación específicas, formatos estandarizados para la recolección de información y protocolos de intervención diferenciados según el nivel de riesgo identificado. Un elemento diferenciador de la versión final es la inclusión de criterios técnicos para la gestión de riesgos emergentes en electromovilidad, tales como el manejo seguro de baterías de alta capacidad, procedimientos de desconexión segura y control de energías residuales. Igualmente, se fortaleció el componente de capacitación y competencia del personal, estableciendo lineamientos claros para la formación técnica continua, lo cual resulta esencial en entornos donde la tecnología evoluciona constantemente. En consecuencia, la guía final no solo actúa como herramienta de diagnóstico, sino también como un instrumento estratégico de gestión preventiva.

Finalmente, la validación de la guía metodológica en el laboratorio de electromovilidad permitió verificar que el diseño inicial, tras ser ajustado, cumple con criterios de calidad técnica,

pertinencia operativa y coherencia metodológica propios de un enfoque de nivel de maestría en seguridad y salud en el trabajo. Los resultados obtenidos demuestran que la metodología es capaz de identificar de manera efectiva los peligros críticos, evaluar adecuadamente los riesgos asociados y proponer medidas de intervención viables y alineadas con las mejores prácticas del sector. Asimismo, se evidenció que la guía posee un alto grado de replicabilidad en otros entornos académicos o industriales con características similares, lo cual amplía su potencial de aplicación institucional. La consistencia entre los resultados esperados y los obtenidos durante la implementación refuerza la validez del instrumento, destacando su utilidad como herramienta de apoyo en la toma de decisiones en materia de prevención de riesgos laborales. En este sentido, se ratifica que el objetivo del documento se cumple plenamente: verificar que lo que se diseñó posee calidad metodológica y técnica suficiente, constituyéndose en una opción válida, confiable y pertinente para su aplicación en la institución, contribuyendo de manera significativa al fortalecimiento del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Es recomendable establecer un protocolo de registro obligatorio, donde cada actividad de mantenimiento, calibración o inspección quede documentada con fecha, responsable y evidencia fotográfica o digital. Este protocolo debe ser parte integral del sistema de gestión de seguridad industrial y debe incluir mecanismos de verificación periódica para garantizar su cumplimiento. Además, se sugiere implementar un sistema digital de gestión documental que permita almacenar y consultar la evidencia en tiempo real, reduciendo así la incertidumbre y fortaleciendo la trazabilidad institucional. De esta manera, la expresión “no se evidencia” dejará de ser un hallazgo recurrente y se transformará en un indicador de mejora continua, reflejando el compromiso de la institución con la transparencia y la confiabilidad en la gestión de seguridad industrial.

La información completa y estructurada en las fichas B.1 a B.4 representa un hallazgo positivo que debe ser resaltado como modelo de diligenciamiento óptimo. Este nivel de detalle permite una gestión integral del riesgo, asegura la estandarización documental y fortalece la cultura de seguridad en el laboratorio de electromovilidad. La replicación de este modelo en cuadros actualmente vacíos consolidará un sistema de gestión más robusto, capaz de responder a las exigencias normativas y de garantizar la seguridad de los usuarios en todas las prácticas académicas. En términos institucionales, este hallazgo proyecta a la ETITC como una entidad comprometida con la prevención, la transparencia y la mejora continua, valores fundamentales para la sostenibilidad de su sistema de gestión de seguridad industrial.

La necesidad de incorporar información transversal para otros laboratorios constituye un hallazgo fundamental que fortalece la coherencia metodológica, la comparabilidad institucional y la adaptabilidad del programa de seguridad industrial. La práctica de diligenciar apartados con la anotación “N/A” garantiza que todos los riesgos sean considerados, incluso aquellos que no aplican directamente, y evita interpretaciones erróneas en auditorías o inspecciones externas. Esta estrategia permite que la guía se convierta en un instrumento de referencia institucional, capaz de responder a las necesidades específicas de cada laboratorio sin perder su carácter estandarizado. En términos de gestión, este hallazgo proyecta a la ETITC como una institución comprometida con la prevención, la transparencia y la mejora continua, valores esenciales para la sostenibilidad de su sistema de seguridad industrial y para la protección integral de su comunidad académica.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.Conclusiones

El desarrollo de la presente consultoría permitió consolidar un proceso aplicado de análisis, diseño y validación orientado a la estructuración de una guía metodológica para la gestión de la seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central. A partir de la revisión del estado del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, junto con el trabajo de campo realizado en distintos escenarios académicos, fue posible identificar condiciones reales de operación que evidencian avances institucionales, pero también limitaciones significativas en la aplicación específica de controles preventivos. En este sentido, los resultados obtenidos, incluyendo niveles de cumplimiento cercanos al 78% en estándares mínimos, reflejan un sistema en desarrollo que aún presenta brechas en su implementación práctica.

En relación con el objetivo general, la investigación alcanzó la estructuración de una herramienta metodológica ajustada a las necesidades institucionales, sustentada en principios de gestión del riesgo y mejora continua, lo que permitió transformar lineamientos normativos en un instrumento operativo aplicable a contextos académicos diversos. El análisis del entorno evidenció que la complejidad operativa de más de cincuenta laboratorios y talleres exige un enfoque diferenciado que trascienda los esquemas generales del SG-SST, mientras que el diagnóstico técnico confirmó la coexistencia de múltiples factores de riesgo con niveles de impacto variables, lo cual refuerza la necesidad de estandarización metodológica.

La fase de validación, desarrollada en el laboratorio de electromovilidad, permitió contrastar la funcionalidad de la propuesta en un escenario altamente especializado, caracterizado por la interacción de sistemas eléctricos y mecánicos de considerable criticidad.

Este ejercicio demostró que la metodología facilita la identificación estructurada de peligros, la priorización técnica de riesgos y la definición de medidas de control coherentes con las condiciones reales de operación, aportando evidencia sobre su aplicabilidad y pertinencia.

Desde una lectura crítica de los resultados, se establece que la principal dificultad no reside en la inexistencia de marcos regulatorios o conceptuales, sino en la limitada capacidad para aterrizarlos en instrumentos concretos que respondan a la dinámica particular de los espacios de formación práctica. En este contexto, el valor del proyecto radica en su capacidad para cerrar esa brecha, proponiendo una solución metodológica que permite pasar de un enfoque generalista a uno aplicado, fortaleciendo la toma de decisiones en materia de seguridad industrial.

El impacto del estudio se refleja en la mejora potencial de las condiciones de seguridad en los escenarios de práctica, la optimización de la gestión preventiva y el fortalecimiento de la cultura organizacional orientada al control del riesgo. De igual manera, se configura un aporte metodológico transferible a otras instituciones con características similares, ampliando el alcance del proyecto más allá del contexto institucional en el que se desarrolló.

Finalmente, los resultados permiten proyectar un escenario en el cual la seguridad industrial se consolide como un componente transversal del proceso formativo, integrando la gestión del riesgo como un elemento esencial en la formación de profesionales. Esta proyección no solo fortalece el desempeño institucional, sino que contribuye a la preparación de talento humano con competencias reales para enfrentar condiciones de trabajo seguras en el entorno productivo.

9.2.Recomendaciones

Como resultado del análisis integral desarrollado en la presente consultoría, se establecen una serie de orientaciones estratégicas y operativas dirigidas a fortalecer la gestión de la seguridad industrial en los talleres y laboratorios de la Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, teniendo en cuenta no solo el problema central abordado, sino también las condiciones secundarias identificadas durante el proceso de diagnóstico y validación.

En primera instancia, se recomienda a la institución avanzar en la adopción formal de la guía metodológica diseñada, integrándola dentro de los procesos estructurales del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, con el propósito de garantizar su sostenibilidad y su aplicación sistemática en todos los escenarios de práctica. Para ello, resulta necesario complementar su implementación con herramientas de seguimiento y control que faciliten la evaluación continua del desempeño, para lo cual se sugiere el uso de cuadros de control en Excel que permitan clasificar y priorizar riesgos mediante escalas de valoración coherentes con la GTC 45, incorporando variables como probabilidad, consecuencia, nivel de deficiencia y nivel de exposición.

De igual manera, se propone fortalecer la capacidad operativa del SG-SST mediante la asignación de recursos técnicos y humanos que permitan ampliar su cobertura, considerando que la magnitud y diversidad de los talleres y laboratorios superan la capacidad actual de gestión. En este sentido, la implementación de matrices dinámicas de evaluación y seguimiento, apoyadas en herramientas digitales, facilitaría la trazabilidad de los riesgos y la estandarización de los controles en los diferentes espacios académicos.

Adicionalmente, se recomienda institucionalizar procesos permanentes de formación y sensibilización dirigidos a estudiantes, docentes y personal de apoyo, orientados al desarrollo de

competencias en identificación de peligros, gestión del riesgo y cultura preventiva. Este aspecto resulta fundamental para consolidar un enfoque participativo de la seguridad industrial, en el cual los actores involucrados no solo cumplan normas, sino que asuman un rol activo en la prevención de incidentes.

En relación con problemáticas identificadas que trascienden el alcance directo del proyecto, se considera pertinente avanzar en el desarrollo de lineamientos específicos para la gestión de riesgos emergentes asociados a nuevas tecnologías, particularmente en escenarios como la electromovilidad, donde la evolución tecnológica exige una actualización constante de los protocolos de seguridad. Esto implica incorporar criterios de innovación en los programas de seguridad industrial, articulando la gestión del riesgo con tendencias como la digitalización de los sistemas de monitoreo y el uso de herramientas de análisis predictivo.

Desde una perspectiva investigativa, se identifican nuevos desafíos orientados a profundizar en la medición del impacto de las metodologías de seguridad industrial en entornos educativos, así como en la evaluación de modelos de gestión que integren variables tecnológicas, humanas y organizacionales. En este sentido, se sugiere desarrollar futuras investigaciones que permitan validar la efectividad de la guía metodológica en otros contextos institucionales, así como explorar su integración con sistemas inteligentes de gestión de riesgos.

Finalmente, a nivel sectorial, se recomienda que las instituciones de educación superior con características similares adopten enfoques metodológicos estructurados para la gestión de la seguridad industrial en sus escenarios de práctica, promoviendo la estandarización de procesos, el cumplimiento normativo y la protección integral de la comunidad académica. Esta proyección permite posicionar la seguridad industrial no solo como un requisito legal, sino como un

componente estratégico en la calidad de la formación y en la preparación de profesionales competentes para enfrentar los retos del entorno productivo.

Con el fin de fortalecer la implementación de la guía metodológica propuesta, se recomienda la adopción de herramientas de gestión basadas en escalas estandarizadas de valoración del riesgo, las cuales permitan objetivar la toma de decisiones y facilitar el seguimiento de las condiciones de seguridad en los talleres y laboratorios.

REFERENCIAS

American Chemical Society. (2017). *Safety in Academic Chemistry Laboratories* (8th ed.). Washington, D.C.: ACS.

Borda Prada, J. (2018). *La cultura preventiva en instituciones educativas: retos y oportunidades*. Bogotá: Editorial Académica.

Cifuentes Olarte, A., Ceballos, C. A., & Cifuentes Giraldo, O. L. (2021). *Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*. Bogotá: Ediciones de la U.

Comunidad SST. (2025). *Prevención de riesgos en la industria de electromovilidad*. Boletín SST.

Consejo Colombiano de Seguridad. (2025). *Informe de siniestralidad laboral*. Bogotá: CCS.

Dirección de Personal. (s. f.). *Gestión del talento humano en entornos académicos*. Documento institucional.

Foment del Treball. (2023). *Electromovilidad: nuevo escenario y reto en seguridad y salud*. Barcelona: AEDIVE.

García-Olivares, A. (2020). Electromovilidad y transición energética: retos y oportunidades. *Revista de Energía y Sociedad*, 12(3), 45–62.

House, J. (2024). Innovación en laboratorios de electromovilidad. *Revista de Ingeniería Automotriz*, 12(3), 45–58.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2024). *Programa de seguridad industrial*. Bogotá: ICBF.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2012). *Guía técnica colombiana GTC 45: Identificación de peligros y valoración de riesgos*. Bogotá: ICONTEC.

International Labour Organization. (2024). *Seguridad y salud en el trabajo: principios y derechos fundamentales*. Ginebra: OIT.

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. Geneva: ISO.

Leigh, J. P. (2011). Economic burden of occupational injury and illness in the United States. *Milbank Quarterly*, 89(4), 728–772. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2011.00648.x>

Lozano, Y. P., Montenegro, J. S., & Zapata, A. H. (2022). *Manual de promoción y prevención en la seguridad y salud en el trabajo en riesgo eléctrico con vehículos eléctricos e híbridos*. Universidad ECCI.

Ludeña-Poma, J. (2020). Seguridad en las prácticas de laboratorio: caso de los practicantes de farmacia. *Revista OFIL-ILAPHAR*, 30(3). <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x2020000300022>

Martínez Mas, Á. (2019). *Prevención de riesgos laborales en laboratorio*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Elche.

Ministerio de Educación (Chile). (2019). *Política de seguridad escolar y parvularia*. Santiago: MINEDUC.

Muñoz, J., & Cárdenas, L. (2021). Laboratorios de innovación en electromovilidad: experiencias educativas en ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 16(31), 78–89.

Ohio Bureau of Workers' Compensation. (2011). *SHARP Program Performance Assessment*. Ohio: BWC.

Occupational Safety and Health Administration. (2020). *Guidelines for effective safety programs*. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor.

Orozco, V. H., Rodríguez, C., López, J., & Ordóñez, C. A. (2020). Paradigmas en seguridad, salud en el trabajo y ergonomía. En A. P. Calvo Soto et al. (Eds.), *Modelos teóricos para fisioterapia* (pp. 213–268). Cali: Universidad Santiago de Cali.

Parlamento Europeo. (1989). *Directiva 89/391/CEE del Consejo relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*. Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Reina, M., & Reina, A. (2021). Seguridad en el laboratorio: una aproximación práctica. *Educación Química*, 32(4). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78772>

República de Colombia. (2015). *Decreto 1072 de 2015*. Diario Oficial de la República de Colombia.

República de Colombia. (2019). *Resolución 0312 de 2019: Estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Bogotá: Ministerio de Trabajo.

Rivera, L. M., Pinzón, M. H., Aguiar, V., & Zamora, D. (2020). Fomento de una cultura de la prevención en la escuela. *Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*, 4(5), 78–81.

Rueda, M. J., & Zambrano, M. (2018). *Manual de ergonomía y seguridad*. Bogotá: Alpha Editorial.

SafetYA. (2026). *Revista virtual de seguridad y salud en el trabajo*. Bogotá: Fatus S.A.S.

Salazar, M., & Pérez, R. (2019). Entornos pedagógicos simulados para la formación en ingeniería eléctrica. *Revista Latinoamericana de Educación Técnica*, 8(2), 101–115.

SESST. (2023). *Estrategia global en materia de seguridad y salud en el trabajo 2024–2030*. Madrid: Sociedad Española de SST.

Torres, A., Schneider, G., & Niño, Y. F. (2018). *Gestión de la seguridad y salud en el trabajo*. Bogotá: Legis Editores.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Naciones Unidas.

Universidad Libre. (2025). *Manual de prevención y control de riesgos en laboratorios*. Bogotá: Universidad Libre.

10. LISTADO DE ANEXOS

10.1. Anexo A. Guía Metodológica para programa de seguridad industrial en talleres y laboratorios

10.2. Anexo B. Guía Metodológica para programa de seguridad industrial aplicada en el laboratorio de Electromovilidad.