

Capítulo I: Introducción

1.1. Antecedentes

El uso de simulaciones virtuales en la capacitación sobre seguridad en trabajos en altura es fundamental porque permite a los empleados experimentar situaciones de riesgo en un entorno controlado, seguro y realista. A través de estas herramientas inmersivas, los trabajadores pueden reconocer peligros, practicar la toma de decisiones correctas y familiarizarse con el uso adecuado de los equipos de protección personal (EPPs), sin exponerse a consecuencias reales. Además, este tipo de formación mejora la retención del conocimiento, promueve el aprendizaje activo y despierta mayor interés y compromiso en comparación con los métodos tradicionales. En sectores como la construcción, donde las caídas representan una de las principales causas de accidentes laborales, las simulaciones virtuales se convierten en una estrategia clave para reducir incidentes y fomentar una cultura de prevención sólida.}

Antecedentes Internacionales

En Singapur, Wenjin et al. (2018) realizaron un estudio titulado "Aplicación de simuladores interactivos", en el cual concluyeron que estas herramientas digitales brindan a los empleados la oportunidad de participar en entrenamientos virtuales. Dichas simulaciones favorecen el aprendizaje práctico de los protocolos de seguridad, permitiendo que los trabajadores comprendan mejor los factores de riesgo en lugar de solo memorizar normativas, convirtiéndose en recursos efectivos para la capacitación en seguridad laboral.

De manera similar, Torres (2018) llevó a cabo una investigación en la Universidad César Vallejo de Perú sobre la implementación de simuladores virtuales en la formación en seguridad en el trabajo. Los hallazgos del estudio revelaron que los empleados que recibieron capacitación con estas simulaciones mejoraron significativamente su capacidad para identificar y prevenir riesgos. Se determinó que el uso de estos recursos tuvo un impacto positivo en el fortalecimiento de habilidades de prevención y respuesta ante incidentes en el entorno laboral.

En Guatemala, Caal (2018) realizó un estudio titulado "Impacto de los simuladores virtuales en la enseñanza de seguridad industrial", evidenciando que la incorporación de esta metodología optimiza la comprensión de los protocolos de seguridad. La simulación fomenta la motivación de los trabajadores y potencia el desarrollo de destrezas para la toma de decisiones en situaciones de riesgo. Se recomendó a las empresas que, al adoptar esta tecnología, aseguren que los empleados cuenten con conocimientos previos sobre su uso y promuevan una aplicación responsable y eficaz de estas herramientas digitales.

En Ohio, Kuehne (2020) desarrolló un estudio titulado "Las simulaciones como recursos digitales en la capacitación en seguridad", cuyos resultados demostraron que los simuladores son una herramienta efectiva para la instrucción en prevención de accidentes. Estas aplicaciones digitales proporcionan experiencias basadas en enfoques constructivistas y de aprendizaje experiencial, facilitando la aplicación práctica de conocimientos en entornos simulados antes de su implementación en situaciones reales.

En Ecuador, Ayón y Victores (2020) realizaron un estudio titulado "La simulación como estrategia de apoyo en la formación en seguridad ocupacional". Los hallazgos indicaron que los empleados prefieren el uso de herramientas digitales en lugar de los métodos tradicionales de capacitación. La simulación permite a las organizaciones ofrecer entrenamientos en un ambiente seguro, minimizando costos y riesgos. Se concluyó que la incorporación de tecnología de simulación mejora la retención de conocimientos y la preparación para enfrentar emergencias en el entorno laboral.

De igual manera, Cumbal (2020) diseñó una "Guía metodológica para el uso de simuladores virtuales en la formación en seguridad industrial". Se concluyó que la utilización de estas herramientas educativas favorece la adquisición de conocimientos en prevención de riesgos, facilitando el desarrollo de habilidades para evaluar escenarios peligrosos y responder de manera efectiva. A partir de estos resultados, se determinó que los simuladores permiten una formación más interactiva y dinámica, promoviendo un aprendizaje significativo y una mejor preparación ante posibles incidentes en el ámbito laboral.

Antecedentes Nacionales

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), en Bolivia se registran anualmente alrededor de 7.000 accidentes laborales. Aunque no se dispone de una desagregación detallada por sectores a nivel nacional, se ha observado que más del 70% de estos accidentes están asociados al sector de la construcción.

Además, durante el primer semestre de 2023, se reportaron 5.794 accidentes laborales al Ministerio de Trabajo, Empleo y Previsión Social (MTEPS). De estos, el 74% afectó a hombres y el 26% a mujeres. Los departamentos con mayor número de accidentes reportados fueron La Paz (2.005 casos), Oruro (1.144), Santa Cruz (976) y Cochabamba (968).

Estos datos resaltan la necesidad de implementar medidas de prevención y seguridad en los lugares de trabajo, especialmente en sectores como la construcción, donde la incidencia de accidentes es significativamente alta.

En Bolivia, las empresas constructoras realizan una amplia variedad de obras, que se pueden clasificar según su naturaleza, complejidad y finalidad. Entre las más comunes están las obras civiles, que incluyen la construcción de edificios para vivienda, oficinas, hospitales, escuelas, mercados, centros comerciales, coliseos y otras infraestructuras urbanas. Estas obras son ejecutadas tanto para el sector público como para el privado.

Otra categoría importante son las obras viales, que comprenden la construcción y mantenimiento de carreteras, puentes, pavimentos, túneles, rotondas y pasarelas. Muchas de estas obras son impulsadas por el gobierno nacional, departamental o municipal, a través de entidades como la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras).

También están las obras hidrosanitarias, enfocadas en garantizar el acceso a servicios básicos. Esto incluye sistemas de agua potable, redes de alcantarillado sanitario y

pluvial, plantas de tratamiento de aguas residuales, pozos y drenajes urbanos. Estas obras son especialmente importantes en zonas periurbanas y rurales.

Las obras eléctricas y energéticas son otro campo en el que operan las constructoras, con proyectos que van desde instalaciones eléctricas urbanas y rurales, hasta la construcción de subestaciones, líneas de transmisión y plantas de energía renovable, como solar o eólica.

Por otro lado, existen obras de carácter ambiental, que buscan prevenir o mitigar riesgos naturales o impactos ecológicos. Aquí se incluyen obras como muros de contención, estabilización de taludes, control de riberas, forestación y paisajismo, así como rellenos sanitarios y sistemas de saneamiento ambiental.

Las constructoras también participan en la ejecución de obras industriales, como la construcción de naves, almacenes, fábricas, campamentos mineros, estructuras metálicas, silos o tanques. Estas obras suelen estar asociadas a sectores productivos como la minería, agroindustria o manufactura.

En el ámbito inmobiliario, muchas empresas desarrollan proyectos de urbanización, condominios, conjuntos habitacionales y loteamientos con servicios básicos. Estas obras suelen tener un enfoque más comercial o habitacional, dependiendo del mercado.

Finalmente, muchas constructoras también se dedican a trabajos de refacción, ampliación o mantenimiento, tanto en edificaciones como en infraestructura vial o sanitaria existente. Estos servicios son esenciales para conservar y alargar la vida útil de las construcciones.

El sector de la construcción en Bolivia representa una de las actividades económicas más dinámicas del país, tanto por su impacto en el crecimiento del PIB como por su rol en la generación de empleo e infraestructura básica. Sin embargo, a pesar de su importancia, el acceso a estadísticas detalladas y desagregadas sobre la tipología de

obras ejecutadas por empresas constructoras continúa siendo limitado en fuentes oficiales de acceso público.

1.2. Descripción del problema u oportunidad

La seguridad en el entorno laboral es un factor crucial para la prevención de accidentes y la protección de los empleados. Sin embargo, muchas empresas aún dependen de métodos tradicionales de capacitación, como manuales, conferencias y sesiones teóricas, que suelen ser poco dinámicos y no siempre garantizan una adecuada retención del conocimiento ni la aplicación efectiva de los protocolos de seguridad en situaciones reales.

Los accidentes laborales continúan siendo una problemática global, generando no solo pérdidas humanas y materiales, sino también afectando la productividad y la estabilidad de las organizaciones. La falta de experiencias prácticas en la capacitación contribuye a que los trabajadores no estén completamente preparados para reaccionar de manera rápida y efectiva ante situaciones de riesgo.

En este contexto, las simulaciones virtuales emergen como una herramienta innovadora para la formación en seguridad laboral. Estas permiten a los empleados interactuar en entornos controlados y realistas donde pueden practicar procedimientos de seguridad sin exponerse a peligros reales. No obstante, a pesar de sus beneficios, muchas empresas aún no han adoptado estas tecnologías, ya sea por desconocimiento, costos iniciales o resistencia al cambio.

Como consecuencia, los accidentes laborales en el sector de la construcción siguen generando pérdidas humanas y económicas, afectando la productividad de las empresas, aumentando los costos operativos y exponiendo a las constructoras a sanciones legales. Frente a esta problemática, es necesario analizar la viabilidad e impacto de las simulaciones virtuales como una alternativa para mejorar la capacitación en seguridad laboral en la construcción en Bolivia.

Actualmente, la adopción de simulaciones virtuales para la capacitación en seguridad dentro del sector de la construcción enfrenta varios desafíos. Uno de los principales es

el desconocimiento generalizado sobre las ventajas que ofrecen estas tecnologías en la prevención de accidentes y la formación práctica de los trabajadores. Esta falta de información se ve agravada por la ausencia de políticas gubernamentales que impulsen de manera activa la digitalización en los procesos de capacitación.

Además, los altos costos de implementación de equipos de simulación dificultan el acceso para pequeñas y medianas empresas constructoras, quienes muchas veces deben priorizar otros gastos. Como consecuencia, predominan las capacitaciones teóricas, limitadas y alejadas de las condiciones reales del trabajo, y existe una carencia de entrenamientos que recreen situaciones reales de riesgo.

Esta realidad impacta en una baja retención del conocimiento y en una escasa aplicación de protocolos de seguridad en el día a día. A ello se suma una cultura arraigada entre muchos trabajadores de pensar que "eso no pasa" o "siempre lo hice así y nunca me pasó nada", minimizando la importancia de actualizar sus prácticas de seguridad.

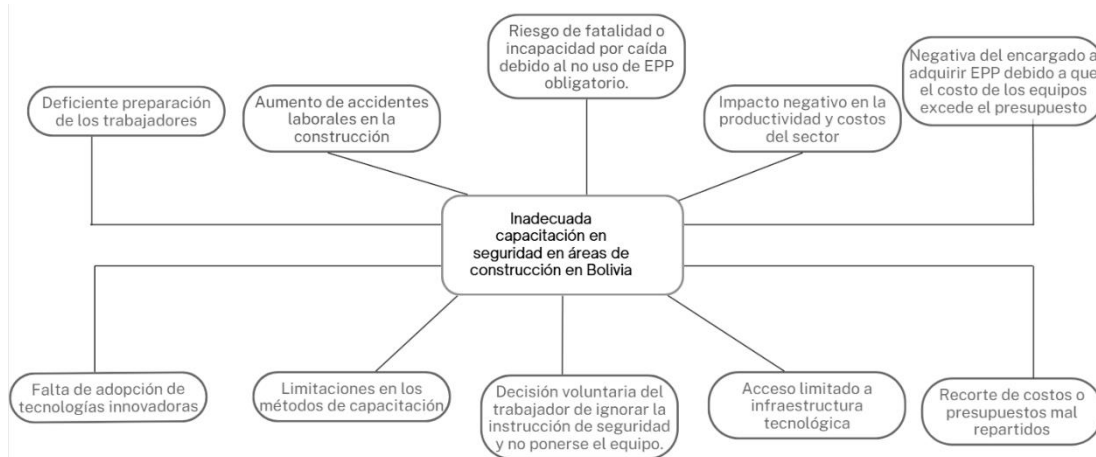
En Bolivia, también existe una escasez de centros de formación con simuladores, así como insuficientes recursos tecnológicos dentro de las empresas del sector. Este problema se ve agravado por deficiencias en la conectividad y el acceso limitado a software especializado en capacitación.

Otro aspecto preocupante es la subestimación de la importancia de los Equipos de Protección Personal (EPP), tanto por parte de los trabajadores como de los supervisores. Muchas veces, la falta de uso adecuado de los EPP se refuerza negativamente cuando supervisores o compañeros tampoco los utilizan, perpetuando así malas prácticas. Finalmente, se observa que el presupuesto destinado a la seguridad suele ser relegado en favor de otras áreas consideradas de mayor prioridad.

Todos estos factores, combinados, limitan la construcción de una cultura de seguridad sólida y moderna en el sector, poniendo en riesgo tanto la vida de los trabajadores como la reputación y productividad de las empresas.

Figura 1

Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, surge la necesidad de analizar el impacto de las simulaciones virtuales en la capacitación en seguridad, identificando su efectividad en la retención del conocimiento, la reducción de accidentes laborales y la optimización de la formación de los empleados.

La implementación de la realidad virtual (VR) en el sector de la construcción se presenta como una herramienta clave para la evaluación y certificación de los trabajadores. A través de entrenamientos en entornos virtuales, se busca preparar a los empleados en situaciones específicas de riesgo y peligro, simulando escenarios realistas basados en los protocolos de seguridad vigentes. Esto no solo fortalece sus habilidades técnicas, sino que también mejora su capacidad de respuesta ante emergencias reales.

Además, es fundamental impulsar programas de sensibilización que destaquen los beneficios de la realidad virtual y las simulaciones en la seguridad laboral dentro de la construcción. A medida que estas tecnologías demuestran su eficacia, se promueve su incorporación en normativas y regulaciones del sector, consolidando su uso como parte obligatoria de los procedimientos de formación y prevención.

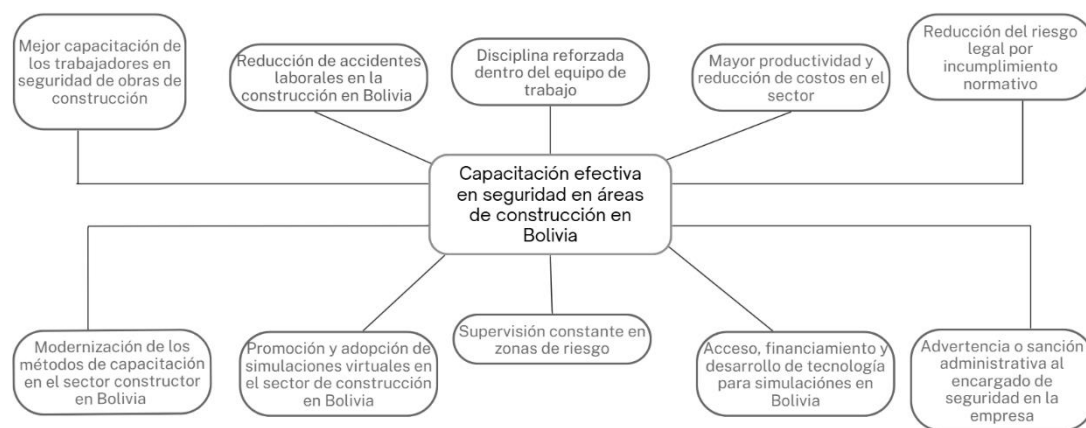
Para facilitar el acceso a estas herramientas innovadoras, se plantea la necesidad de establecer programas de financiamiento dirigidos a pequeñas y medianas empresas constructoras, permitiéndoles adquirir el equipamiento y las aplicaciones necesarias para su implementación.

Asimismo, se propone un sistema de reconocimiento para supervisores y trabajadores que demuestren un cumplimiento ejemplar de las normas de seguridad, incentivando una cultura de prevención y responsabilidad en todos los niveles de la organización.

Finalmente, se debe considerar que el desconocimiento o incumplimiento de las normas legales de seguridad puede derivar en responsabilidades civiles y penales para las empresas y sus representantes. Además, los accidentes laborales impactan negativamente en la reputación y la productividad de las compañías, subrayando la importancia de invertir en tecnologías que promuevan entornos laborales seguros y eficientes.

Figura 2

Árbol de soluciones



Fuente: Elaboración propia.

1.2.1. Formulación del problema

La pregunta central que se plantea es:

¿Cuál es la incidencia potencial del uso de simulaciones virtuales en la capacitación en seguridad laboral y contribuye a la reducción de riesgos en el entorno de trabajo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Diseñar un plan de simulaciones virtuales para el sector de construcción en Bolivia, con el fin de usarlo como herramienta de capacitación en seguridad laboral para operarios de trabajos de alturas en Bolivia, con el fin de reducir la incidencia de accidentes y mejorar el cumplimiento de protocolos de seguridad.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Analizar los tipos de riesgos laborales más frecuentes en obras civiles y viales en Bolivia, con énfasis en trabajos en altura, uso de maquinaria pesada y manipulación de materiales peligrosos.
- Diseñar entornos de simulación virtual basado en escenarios de riesgo reales documentados en el contexto de la construcción boliviana, incorporando normas nacionales de seguridad industrial.
- Modelar un prototipo funcional de simulación virtual, utilizando tecnología de realidad virtual o aumentada, orientado a instruir sobre el uso correcto de equipos de protección personal (EPPs) y procedimientos de emergencia.
- Elaborar material de capacitación claros, atractivos y orientados a reforzar las medidas de seguridad laboral como parte de los programas de seguridad laboral en el sector de la construcción en Bolivia, considerando normativas nacionales y viabilidad operativa.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Académica

Desde el punto de vista académico, este proyecto de grado está diseñado para contribuir al cuerpo de conocimiento existente en el ámbito de la ingeniería industrial, particularmente en el área de la seguridad ocupacional y la capacitación mediante herramientas tecnológicas. La investigación y desarrollo de simulaciones virtuales permitirá aplicar teorías y conceptos aprendidos durante la carrera, como el diseño de sistemas de formación, la gestión de riesgos laborales, y el análisis de procesos. La aplicación de metodologías como la instrucción programada, la evaluación de desempeño y el uso de entornos virtuales interactivos brindará una experiencia de aprendizaje aplicada y alineada con los objetivos formativos de la carrera. Además, este trabajo se presenta como un caso práctico que puede servir de referencia para futuras investigaciones relacionadas con la innovación en capacitación laboral.

1.4.2. Justificación Técnica

En el ámbito técnico, el proyecto responde a la necesidad de mejorar la capacitación en seguridad laboral dentro del sector de la construcción, mediante la implementación de simulaciones virtuales interactivas. A través del uso de herramientas propias de la ingeniería industrial, como el análisis de riesgos, la simulación de escenarios, y el diseño instruccional, se busca aumentar la efectividad de la formación, reducir accidentes laborales y promover entornos de trabajo más seguros. Este enfoque técnico permitirá generar contenidos personalizados y específicos para cada tipo de riesgo presente en obras de construcción, contribuyendo a una capacitación más eficiente y accesible.

1.4.3. Justificación Legal

Desde el punto de vista legal, el proyecto se enmarca en el cumplimiento de las normativas vigentes relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo, así como con

las políticas de prevención de riesgos laborales que rigen en el sector de la construcción. Las simulaciones virtuales desarrolladas estarán alineadas con los marcos legales establecidos por las autoridades competentes, como la normativa nacional sobre seguridad industrial y las normas técnicas de capacitación obligatoria. Además, este enfoque ayudará a las empresas constructoras a cumplir con sus responsabilidades legales, minimizando riesgos de sanciones y fortaleciendo la cultura de seguridad laboral.

1.4.4. Justificación Económica

El impacto económico del proyecto es significativo, ya que busca optimizar los procesos de capacitación en seguridad sin requerir inversiones elevadas en infraestructura física o formadores presenciales. Al implementar simulaciones virtuales, se espera reducir los costos asociados a accidentes laborales, bajas médicas y tiempos muertos por falta de formación. Asimismo, una capacitación más efectiva puede traducirse en mayor productividad, menor rotación de personal y un uso más eficiente de los recursos humanos. La inversión inicial en tecnología será compensada por los beneficios económicos a largo plazo que surgen de contar con trabajadores mejor preparados y ambientes laborales más seguros.

1.4.5. Justificación Personal

En el ámbito personal, este proyecto representa una oportunidad para desarrollar habilidades y competencias fundamentales en el campo profesional del estudiante de ingeniería industrial. A través del diseño y la implementación de simulaciones virtuales, se potenciarán habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas reales, la planificación estratégica, la gestión de proyectos tecnológicos y la innovación aplicada. Este trabajo de grado también permitirá fortalecer competencias blandas como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el liderazgo, todo dentro del contexto de un desafío actual y relevante para la industria. Además, refleja el

compromiso del estudiante con la mejora continua en la seguridad y bienestar de los trabajadores del sector de la construcción.

1.5. Metodología

1.5.1. Enfoque y tipo de investigación

- **Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación estará determinado por el propósito del proyecto, que en este caso es desarrollar e implementar simulaciones virtuales para capacitar a los trabajadores en seguridad en trabajos en altura dentro del contexto de la construcción en Bolivia. Dado que el proyecto adopta un enfoque propositivo de carácter mixto, lo que proporciona una base sólida para la ingeniería y el desarrollo de soluciones tecnológicas:

1. **Orientación Propositiva:** Se establece categóricamente que el objetivo principal es la creación y la especificación de un artefacto tecnológico viable (el simulador virtual) destinado a resolver una deficiencia crítica en la capacitación de seguridad. Este enfoque dirige todos los esfuerzos metodológicos hacia el diseño funcional y la justificación de la solución, excluyendo la experimentación en campo.
2. **Componente Cuantitativo:** Este componente es fundamental para la delimitación objetiva del riesgo. Se utiliza para el análisis sistemático de estadísticas de siniestralidad en el sector construcción boliviano y la aplicación formal de la Tabla de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER) (Ver Anexo 8). El análisis cuantitativo permite establecer las líneas de base de desempeño y los criterios de severidad que deben ser programados en el simulador, justificando así la elección de los escenarios más críticos.
3. **Componente Cualitativo:** Se utiliza para la sistematización hermenéutica de la información y la validación del diseño en función de la autoridad. Esto se logra mediante el análisis exhaustivo y la interpretación de la normativa legal

vigente (Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y NTS 009), y de los manuales de procedimientos seguros. Esta componente garantiza que el diseño del prototipo sea técnicamente coherente, legalmente conforme y pedagógicamente pertinente.

Tipo de investigación:

Este proyecto se enmarca dentro de la investigación se clasifica formalmente como Investigación Aplicada y Descriptiva:

- **Aplicada:** Su finalidad es el desarrollo de una solución tecnológica específica diseñada para intervenir en la situación real de la industria de la construcción en Bolivia. El resultado es un prototipo con alto potencial de implementación y replicabilidad en el sector.
- **Descriptiva:** La investigación se encarga de detallar minuciosamente la arquitectura de software, las características funcionales, los requisitos de hardware y la justificación pedagógica de la simulación. El rigor descriptivo es crucial para documentar el diseño.

1.5.2. Métodos y Técnicas de Investigación

Para el desarrollo del presente proyecto, el método central para la construcción del artefacto es el modelo de prototipos, que guía el desarrollo iterativo del sistema web. Este modelo se complementa con las siguientes técnicas:

- **Análisis Documental:** Técnica primordial en la Fase I, utilizada para extraer los requisitos técnicos y legales (NTS 009) que se codificarán en la plataforma web.
- **Diseño de Interfaz:** Aplicado directamente al desarrollo de la plataforma web para definir la estructura del sitio, los diagramas de flujo de navegación, la estética de la interfaz y la lógica de procesamiento del simulador.

- **Pruebas Alpha de Usabilidad y Funcionalidad:** Pruebas internas realizadas sobre el prototipo web para identificar y corregir errores técnicos de la plataforma y garantizar que la navegación y la interacción simulen adecuadamente los procedimientos de seguridad

1.5.3. Población o Sujeto de Estudio

El sujeto de estudio en este proyecto está constituido se limita a la propuesta de diseño y no a una aplicación experimental. Por lo tanto, el sujeto de estudio se refiere al contexto destinatario.

El destinatario primario es el Trabajador del Sector de la Construcción que realiza labores en altura en Bolivia. El análisis de esta población se basa en los datos estadísticos de siniestralidad (IPER), lo que permite determinar la relevancia, criticidad y frecuencia de los escenarios de riesgo que fueron diseñados y modelados en la plataforma web.

1.5.4. Recolección de Información

La recolección de información será sistemática y estructurada, y empleará diversas técnicas que permitan analizar la efectividad del uso de simulaciones virtuales como herramienta de capacitación en seguridad. Los principales métodos de recolección de datos serán:

- **Revisión Documental y Normativa:** Recolección y análisis riguroso de la normativa legal y técnica que se ha utilizado como fuente de conocimiento para el contenido del simulador.
- **Definición de Métricas de Desempeño:** Establecimiento de los criterios de evaluación que fueron programados en el software de la plataforma (ej. tiempo de reacción, errores en el uso de EPP, decisiones correctas) para un futuro análisis de la efectividad.

1.5.5. Instrumentos de Recolección de Información

Para llevar a cabo la recolección de datos de manera estructurada y confiable, se utilizarán los siguientes instrumentos, seleccionados de acuerdo con el tipo de información que se desea obtener y el enfoque del proyecto:

- **Fichas de Análisis Documental:** Utilizadas para la sistematización de la información legal y técnica que justifica la selección de los escenarios de riesgo y los protocolos de seguridad implementados en la plataforma web.
- **Rúbrica de Validación de Diseño:** Instrumento principal diseñado para documentar formalmente la validación técnica del prototipo. Esta rúbrica evaluará la Fidelidad Técnica (alineación con la normativa), la Usabilidad de la Interfaz Web (UI/UX) y la Pertinencia Pedagógica del diseño.
- **Guía de Observación Estructurada (Modelo Teórico):** Se diseña un modelo teórico que proyecta cómo se deberían registrar las métricas de comportamiento del trabajador durante una futura aplicación de la simulación a través de la web, validando la capacidad de la herramienta para generar datos.
- **Herramientas Digitales de Evaluación Integradas al Software:** Componentes de software programados dentro de la plataforma web que registran automáticamente los datos de desempeño del usuario (aciertos, errores, tiempo) al interactuar con el simulador.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Marco Conceptual

El presente proyecto se sustenta en diversas teorías y enfoques científicos vinculados a la capacitación laboral, la seguridad industrial y el uso de tecnologías emergentes aplicadas a la formación. La finalidad es proporcionar un respaldo conceptual que permita entender cómo las simulaciones virtuales pueden constituirse en una herramienta efectiva para mejorar el aprendizaje en temas críticos como la seguridad en trabajos en altura.

2.1.1. Capacitación en seguridad laboral

La formación en seguridad es un componente esencial en cualquier estrategia de prevención de riesgos laborales. Según la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2002), el conocimiento se interioriza con mayor profundidad cuando los contenidos se relacionan directamente con la experiencia del individuo. En este sentido, los entrenamientos tradicionales muchas veces resultan insuficientes para generar conciencia real sobre los peligros inherentes al trabajo en altura. Las simulaciones permiten superar esta limitación al ofrecer una experiencia inmersiva que replica situaciones reales sin poner en riesgo al trabajador.

2.1.2. Aprendizaje experiencial y simulación

La teoría del aprendizaje experiencial de Kolb (1984) sostiene que el aprendizaje efectivo se da a través de la experiencia directa, la reflexión, la conceptualización y la experimentación activa. Las simulaciones virtuales integran estas fases, ya que permiten a los trabajadores enfrentarse a escenarios de riesgo controlado, tomar decisiones, cometer errores sin consecuencias reales y aprender de ellos. Esta metodología también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas y procedimentales necesarias para actuar con seguridad en el entorno laboral.

2.1.3. Seguridad industrial y trabajos en altura

La seguridad en trabajos en altura está regulada por normativas nacionales e internacionales que establecen prácticas seguras, el uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP), y protocolos específicos para minimizar los riesgos de caídas. Sin embargo, numerosos estudios y estadísticas en Bolivia y América Latina evidencian que una de las principales causas de accidentes en construcción es la falta de formación adecuada (Sánchez & Martínez, 2019). El proyecto se basa en el principio de que una formación más realista, práctica e interactiva puede reducir significativamente estos incidentes.

2.1.4. Tecnologías inmersivas aplicadas a la educación y entrenamiento

El uso de tecnologías inmersivas como la realidad virtual (VR) en entornos educativos ha demostrado beneficios en la retención de conocimientos, el compromiso del usuario y la mejora del desempeño (Jiang et al., 2020). Investigaciones previas han mostrado que los entrenamientos virtuales en seguridad industrial permiten a los trabajadores adquirir habilidades en un entorno controlado, mejorar su toma de decisiones bajo presión y familiarizarse con equipos y procedimientos sin exponerse a riesgos físicos.

2.1.5. Relación entre los conceptos

La relación entre capacitación en seguridad, simulación virtual y aprendizaje experiencial constituye el eje fundamental del proyecto. Estos conceptos se integran para diseñar una propuesta metodológica que no solo transmita conocimientos, sino que transforme la forma en que los trabajadores perciben y enfrentan los riesgos asociados a su labor. Al aplicar estas teorías en el contexto boliviano, se busca adaptar los recursos tecnológicos a la realidad nacional, contribuyendo a la profesionalización del sector de la construcción y al fortalecimiento de una cultura preventiva.

2.2. Marco Técnico

Descripción de tecnologías existentes y principios técnicos involucrados

El desarrollo de simulaciones virtuales para la capacitación en seguridad laboral se apoya en tecnologías inmersivas como la realidad virtual (VR) y los simuladores interactivos. Estas tecnologías permiten la creación de entornos controlados, realistas y seguros en los cuales los trabajadores pueden experimentar situaciones de riesgo sin exposición física directa, favoreciendo el aprendizaje experiencial (Bailenson, 2018).

Entre las tecnologías más relevantes para el proyecto destacan:

- **Software de desarrollo virtual como GitHub y PixVerse AI:** Herramientas que servirán para crear el simulador de una manera más eficaz, interactiva y dinámica (GitHub, 2021; PixVerse AI, 2020).
- **Sistemas de seguimiento y evaluación:** Tecnologías que permiten monitorear el desempeño del usuario durante la simulación, registrar errores y generar reportes para retroalimentación y mejora continua (Schwabe & Göbel, 2017).
- **Encuestas en línea:** Para obtener resultados más rápido en base al alcance y entendimiento del grupo al que se evaluará y reducir costos en materiales de utilería como papel, impresiones, lapiceras, etc. (Pérez & Sánchez, 2019).

En cuanto a principios técnicos, este proyecto se basa en:

- **Principios de diseño instruccional:** Para estructurar adecuadamente los contenidos, niveles de dificultad y retroalimentación de las simulaciones (Morrison, Ross, & Kemp, 2015).
- **Ergonomía y usabilidad:** Aplicadas al diseño de interfaces intuitivas y seguras que faciliten la navegación y comprensión de los usuarios (Norman, 2013).
- **Normativas de seguridad industrial:** Particularmente la NTS 009, que establece los requisitos mínimos de seguridad para trabajos en altura, incluyendo el uso adecuado de EPP, líneas de vida, sistemas de anclaje, procedimientos seguros de ascenso y descenso, y protocolos de emergencia (Instituto Boliviano de Normas, 2017).

La simulación desarrollada incorporará todos estos elementos conforme a la NTS 009, para asegurar que los trabajadores no solo reconozcan los riesgos, sino que aprendan de forma práctica cómo prevenir accidentes cumpliendo con la normativa nacional vigente.

Revisión de avances tecnológicos recientes en el área específica del tema

En los últimos años, los avances en simulación virtual han revolucionado la capacitación en entornos laborales de alto riesgo. Investigaciones recientes muestran que los entrenamientos inmersivos aumentan significativamente la retención del conocimiento, mejoran la preparación para enfrentar emergencias y reducen el índice de accidentes (Goh & Ang, 2020).

Algunos de los avances relevantes incluyen:

- **Realidad virtual inmersiva con feedback háptico**, que permite a los usuarios sentir vibraciones o tensiones físicas al interactuar con cuerdas, arneses o plataformas (Bailenson, 2018).
- **Inteligencia artificial adaptativa**, que personaliza la dificultad de las simulaciones según el rendimiento del usuario (Alonso et al., 2021).
- **Análisis de datos de simulación** (learning analytics) para evaluar el progreso del trabajador, detectar errores comunes y proponer rutas de mejora (Siemens, 2013).
- **Simulaciones multijugador en red**, donde varios trabajadores pueden entrenarse en conjunto para coordinar trabajos en equipo en altura, fomentando la colaboración segura (Liu et al., 2020).

Estas tecnologías permiten no solo mejorar la experiencia de capacitación, sino también cumplir con estándares exigentes de calidad y seguridad como los que establece la NTS 009.

Análisis de herramientas y metodologías técnicas aplicables al proyecto

El proyecto propone utilizar diversas herramientas y metodologías para garantizar una capacitación efectiva y técnica. Entre ellas se destacan:

- **Software de simulación (GitHub y PixVerse AI):** Permite construir entornos realistas y escenarios específicos que reproduzcan las condiciones y riesgos del trabajo en altura. Estos motores gráficos son ampliamente utilizados en simulación industrial y educación técnica (GitHub, 2021; PixVerse AI, 2020).
- **Métodos de validación del aprendizaje:** Como rúbricas de evaluación por desempeño y pre/post tests, que permiten medir la eficacia de la simulación en la transferencia de conocimiento (Gagne, 1985).
- **Normas de referencia:** La Norma Técnica Boliviana NTS 009 será utilizada como guía técnica para el diseño de contenidos y escenarios dentro de la simulación. Esta norma exige, por ejemplo, el uso de EPP, inspección de equipos, verificación de estructuras, y protocolos de rescate, todos los cuales serán integrados en el entorno virtual (Instituto Boliviano de Normas, 2017).
- **Metodología ADDIE** (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación): Será aplicada para el diseño instruccional del proceso de capacitación mediante simulación, garantizando un enfoque estructurado y efectivo (Molenda, 2003).

Estas herramientas y metodologías son las más adecuadas para abordar el problema central del proyecto: la falta de formación práctica y realista en seguridad para trabajos en altura. Además, su implementación permite una estandarización del conocimiento impartido, garantizando que todos los trabajadores reciban una formación coherente y alineada con los requerimientos técnicos de la normativa boliviana.

2.3. Marco Legal y Normativo

Regulaciones y normativas pertinentes relacionadas con el tema del proyecto

El desarrollo e implementación de simulaciones virtuales para la capacitación en seguridad en trabajos en altura debe estar alineado con el marco legal vigente tanto a nivel nacional como internacional, con el fin de garantizar la validez técnica, la protección del trabajador y la aplicabilidad de la capacitación en contextos reales. Las normativas relevantes incluyen:

- **Norma Técnica Boliviana NTS 009/18:** Es la normativa principal que rige los trabajos en altura en Bolivia. Establece requisitos mínimos de seguridad y salud ocupacional para prevenir accidentes en actividades que se desarrollan a más de 1.80 metros del suelo. Esta norma define las condiciones para el uso correcto de equipos de protección personal (EPP), líneas de vida, sistemas anticaídas, capacitación obligatoria y procedimientos de rescate (Instituto Boliviano de Normas, 2018). La simulación se diseñará siguiendo esta norma, ya que su cumplimiento es obligatorio para cualquier trabajador que desempeñe actividades en altura en territorio boliviano. Incluirla garantiza que la capacitación virtual será aceptada como válida por las autoridades y que refleja fielmente los riesgos y procedimientos reales.
- **Ley General del Trabajo (Bolivia) y Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (DS 16998):** Estas normas nacionales establecen la responsabilidad de los empleadores en la capacitación y protección de los trabajadores frente a riesgos laborales (Ministerio de Trabajo, 2012). La incorporación de estas regulaciones refuerza el principio de prevención y evidencia que la simulación propuesta es una herramienta que respalda el cumplimiento de la ley en cuanto a la formación y resguardo de los trabajadores.
- **Convenios de la OIT (Organización Internacional del Trabajo),** en especial el Convenio N.º 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo (OIT, 1981). Adoptar estos convenios permite alinear el proyecto con estándares internacionales en seguridad ocupacional, elevando su nivel técnico y facilitando una futura homologación en entornos laborales formales.

Identificación de estándares industriales, normas de calidad y requisitos legales aplicables

Además de las normas legales y de seguridad específicas, el proyecto se apoyará en estándares internacionales de gestión y desarrollo tecnológico que aseguran la calidad y efectividad del producto de simulación:

- **ISO 45001 (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo):** Esta norma proporciona un marco de trabajo para mejorar la seguridad de los empleados, reducir los riesgos en el lugar de trabajo y crear mejores condiciones laborales (ISO, 2018). Si bien no se aplica directamente a la simulación, esta norma orienta el diseño de los contenidos de capacitación para alinearse con políticas globales de prevención de riesgos laborales.
- **ISO 9001 (Sistema de Gestión de Calidad):** Garantiza que los procesos de desarrollo del sistema de simulación sigan principios de gestión de calidad, satisfacción del usuario y mejora continua (ISO, 2015). Es útil como estándar de referencia para el desarrollo metodológico del sistema virtual, asegurando que la experiencia sea confiable, repetible y orientada a resultados verificables.
- **ISO 9241 (Ergonomía de la interacción humano-sistema):** Especifica los requisitos de diseño centrado en el usuario para la interacción hombre-máquina, lo cual es especialmente relevante para simuladores (ISO, 2008). Esta norma será fundamental para diseñar una interfaz de simulación intuitiva, segura y accesible para los trabajadores, algunos de los cuales podrían no estar familiarizados con tecnología avanzada.
- **Normativa sobre Protección de Datos Personales:** Cualquier sistema que registre datos sobre los trabajadores deberá cumplir con la Ley N° 164 en Bolivia, que regula la protección de datos personales (Asamblea Legislativa Plurinacional, 2013). Es fundamental si la simulación incluye almacenamiento de métricas o información personal para seguimiento del desempeño y retroalimentación.

2.4. Marco Económico

El sector de la construcción en Bolivia juega un papel crucial en el desarrollo económico del país, impulsando tanto la infraestructura pública como privada. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), la construcción es uno de los sectores más dinámicos, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) y generando una gran cantidad de empleos en todo el país (Instituto Nacional de Estadística, 2020). Este sector se encuentra en constante expansión debido al aumento de la inversión en proyectos de infraestructura, vivienda, y desarrollo urbano, impulsados tanto por el Estado como por inversionistas privados.

2.4.1. Dinámica del Sector de la Construcción

En los últimos años, el sector ha experimentado un crecimiento sostenido gracias a las políticas gubernamentales de inversión en infraestructura. Según el Banco Central de Bolivia (BCB), las obras de infraestructura vial, como carreteras, puentes y sistemas de transporte urbano, han sido prioritarias, con una asignación de recursos significativa por parte del gobierno (Banco Central de Bolivia, 2021). Además, la creciente urbanización ha llevado a un aumento en la demanda de proyectos de vivienda, lo que ha motivado la expansión del sector residencial.

2.4.2. Financiación del Sector

El financiamiento del sector construcción en Bolivia depende de diversas fuentes, incluyendo créditos bancarios, fondos del gobierno y capital privado. El sistema financiero en Bolivia ha facilitado el acceso a créditos hipotecarios, impulsando el desarrollo de proyectos residenciales tanto a nivel urbano como rural (Rodríguez, 2019). Sin embargo, algunos estudios indican que la falta de financiamiento accesible para pequeñas y medianas empresas de construcción sigue siendo una barrera para el crecimiento del sector, especialmente en proyectos de menor escala (Aguirre & Gutiérrez, 2020).

2.4.3. Costos y Rentabilidad

El costo de los materiales de construcción es un factor clave en la determinación de la rentabilidad de los proyectos. En los últimos años, ha habido un aumento en los precios de materiales como el cemento, el acero y otros insumos debido a las fluctuaciones en los mercados internacionales (Arce, 2019). Este aumento de costos ha afectado la rentabilidad de los proyectos de construcción, especialmente para las empresas más pequeñas que no cuentan con los recursos para negociar precios más bajos. A pesar de esto, se observa que el sector sigue siendo rentable a largo plazo, debido a la creciente demanda de infraestructura.

2.4.4. Perspectivas del Sector

El futuro del sector de la construcción en Bolivia es prometedor. Según el Ministerio de Obras Públicas (2020), se espera que la inversión en infraestructura continúe siendo un motor de crecimiento para el sector, impulsado por proyectos como la construcción de hospitales, escuelas, y viviendas, además de proyectos viales en áreas rurales y urbanas. La creciente inversión en tecnología, como la digitalización de proyectos y la implementación de sistemas de gestión más eficientes, también se espera que mejore la competitividad y la sostenibilidad del sector (Castro & Pérez, 2021).

2.5. Marco Ambiental y Sostenible del Sector de la Construcción en Bolivia

El sector de la construcción en Bolivia, al igual que en muchos otros países, enfrenta desafíos significativos en cuanto a la sostenibilidad y el impacto ambiental de sus actividades. A medida que la demanda de infraestructura continúa creciendo, también lo hace la necesidad de aplicar prácticas que reduzcan el impacto ambiental y promuevan el desarrollo sostenible. La incorporación de criterios ambientales en los proyectos de construcción no solo es beneficiosa para el entorno, sino que también es esencial para cumplir con las normativas internacionales y nacionales de sostenibilidad.

2.5.1. Impacto Ambiental del Sector de la Construcción

El sector de la construcción es uno de los principales responsables de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global. Según Pérez & Morales (2018), aproximadamente el 40% de las emisiones de carbono a nivel mundial provienen de la construcción y las actividades asociadas. En Bolivia, los proyectos de infraestructura vial, residencial e industrial han aumentado considerablemente, lo que conlleva un uso intensivo de materiales como cemento, acero y ladrillos, cuyo proceso de producción genera altas emisiones de CO₂. Además, la construcción de grandes proyectos implica la modificación de paisajes naturales, la deforestación, y la contaminación de fuentes de agua (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2020).

2.5.2. Sostenibilidad en la Construcción: Normativas y Buenas Prácticas

Para mitigar el impacto ambiental, Bolivia ha adoptado diversas normativas nacionales que promueven la sostenibilidad en la construcción. La Norma Técnica Boliviana NTS 15, por ejemplo, regula el uso de materiales reciclados en la construcción y fomenta la eficiencia energética en los edificios (Instituto Boliviano de Normas, 2019). Además, la implementación de certificaciones verdes como el Sistema de Certificación Ambiental de la Construcción (LEED) está empezando a ser más común en las grandes obras (García, 2020).

En términos de eficiencia energética, se están promoviendo proyectos de edificaciones sostenibles, que incluyen el uso de tecnologías de energía renovable, como paneles solares y sistemas de aprovechamiento de aguas lluvia (Castro & López, 2021). Este tipo de soluciones no solo reducen el impacto ambiental, sino que también generan ahorros operativos a largo plazo.

2.5.3. Uso de Tecnología Sostenible en el Sector de la Construcción

El uso de tecnologías sostenibles en la construcción se ha vuelto cada vez más importante. Según Vargas et al. (2019), el uso de materiales ecológicos como ladrillos reciclados, maderas certificadas y concreto con bajo contenido de carbono ha

aumentado significativamente en las últimas décadas. Además, las simulaciones virtuales y el modelado de información de la construcción (BIM) se utilizan para diseñar edificios que no solo sean eficientes, sino también sostenibles en cuanto a consumo de recursos y gestión de residuos (Ríos, 2020).

Las simulaciones virtuales en la capacitación de seguridad laboral también contribuyen a la sostenibilidad, ya que permiten a los trabajadores practicar en entornos virtuales sin necesidad de utilizar materiales físicos o generar residuos. Este tipo de tecnologías son un ejemplo de cómo la digitalización y la innovación pueden mejorar la sostenibilidad dentro del sector de la construcción.

2.5.4. Desafíos y Oportunidades para la Construcción Sostenible en Bolivia

A pesar de los avances, el sector de la construcción en Bolivia todavía enfrenta varios desafíos para integrar completamente prácticas sostenibles. La falta de incentivos financieros para proyectos ecológicos, la escasa capacitación en técnicas de construcción sostenible, y la limitada disponibilidad de materiales reciclados son obstáculos comunes (López & Álvarez, 2021). Sin embargo, el creciente interés por parte del gobierno, las organizaciones no gubernamentales y las empresas privadas en impulsar la sostenibilidad ofrece oportunidades para el desarrollo de una infraestructura más verde y eficiente en el país (Ministerio de Obras Públicas, 2021).

2.5.5. Perspectivas Futuras de Sostenibilidad en la Construcción en Bolivia

El futuro de la construcción en Bolivia está alineado con tendencias globales hacia la sostenibilidad y la economía circular. Se espera que la nueva generación de proyectos de construcción se base en materiales reciclados, el uso de energía renovable, y el cumplimiento de estándares internacionales de sostenibilidad. Asimismo, las políticas públicas están empezando a fomentar la inversión en proyectos sostenibles, lo que podría consolidar a Bolivia como un líder regional en construcción ecológica (Gómez & Fernández, 2020).

Capítulo III: Diagnóstico

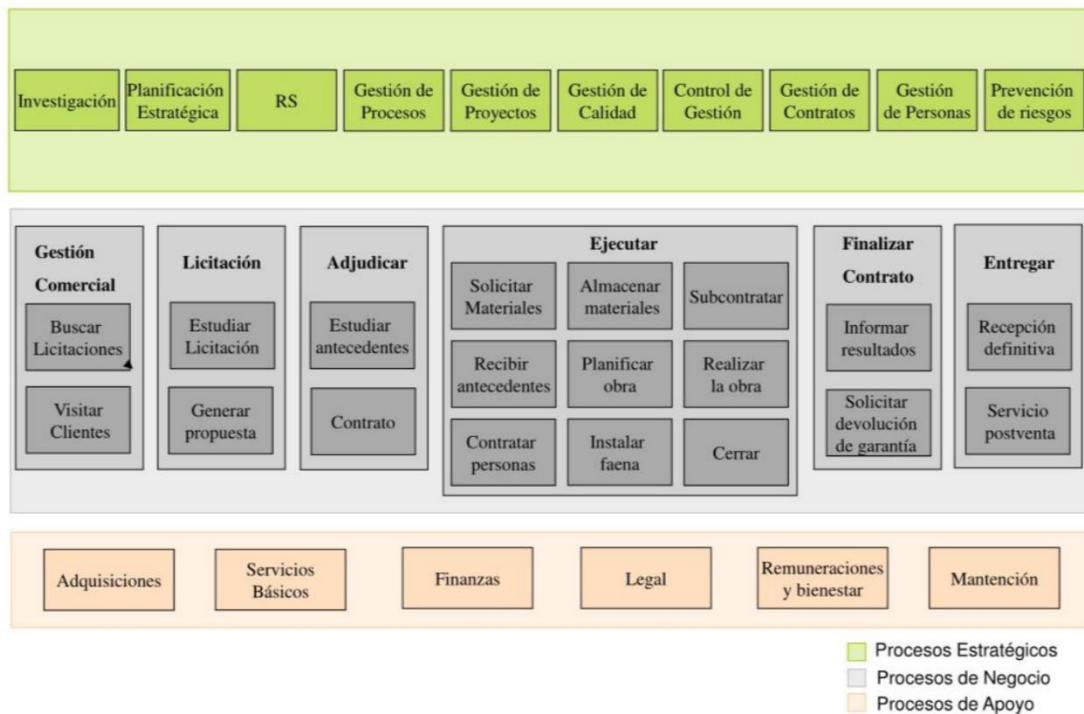
3.1. Descripción del proceso de trabajo en construcción en altura y sus actores

La intervención propuesta se desarrollará dentro del sistema de trabajo en altura en el sector de la construcción, una actividad que forma parte de las operaciones clave en obras civiles en Bolivia. Este proceso involucra todas aquellas tareas que se ejecutan a una altura superior a 1.80 metros del nivel del suelo, incluyendo actividades como armado de estructuras, instalación de techos, trabajos en andamios, montaje de encofrados, y colocación de cubiertas o fachadas. Estas tareas implican un alto riesgo de caídas, por lo que requieren procedimientos estandarizados de seguridad, equipos de protección personal (EPP) y capacitaciones especializadas.

El flujo de trabajo típico en este sistema comienza con la planificación de tareas en altura, seguida por la preparación del área de trabajo (instalación de andamios, barandas, redes de protección o sistemas de línea de vida). Posteriormente, se realiza la ejecución de la actividad específica (soldadura, instalación, mantenimiento, etc.) y finalmente la inspección o desmontaje de los sistemas temporales. Cada una de estas etapas debe ser supervisada por personal capacitado en seguridad ocupacional, con una evaluación previa de los riesgos específicos del sitio.

Figura 3

Mapa de procesos en una empresa de construcción



Fuente y Elaboración: Clider Gliserio Miguel Palmadera.

Los actores involucrados en este proceso incluyen a:

- Obreros de construcción, quienes ejecutan directamente las tareas en altura.
- Maestros de obra o supervisores, encargados de coordinar los trabajos y verificar el cumplimiento de normas de seguridad.
- Técnicos en seguridad industrial, responsables de evaluar los riesgos y capacitar al personal en el uso correcto de EPP.
- Empresas contratistas y subcontratistas, que proveen los recursos materiales y humanos para la obra.
- Inspección laboral del Ministerio de Trabajo, que supervisa el cumplimiento normativo en obras de mediana y gran envergadura.

A pesar de las obligaciones legales establecidas por el Decreto Supremo N.º 2935 (Estado Plurinacional de Bolivia, 2016), muchos de estos actores operan sin una cultura sólida de prevención de riesgos, especialmente en obras informales o sin fiscalización

constante. Esta situación se agrava por la falta de capacitaciones efectivas y actualizadas, lo que impide una correcta preparación del personal para enfrentar situaciones de riesgo en altura (Ministerio de Trabajo, 2020).

La intervención mediante simulaciones y animaciones virtuales se plantea como una estrategia para fortalecer los procesos de capacitación en este flujo de trabajo, especialmente en las etapas de inducción, ejecución segura y respuesta ante emergencias. Este tipo de recurso multimedia puede simular entornos reales de obra, permitiendo a los trabajadores visualizar con claridad los procedimientos correctos e incorrectos, el uso adecuado de arneses y anclajes, y las consecuencias de ignorar las medidas preventivas. De este modo, se busca reforzar el aprendizaje de manera práctica y accesible, en especial para trabajadores con bajos niveles de escolaridad o experiencia previa (Riveros & Fernández, 2020).

La necesidad de este tipo de intervención se respalda en los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), que reporta que, al primer semestre de 2024, el sector construcción ocupaba a más de 423.000 personas en áreas urbanas, consolidándose como uno de los rubros con mayor incidencia de accidentes laborales (INE, 2024). Además, informes de medios especializados señalan que la venta de cemento y la superficie construida han tenido un crecimiento sostenido en ciudades como La Paz, lo que implica una alta demanda de mano de obra en obras nuevas (Red Uno, 2024). Esto incrementa la urgencia de establecer sistemas de formación modernos y eficientes que prevengan accidentes fatales durante el desarrollo de las obras.

3.2. Impacto de los riesgos en el rendimiento, productividad y costos en la construcción en altura.

3.2.1. Gestión de Riesgos en Trabajos en Andamios

A. OBJETIVO

Identificar peligros y evaluar las causas de los riesgos, con el fin de prevenir caídas de altura, desplomes y otros accidentes que puedan ocasionar lesiones graves o fatales a los trabajadores, así como daños materiales en la obra.

B. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a:

Actividades rutinarias y no rutinarias realizadas sobre andamios en cualquier obra o proyecto bajo control de la organización.

Personal propio, contratistas y subcontratistas que participen en el montaje, uso, inspección o desmontaje de andamios.

Trabajos ejecutados en condiciones normales, de emergencia o mantenimiento.

C. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El trabajo en andamios comprende el montaje, uso, mantenimiento y desmontaje de estructuras temporales que permiten ejecutar labores a distintas alturas. Este procedimiento abarca andamios tubulares, colgantes, modulares y móviles.

D. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Tabla 1

Peligros y riesgos identificados en trabajos de andamios

Peligro identificado	Causa probable	Consecuencias
Caída del trabajador desde altura	Falta de barandas, líneas de vida o arnés; pérdida de equilibrio	Fracturas expuestas en extremidades, traumatismo craneoencefálico, lesión medular, muerte
Colapso del andamio	Montaje incorrecto, materiales defectuosos o sobrecarga de peso	Aplastamiento, fracturas múltiples, politraumatismos
Caída de herramientas o materiales	Falta de redes de retención, manipulación insegura	Golpes en cabeza, fracturas, cortes profundos
Contacto eléctrico	Proximidad a líneas eléctricas sin aislamiento	Quemaduras, electrocución, paro cardiorrespiratorio

Nota. Fuente y Elaboración Propia

E. EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER)

Tabla 2*MATRIZ IPER de trabajos en andamios*

Nº	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de los controles o protecciones existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Acceptable / No Acceptable
1	Obra en construcción	Instalaciones eléctricas provisionales o uso de herramientas eléctricas	RUTINARIA	Contacto eléctrico	Electrocución, quemaduras graves, paro cardiorrespiratorio, muerte	Cables expuestos, aislamiento dañado, uso inadecuado de equipos	Uso de EPP dieléctrico, señalización de áreas de riesgo, inspección periódica de instalaciones	MEDIA	CRÍTICA	ALTO	NO ACEPTABLE
2	Andamio o plataforma de trabajo	Manipulación de herramientas o materiales en altura	RUTINARIA	Caída de herramientas o materiales	Lesiones en cabeza, fracturas, cortes profundos	Falta de redes de retención, herramientas sin asegurar, manipulación insegura	Colocación de mallas de seguridad, uso de porta-herramientas, delimitación de zona inferior	MEDIA	MEDIA	ALTO	NO ACEPTABLE
3	Montaje de andamios	Instalación y uso de andamios	RUTINARIA	Colapso del andamio	Fracturas múltiples, politraumatismos, muerte	Montaje incorrecto, sobrecarga de peso, falta de inspección	Inspección diaria, montaje por personal certificado, uso de materiales en buen estado	BAJA	EXTREMA	ALTO	NO ACEPTABLE

Nº	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de los controles o Protecciones Existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Aceptable / No Aceptable
4	Trabajo en altura	Desplazamiento o labores sobre andamios, techos o estructuras	RUTINARIA	Caída del trabajador desde altura	Lesión medular, fracturas múltiples, traumatismo craneoencefálico, muerte	Falta de línea de vida, arnés no usado, superficies resbaladizas	Uso de arnés de seguridad, líneas de vida, barandas de protección	ALTA	EXTREMA	INTOLERABLE	NO ACEPTABLE

Nota. Fuente y Elaboración Propia

3.2.2. Gestión de Riesgos en Trabajos en Cubiertas y Techos

A. OBJETIVO

Registrar peligros y calcular las causas de los riesgos en trabajos realizados sobre cubiertas y techos, con el fin de prevenir caídas de altura, desplomes estructurales y otros accidentes que puedan ocasionar lesiones graves o fatales a los trabajadores, así como daños materiales a la infraestructura.

B. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a:

Actividades rutinarias y no rutinarias realizadas sobre cubiertas y techos, tanto inclinados como planos.

Personal propio, contratistas y subcontratistas que participen en instalación, reparación, mantenimiento o inspección de techos.

Trabajos realizados en condiciones normales o de emergencia.

C. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El trabajo en cubiertas y techos incluye tareas de instalación, reparación, impermeabilización, limpieza, inspección, montaje de estructuras ligeras, colocación de tejas o láminas y mantenimiento de sistemas de drenaje o ventilación. Estas labores pueden realizarse sobre superficies planas, inclinadas o frágiles (por ejemplo, fibrocemento o policarbonato).

D. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Tabla 3

Peligros y riesgos identificados en trabajos en cubiertas y techos

Peligro identificado	Causa probable	Consecuencias
Caída del trabajador desde el techo	Pérdida de equilibrio, ausencia de línea de vida o arnés, desplazamiento en superficies inclinadas o resbaladizas	Fracturas de pelvis o cadera, traumatismo craneoencefálico, lesión medular, muerte
Colapso parcial de la cubierta	Trabajo sobre techos débiles o con daño estructural	Caída a través de la cubierta, fracturas múltiples, politraumatismos
Exposición a condiciones climáticas extremas	Lluvia, viento fuerte, calor excesivo	Deshidratación, quemaduras solares, pérdida de estabilidad y caída
Deslizamiento de herramientas o materiales	Falta de redes o sujeción de herramientas	Golpes en cabeza, cortes profundos, fracturas

Nota. Fuente y Elaboración Propia

E. EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER)

Tabla 4*MATRIZ IPER de gestión de trabajos en techos y encofrados*

N°	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de Controles o Protecciones Existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Aceptable / No Aceptable
1	Trabajo en cubierta/techo	Desplazamiento, instalación o reparación sobre techo	RUTINARIA	Caída del trabajador desde el techo	Lesión medular, fracturas múltiples, traumatismo craneoencefálico, muerte	Falta de líneas de vida, arnés no utilizado, superficie frágil o resbaladiza	Uso de arnés con anclaje seguro, líneas de vida horizontales, calzado antideslizante	ALTA	EXTREMA	INTOLERABLE	NO ACEPTABLE
2	Cubierta o techo	Mantenimiento, instalación o desmontaje de elementos	RUTINARIA	Colapso parcial de la cubierta	Caídas, atrapamiento, fracturas múltiples, muerte	Deterioro estructural, sobrecarga de peso, montaje defectuoso	Inspección estructural previa, restricción de carga, señalización de zonas frágiles	MEDIA	EXTREMA	ALTO	NO ACEPTABLE
3	Trabajo al aire libre	Labores prolongadas sobre cubierta o estructura	RUTINARIA	Exposición a condiciones climáticas extremas	Golpe de calor, hipotermia, deshidratación, quemaduras solares	Falta de pausas programadas, ausencia de sombra, ropa inadecuada	Rotación de personal, pausas en sombra, hidratación constante, uso de ropa y EPP apropiados según clima	MEDIA	MEDIA	MODERADO	NO ACEPTABLE

N°	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de Controles o Protecciones Existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Aceptable / No Aceptable
4	Cubierta o techo	Manipulación de herramientas o materiales en pendiente	RUTINARIA	Deslizamiento de herramientas o materiales	Golpes, cortes, fracturas	Falta de sistemas de retención, inclinación pronunciada, manipulación insegura	Uso de porta-herramientas con sujeción, mallas de retención, delimitación de área inferior	MEDIA	MEDIA	ALTO	NO ACEPTABLE

Nota. Fuente y Elaboración Propia

3.2.3. Gestión de Riesgos en Trabajos en Escaleras Portátiles o Fijas

A. OBJETIVO

Establecer peligros y tasar riesgos en trabajos realizados sobre escaleras portátiles o fijas, con el fin de prevenir caídas de altura, golpes y otros incidentes que puedan generar lesiones a los trabajadores o daños a la infraestructura.

B. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a:

Actividades rutinarias y no rutinarias que requieran el uso de escaleras portátiles (de mano, tijera, extensibles) o fijas (metálicas, de madera, de acceso a plataformas).

Personal propio, contratistas y subcontratistas que ejecuten tareas de montaje, reparación, instalación, pintura, limpieza o inspección utilizando escaleras.

Trabajos en condiciones normales, de mantenimiento o de emergencia.

C. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

El trabajo en escaleras comprende el ascenso, descenso y realización de labores a cierta altura usando escaleras portátiles o fijas. Involucra su transporte, colocación, aseguramiento, uso y retiro, así como el manejo de herramientas o materiales mientras se está en la escalera.

D. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Tabla 5

Peligros y riesgos identificados en trabajos en escaleras portátiles y fijas

Peligro identificado	Causa probable	Consecuencias
Caída del trabajador	Pérdida de equilibrio, escalera mal asegurada, uso en superficies inestables	Fractura de muñeca o antebrazo, esguince grave de tobillo, traumatismo craneoencefálico
Vuelco o deslizamiento de la escalera	Mal posicionamiento, inclinación incorrecta, falta de anclaje	Fracturas múltiples, golpes internos, contusiones graves
Rotura o falla estructural de la escalera	Escaleras defectuosas, sobrepeso, falta de mantenimiento	Lesión medular, fracturas graves, caída desde altura
Golpes por caída de objetos	Herramientas sin asegurar, manipulación insegura	Lesiones en cabeza, cortes, hematomas

Nota. Fuente y Elaboración Propia

E. EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER)

Tabla 6*MATRIZ IPER en trabajos de escaleras portátiles o fijas*

Nº	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de los Controles o Protecciones Existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Aceptable / No Aceptable
1	Uso de escalera portátil o fija	Subida, bajada o trabajos desde escalera	RUTINARIA	Caída del trabajador	Fracturas múltiples, lesión medular, traumatismo craneoencefálico, muerte	Pérdida de equilibrio, escalera mal asegurada, superficies resbaladizas	Uso de calzado antideslizante, fijación segura de la escalera, capacitación en uso seguro	ALTA	EXTREMA	INTOLERABLE	NO ACEPTABLE
2	Uso de escalera portátil	Colocación o manipulación de materiales desde escalera	RUTINARIA	Vuelco o deslizamiento de la escalera	Caídas, fracturas, golpes graves	Apoyo inadecuado, ángulo incorrecto, falta de sujeción inferior	Inspección antes de uso, sujeción con estabilizadores, trabajo con asistente que sujete la base	MEDIA	CRÍTICA	ALTO	NO ACEPTABLE
3	Escalera fija o portátil	Trabajo prolongado sobre escalera	RUTINARIA	Rotura o falla estructural de la escalera	Caída desde altura, fracturas múltiples, lesiones graves	Escalera deteriorada, exceso de peso, uso de materiales defectuosos	Mantenimiento periódico, inspección visual, restricción de carga según especificaciones del fabricante	BAJA	EXTREMA	ALTO	NO ACEPTABLE

Nº	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de Controles o Protecciones Existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Aceptable / No Aceptable
4	Trabajo en altura con escalera	Manipulación de herramientas o materiales	RUTINARIA	Golpes por caída de objetos	Lesiones en cabeza, cortes profundos, fracturas	Herramientas mal aseguradas, manipulación insegura, ausencia de delimitación	Uso de portaherramientas, delimitación de área inferior, uso de casco con barboquejo	MEDIA	MEDIA	ALTO	NO ACEPTABLE

Nota. Fuente y Elaboración Propia

3.2.4. Gestión de Riesgos en Trabajos en Estructuras Metálicas y Encofrados

A. OBJETIVO

Determinar peligros y estimar riesgos en trabajos realizados sobre estructuras metálicas y encofrados, con el fin de prevenir caídas de altura, golpes por objetos y otros accidentes que puedan ocasionar lesiones graves o fatales a los trabajadores, así como daños materiales en la obra.

B. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a:

Actividades rutinarias y no rutinarias que involucren montaje, ajuste, soldadura, corte, armado y desmontaje de estructuras metálicas, así como instalación y retiro de encofrados.

Personal propio, contratistas y subcontratistas que intervengan en dichas labores.

Trabajos realizados en condiciones normales, de mantenimiento o de emergencia.

C. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Los trabajos en estructuras metálicas y encofrados incluyen tareas en altura sobre vigas, columnas, cerchas, plataformas y moldes para concreto. Estas labores implican desplazamientos en superficies reducidas, manipulación de piezas pesadas y uso de herramientas manuales o eléctricas.

D. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Tabla 7

Peligros y riesgos en trabajos en estructuras metálicas y encofrados

Peligro identificado	Causa probable	Consecuencias
Caída del trabajador desde altura	Desplazamiento inseguro, ausencia de línea de vida, pérdida de equilibrio	Fracturas múltiples, lesión medular, traumatismo craneoencefálico, muerte
Caída de objetos o materiales	Manipulación inadecuada, falta de redes de retención	Golpes en cabeza, fracturas, cortes profundos
Atrapamiento entre piezas	Desplazamiento o caída de elementos durante montaje/desmontaje	Fracturas por aplastamiento, lesiones internas
Desprendimiento o colapso de estructura	Montaje defectuoso, sobrecarga, materiales defectuosos	Politraumatismos, lesiones graves o fatales

Nota. Fuente y Elaboración Propia

E. EVALUACIÓN DE RIESGOS (IPER)

Tabla 8

MATRIZ IPER en trabajos de estructuras metálicas y encofrados

Nº	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que origina el peligro	Determinación de los Controles o Protecciones Existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Acceptable / No Acceptable
1	Trabajo en altura	Desplazamiento o labores sobre andamios, techos o estructuras	RUTINARIA	Caída del trabajador desde altura	Lesión medular, fracturas múltiples, traumatismo craneoencefálico, muerte	Falta de línea de vida, arnés no usado, superficies resbaladizas	Uso de arneses de seguridad, líneas de vida certificadas, barandas y mallas de protección	ALTA	EXTREMA	INTOLERABLE	NO ACEPTABLE
2	Plataforma de trabajo elevada	Manipulación de herramientas o materiales	RUTINARIA	Caída de objetos o materiales	Lesiones en cabeza, fracturas, cortes profundos	Falta de redes de retención, herramientas sin asegurar, manipulación insegura	Colocación de mallas de seguridad, delimitación de zona inferior, uso de portaherramientas	MEDIA	MEDIA	ALTO	NO ACEPTABLE
3	Montaje de estructuras	Ensamblaje de piezas metálicas o de madera	RUTINARIA	Atrapamiento entre piezas	Fracturas por aplastamiento, lesiones internas, amputaciones	Desplazamiento o caída de elementos durante montaje/desmontaje	Uso de guantes resistentes, maniobras guiadas por señalero, inmovilización temporal de piezas	MEDIA	CRÍTICA	ALTO	NO ACEPTABLE

N o	Sitio/Puesto de Trabajo	Actividad/Tarea	Condición	Peligro	Consecuencias más probables	Causa que el origen del peligro	Determinación de controles o protecciones existentes	P	S	Perfil de Riesgo	Acceptable / No Acceptable
4	Estructuras metálicas y encofrados	Montaje, ajuste o desmontaje de elementos estructurales	RUTINARIA	Desprendimiento o colapso de estructura	Politraumatismos, lesiones graves, muerte	Montaje defectuoso, materiales dañados, sobrecarga de peso	Inspección previa por personal calificado, uso de anclajes seguros, control de carga y resistencia de los materiales	BAJA	EXTREMA	ALTO	NO ACEPTABLE

Nota. Fuente y Elaboración Propia

Los trabajos en altura en el sector de la construcción representan uno de los principales factores de riesgo para la salud y la vida de los trabajadores en Bolivia. La gravedad de las lesiones sufridas en una caída está directamente relacionada con la altura desde la que ocurre, así como con el tipo de superficie de impacto, el uso (o no uso) de protección, y la postura del cuerpo en el momento del accidente. A continuación, se describen los distintos rangos de altura, junto con las lesiones específicas más comunes y su impacto sobre la empresa constructora.

Alturas bajas (1.8 – 3 metros)

Actividades típicas: trabajo sobre escaleras portátiles, instalación de cielos rasos, pintura en interiores, colocación de ventanas en primer nivel.

Lesiones comunes:

- Fractura de muñeca o clavícula por caída sobre brazo extendido.
- Esguince o rotura parcial de ligamentos del tobillo o rodilla.
- Contusiones en zona lumbar por impacto de espalda.
- Luxaciones de hombro o codo al intentar amortiguar la caída.

Estas lesiones, si bien no suelen ser mortales, pueden requerir tratamientos prolongados de fisioterapia, con periodos de incapacidad de entre 10 a 30 días, dependiendo de la severidad (Riveros & Fernández, 2020).

Impacto en la empresa:

- Reemplazo temporal del trabajador.
- Costos médicos y reposición del personal.
- Posible multa si no se aplicaron normas básicas de seguridad (barandas, señalización, casco).

Alturas medias (3 – 6 metros)

Actividades típicas: montaje de techos, instalación de estructuras metálicas ligeras, uso de andamios, instalación de paneles en segundo nivel.

Lesiones comunes:

- Fracturas expuestas en piernas y brazos por impacto directo contra el suelo o materiales.
- Rotura total de ligamentos cruzados en rodilla.
- Fracturas costales múltiples, con riesgo de neumotórax.
- Traumatismo craneoencefálico moderado si no se utiliza casco.
- Desgarros musculares severos en cuello y espalda.

Estas lesiones son de alta complejidad médica, y pueden generar incapacidades parciales permanentes o periodos de recuperación mayores a 60 días. En muchos casos, el trabajador no puede volver a su puesto habitual.

Impacto en la empresa:

- Indemnizaciones elevadas por incapacidad.
- Inspección laboral y exigencia de auditoría de seguridad.
- Paralización parcial de la obra si se identifica negligencia.

(Estado Plurinacional de Bolivia, 2016; Ministerio de Trabajo, 2020)

Alturas altas (más de 6 metros)

Actividades típicas: trabajo en columnas estructurales, torres, puentes, grúas, silos, techos de gran altura, construcción de edificios de más de dos pisos.

Lesiones comunes:

- Traumatismo craneoencefálico severo, incluso con casco, que puede causar daño cerebral irreversible.
- Fracturas múltiples de pelvis, fémur y vértebras.

- Lesión medular con consecuencias como paraplejia o cuadriplejia.
- Fractura de costillas con perforación de pulmones o corazón.
- Shock hipovolémico por fracturas expuestas con sangrado masivo.
- Muerte inmediata por daño cervical o trauma interno múltiple.

Las caídas desde estas alturas tienen una tasa de mortalidad superior al 80 % en contextos sin protección, y en los casos no fatales, el trabajador suele quedar con discapacidad total permanente (La Palabra del Beni, 2022).

Impacto en la empresa:

- Costos legales por muerte laboral o incapacidad permanente.
- Indemnización por fallecimiento o pensión vitalicia a familiares.
- Pérdida de contratos si se prueba omisión de medidas preventivas.
- Reputación negativa ante entidades contratantes y medios.

(INE, 2024; Red Uno, 2024)

La especificidad de las lesiones varía de acuerdo a la altura, pero en todos los casos representa una amenaza directa para la salud del trabajador y la sostenibilidad de la empresa. Desde esguinces y fracturas simples hasta paraplejia o muerte, los accidentes por caída tienen un impacto multidimensional. Esto hace imprescindible la implementación de programas de formación visual y práctica, como las simulaciones y animaciones virtuales, que permitan a los trabajadores aprender e internalizar los procedimientos seguros antes de enfrentarse a escenarios reales de riesgo.

3.3. Necesidades no cubiertas en la capacitación en seguridad para trabajos en altura e identificación de brechas en la gestión de seguridad en trabajos en altura

El sector de la construcción, tanto a nivel global como en Bolivia, enfrenta serios desafíos en la gestión de la seguridad ocupacional, particularmente en lo que respecta a los trabajos realizados en altura. A pesar de los esfuerzos normativos y de fiscalización, las estadísticas siguen reflejando un número elevado de accidentes

laborales vinculados a caídas desde andamios, techos, estructuras metálicas y plataformas de trabajo. Según el Instituto Nacional de Salud Ocupacional (INSO), las caídas en altura representan hasta el 30 % de los accidentes graves en construcción en Bolivia (INSO, 2023). Este problema estructural revela la existencia de múltiples necesidades no cubiertas que impiden una gestión eficiente del riesgo y una adecuada protección de la salud de los trabajadores.

Una de las deficiencias más notables es la falta de capacitación efectiva y adaptada a las condiciones reales de obra. En muchos casos, las empresas aplican programas de formación superficial, centrados únicamente en aspectos teóricos, sin contextualizar ni simular escenarios reales de riesgo. Esto limita la comprensión de los peligros y reduce la retención de conocimientos por parte de los trabajadores, especialmente cuando se trata de operarios con niveles educativos básicos o experiencia informal (Riveros & Fernández, 2020).

En ese contexto, la incorporación de simulaciones virtuales y animaciones interactivas se presenta como una solución innovadora y necesaria para superar las limitaciones de la capacitación tradicional. A continuación, se detallan las principales áreas con potencial de mejora que podrían beneficiarse con la implementación de estas tecnologías educativas:

1. Reducción de costos operativos

La formación presencial convencional exige la contratación de instructores especializados, alquiler de espacios adecuados, adquisición de materiales físicos de entrenamiento, y en muchos casos, interrupción temporal de las actividades productivas. La implementación de simulaciones virtuales permite reducir estos costos significativamente, ya que una vez desarrollados, los contenidos digitales pueden ser reutilizados ilimitadamente y distribuidos en línea sin generar gastos adicionales por cada nueva capacitación (Martínez & Tapia, 2021).

2. Optimización del tiempo de capacitación

El uso de animaciones y simuladores virtuales permite desarrollar módulos de entrenamiento breves, dirigidos y flexibles, que se pueden aplicar durante las pausas laborales o fuera del horario de obra. Esto facilita una mayor cobertura sin afectar los cronogramas constructivos. A diferencia de las sesiones presenciales extensas, las simulaciones pueden completarse en tiempos reducidos y adaptarse al ritmo de aprendizaje de cada trabajador (González & Vásquez, 2022).

3. Uso eficiente de recursos humanos y tecnológicos

Muchas constructoras pequeñas y medianas en Bolivia carecen de personal capacitado para brindar formación técnica especializada. La digitalización de los contenidos mediante simulaciones permite compensar esta carencia, ofreciendo un sistema estandarizado y de calidad que puede ser utilizado incluso en zonas rurales o de difícil acceso, donde la capacitación presencial sería logísticamente compleja o costosa.

4. Incremento en la calidad del aprendizaje

Diversos estudios en ergonomía y psicología del aprendizaje demuestran que los contenidos visuales e interactivos favorecen la comprensión y retención de información, sobre todo en adultos con bajo nivel de alfabetización. Las simulaciones recrean situaciones de riesgo de forma realista, mostrando errores comunes, consecuencias físicas, protocolos correctos de seguridad y uso adecuado de equipos de protección personal, lo cual fortalece el pensamiento crítico y la toma de decisiones en el entorno de trabajo (Morales & Hidalgo, 2019).

5. Prevención de lesiones graves y reducción de pérdidas económicas

La falta de una cultura sólida de prevención se traduce en accidentes con consecuencias físicas severas, como fracturas expuestas, rotura de ligamentos, trauma craneoencefálico, lesiones medulares o incluso amputaciones. Estas situaciones no solo comprometen la salud del trabajador, sino que también generan altos costos económicos para las empresas en forma de indemnizaciones, paralización de obras, sanciones legales y pérdida de reputación corporativa (INSO, 2023; OIT, 2021).

Según estimaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), cada dólar invertido en prevención puede ahorrar hasta cuatro dólares en gastos relacionados con accidentes laborales. En ese sentido, la implementación de simulaciones digitales se presenta como una estrategia de inversión inteligente, que puede traducirse en beneficios tangibles tanto para la salud del trabajador como para la sostenibilidad operativa de la empresa.

La evidencia señala que la capacitación actual en el área de la construcción, particularmente en trabajos de altura, no cubre de forma efectiva las necesidades reales del entorno laboral boliviano. Las deficiencias en comprensión, recursos, tiempo y calidad del aprendizaje demandan una transformación profunda en la metodología de instrucción, donde las simulaciones virtuales y animaciones didácticas cumplan un rol central. Implementar estas tecnologías no solo resolvería problemas estructurales del sistema formativo actual, sino que contribuiría activamente a reducir la siniestralidad laboral y mejorar la productividad en el sector.

Los costos que se incurren y el tiempo en el que estaría de baja un trabajador en caso de algún accidente se especifica en cada uno de los siguientes puntos:

1. Cobertura del Seguro Obligatorio (SOATC)

Según la Ley N° 1155 de 2019, vigente en Bolivia, toda persona que trabaja en construcción debe tener el Seguro Obligatorio de Accidentes de la Trabajadora y el Trabajador en el Ámbito de la Construcción (SOATC). Este seguro cubre:

- Gastos médicos: hasta Bs 7.000 por accidente (Ley N° 1155, 2019).
- Incapacidad total permanente o muerte: indemnización de hasta Bs 70.000 por persona (Ley N° 1155, 2019).
- Además, cubre transporte, hospitalización, gastos funerarios y otros relacionados (Ley N° 1155, 2019).

2. Indemnización adicional por muerte laboral

La Ley General del Trabajo y el Decreto Supremo N° 1260 establecen que, en caso de muerte por accidente de trabajo, los herederos tienen derecho a una indemnización equivalente a dos años de salario (Ley General del Trabajo, D.S. N° 1260, 1942).

Ejemplo: si un trabajador ganaba Bs 3.000/mes, la familia recibiría aproximadamente Bs 72.000 adicionales por indemnización legal, sumando al capital del SOATC (Ley General del Trabajo, D.S. N° 1260, 1942).

3. Costos médicos y baja laboral: ejemplo práctico

En un caso práctico documentado, un accidente en construcción con fractura generó:

- Tiempo de incapacidad: 22 días para un trabajador con fractura en el pie y 3 días para otro con lesiones leves.
- Costos médicos: factura de Bs 1280 aproximadamente.
- Salario diario promedio: Bs 50.

Estimación basada en ese cálculo:

Tabla 9

Gastos médicos y tiempos de baja estimados

Tipo de lesión	Tiempo de baja estimado	Costo médico estimado
Fractura grave (p. ej. pierna expuesta)	60–90 días	Hasta Bs 7.000 (SOATC)
Traumatismos generalizados o leves	5–15 días	Bs 1.000–3.000 aprox.
Muerte (accidente fatal)	—	Gastos funerarios + indemnización total

Tipo de lesión	Tiempo de baja estimado	Costo médico estimado
Traumatismos generalizados o leves	5–15 días	Bs 1.000–3.000 aprox.

Nota. Fuente y Elaboración Propia.

4. Gastos funerarios específicos

Según la Ley 065-3 (Régimen No Contributivo), el gasto funerario cubierto es de Bs 1.800.

Tabla 10

Gastos médicos estimados dependiendo de la gravedad de los mismos

Escenario	Baja laboral estimada	Costo médico (SOATC)	Indemnización legal	Gastos funerarios
Fractura grave (ej. expuesta)	60–90 días	Hasta Bs 7.000	—	—
Lesión leve/moderada	5–15 días	Bs 1.000–3.000 aprox.	—	—
Muerte por caída	—	—	24 sueldos (~Bs 72.000)*	Bs 1.800 (mín.)

Nota. Fuente: Ley 065-3

*Estimación con salario hipotético de Bs 3.000/mes. La indemnización sería proporcional al salario real

Capítulo IV: Propuesta o Ingeniería del Proyecto

4.1. Introducción a la Simulación Virtual en Seguridad en Construcción

Conceptos básicos de simulación virtual

La simulación virtual es una herramienta tecnológica que permite recrear situaciones reales en un entorno controlado, brindando una experiencia inmersiva para que los trabajadores puedan aprender y practicar sin estar expuestos a riesgos reales.

Las simulaciones permiten practicar protocolos de seguridad y emergencias en entornos de trabajos en altura, que son altamente peligrosos, sin comprometer la seguridad de los empleados.

Tipos de simuladores aplicados a la construcción

Simuladores 2D y 3D: Se usan para representar entornos de trabajo en el sitio de construcción, como andamios, plataformas elevadoras y otros elementos de trabajo en altura.

Realidad Virtual (VR): Permite a los trabajadores sumergirse completamente en un entorno virtual donde pueden experimentar y reaccionar ante situaciones de riesgo sin estar físicamente presentes.

Realidad Aumentada (AR): Superpone información digital sobre el entorno físico real, ayudando a los trabajadores a recibir instrucciones de seguridad mientras interactúan con su entorno de trabajo real.

Beneficios del uso de simulaciones en procesos constructivos

Mejora de la seguridad: Los trabajadores pueden experimentar escenarios peligrosos de forma segura, mejorando su capacidad para reaccionar ante emergencias en la vida real.

Reducción de errores y accidentes: La visualización anticipada y la práctica repetitiva reducen los errores en el sitio de trabajo, especialmente en tareas de alto riesgo.

Optimización del aprendizaje: Las simulaciones aumentan la retención del conocimiento al ofrecer experiencias interactivas.

Plataformas y software comunes

AutoCAD Civil 3D y Revit: Herramientas para el diseño de modelos digitales de la obra, permitiendo visualizar los elementos de trabajo en altura.

Navisworks y BIM 360: Plataformas BIM (Building Information Modeling) que integran modelos de construcción, permitiendo simular y planificar la seguridad en obras de altura.

Uso de las TICs en la Prevención de Accidentes Laborales

La prevención de accidentes laborales ha sido una prioridad en el ámbito industrial y de servicios, dado que los accidentes en el trabajo no solo afectan la salud de los empleados, sino también las finanzas y la productividad de las organizaciones. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), se estima que anualmente ocurren 2.3 millones de muertes relacionadas con accidentes laborales en todo el mundo, lo que demuestra la gravedad del problema. Este panorama ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras y eficientes, entre ellas, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs).

Las TICs han emergido como una herramienta transformadora en diversos sectores, y su integración en la seguridad laboral ha revolucionado los métodos de prevención de riesgos. El uso de sistemas automatizados, sensores inteligentes, dispositivos portátiles y plataformas de análisis de datos ha permitido una monitorización continua y en tiempo real de los entornos laborales, lo que reduce considerablemente el riesgo de accidentes.

Tecnologías Emergentes en la Prevención de Accidentes

1. Sensores y dispositivos inteligentes:

Los sensores inteligentes son uno de los avances más significativos en la prevención de accidentes laborales. Estos dispositivos permiten monitorear

condiciones de trabajo como temperatura, humedad, niveles de gases tóxicos o peligrosos, y la exposición a otros riesgos ambientales. Los cascos y chalecos inteligentes, equipados con sensores, alertan a los trabajadores y supervisores sobre situaciones peligrosas, lo que permite una intervención inmediata.

2. Realidad Virtual (VR) y Simuladores de Entrenamiento:

Los simuladores de realidad virtual han demostrado ser efectivos para entrenar a los empleados en situaciones de alto riesgo sin exponerlos a peligros reales. Este tipo de tecnología permite realizar prácticas en entornos controlados donde los trabajadores pueden aprender a manejar emergencias, operar maquinaria peligrosa y tomar decisiones bajo presión, todo en un entorno seguro.

3. Drones:

En entornos de trabajo donde la accesibilidad es limitada o peligrosa, como en la construcción o la minería, los drones se han convertido en herramientas clave para la inspección de infraestructuras y la evaluación de riesgos. Estos dispositivos pueden identificar problemas en lugares de difícil acceso sin la necesidad de poner en riesgo la vida de los trabajadores.

4. Big Data e Inteligencia Artificial (IA):

Las soluciones basadas en Big Data permiten recopilar y analizar grandes volúmenes de datos relacionados con accidentes, condiciones laborales y comportamientos de los empleados. La inteligencia artificial, combinada con estos datos, puede predecir patrones de accidentes y sugerir medidas preventivas basadas en el análisis predictivo, mejorando significativamente la gestión de riesgos laborales.

5. Aplicaciones móviles:

Las aplicaciones móviles son una herramienta indispensable para la prevención de accidentes en la actualidad. Estas aplicaciones permiten a los empleados reportar incidentes, recibir alertas sobre condiciones peligrosas en tiempo real, y acceder a información crucial sobre protocolos de seguridad y primeros auxilios. Además, facilitan la comunicación entre los trabajadores y el departamento de seguridad, garantizando una respuesta rápida ante cualquier eventualidad.

Beneficios de las TICs en la Prevención de Accidentes

El uso de las TICs en la prevención de accidentes laborales ofrece una amplia gama de beneficios:

- **Reducción de riesgos:** La integración de sensores y dispositivos inteligentes permite detectar condiciones peligrosas antes de que se conviertan en un riesgo real, lo que permite la intervención antes de que ocurran accidentes.
- **Mejora de la formación y capacitación:** Las herramientas de simulación y realidad virtual ofrecen a los empleados la oportunidad de practicar y adquirir habilidades sin exponerse a situaciones peligrosas, lo que mejora su preparación y respuesta ante emergencias.
- **Optimización de recursos:** El uso de drones y plataformas digitales reduce la necesidad de intervenciones físicas en zonas peligrosas, lo que optimiza los recursos y protege a los empleados.
- **Análisis predictivo:** Con el análisis de datos a través de Big Data, las organizaciones pueden prever los posibles incidentes y mejorar los protocolos de seguridad basados en patrones históricos, lo que aumenta la eficacia de las medidas preventivas.

Desafíos y Barreras

Aunque las TICs ofrecen grandes beneficios, su implementación en la prevención de accidentes laborales no está exenta de desafíos. Uno de los principales obstáculos es el

costo de adquisición e implementación de estas tecnologías, que puede ser una barrera significativa para las pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Además, el personal debe ser capacitado adecuadamente para utilizar estas tecnologías, lo que implica tiempo y recursos.

Otro desafío importante es la resistencia al cambio por parte de los trabajadores, que pueden estar acostumbrados a métodos tradicionales de trabajo y no estar dispuestos a adoptar nuevas tecnologías. La cultura organizacional debe estar alineada con la innovación tecnológica para asegurar el éxito de su integración.

4.2. Características del simulador

El simulador de capacitación en seguridad en altura es una herramienta interactiva diseñada para entrenar a trabajadores en prácticas de seguridad laboral de forma práctica y efectiva. A través de escenarios virtuales realistas, el software permite a los usuarios experimentar situaciones de riesgo sin exposición a peligros reales, enseñándoles cómo manejar situaciones de emergencia, prevenir accidentes y cumplir con las normativas de seguridad. La plataforma ofrece una experiencia inmersiva, con retroalimentación en tiempo real, diseñada para mejorar la toma de decisiones y las habilidades operativas de los trabajadores en entornos de trabajo de altura.

Misión:

Proveer a empleadores y empleados con una plataforma interactiva y accesible para la capacitación en seguridad en altura, promoviendo prácticas seguras a través de simulaciones realistas, retroalimentación inmediata y decisiones prácticas que reflejan las normativas vigentes. Nuestro objetivo es reducir accidentes laborales, optimizando la seguridad, los costos y el cumplimiento.

Visión:

Ser el simulador de referencia en la capacitación de seguridad en alturas, mejorando la conciencia, habilidades y comportamientos de los trabajadores y empleadores, contribuyendo a una industria más segura y responsable. Buscamos integrar la

tecnología para ofrecer soluciones de aprendizaje efectivas y de impacto real en la prevención de accidentes laborales.

¿Qué hace el simulador?

El simulador de capacitación en seguridad en alturas es una herramienta educativa digital que entrena a los trabajadores para actuar correctamente en situaciones de riesgo laboral, especialmente aquellas relacionadas con trabajos en altura.

Su propósito es enseñar, evaluar y reforzar los conocimientos sobre procedimientos seguros, uso de equipos de protección y respuesta ante emergencias.

En otras palabras, simula escenarios reales de trabajo (por ejemplo, un obrero que sufre una caída o un equipo que no está asegurado correctamente) y permite que el usuario tome decisiones dentro del entorno virtual, aprendiendo de manera práctica e interactiva.

¿Cómo lo hace?

1. Simulación interactiva:

El software presenta una situación donde el usuario puede observar una situación de riesgo o emergencia (por ejemplo, un accidente desde altura).

2. Toma de decisiones:

El usuario debe elegir entre distintas acciones posibles, como reconocer un peligro o riesgo, pedir ayuda, mover al herido o aplicar primeros auxilios. Estas decisiones se evalúan en función de si son correctas o incorrectas, mostrando las consecuencias de cada una.

3. Retroalimentación inmediata:

Una vez elegida la acción, el sistema muestra una respuesta educativa, explicando por qué la decisión fue adecuada o no, y cuál sería el procedimiento correcto según las normas de seguridad laboral.

4. Aprendizaje seguro y accesible:

El simulador no expone al usuario a ningún riesgo real, pero le permite

experimentar la presión y responsabilidad de una situación de emergencia, reforzando la memoria práctica y la conciencia preventiva.

Resultados Esperados

1. Mejora significativa en la capacidad de planificación y ejecución de proyectos de construcción con seguridad integrada: Los estudiantes aprenderán a programar y ejecutar tareas de construcción de manera segura mientras trabajan en altura.
2. Reducción de errores en la obra gracias a la visualización anticipada de riesgos: La simulación permitirá a los trabajadores prever los peligros antes de la ejecución de tareas, reduciendo los accidentes en el sitio de trabajo.
3. Incremento en la cultura de seguridad laboral en la empresa: La capacitación proporcionará una cultura de seguridad sólida que se trasladará a las operaciones reales de la empresa, garantizando que los trabajadores sigan los protocolos de seguridad de manera constante.
4. Optimización del uso de recursos mediante la toma de decisiones basadas en simulaciones realistas: Los estudiantes aprenderán a optimizar recursos humanos y materiales mientras siguen los protocolos de seguridad, mejorando la eficiencia de la obra.

Servicios Ofrecidos

Tabla 11

Servicios ofrecidos a los distintos trabajos de la empresa

Tipo de Trabajador	Qué ofrece el simulador	Objetivo del entrenamiento
Empleador	• Módulo sobre responsabilidades legales en seguridad ocupacional. • Guía para la implementación de programas de prevención y capacitación del personal. • Simulaciones de toma de decisiones gerenciales ante incidentes o accidentes. • Evaluación de cumplimiento normativo y gestión de riesgos.	Desarrollar una cultura organizacional de seguridad, garantizando que la empresa cumpla con la normativa y priorice la protección del trabajador.
Supervisor	• Escenarios de control y supervisión de seguridad en obras. • Entrenamiento en detección de riesgos y aplicación de medidas correctivas. • Simulaciones de coordinación de emergencias y liderazgo en crisis. • Retroalimentación sobre decisiones técnicas y humanas tomadas en el simulador.	Fortalecer las competencias de liderazgo y vigilancia de seguridad, mejorando la capacidad de respuesta ante incidentes laborales.
Obrero de construcción	• Escenarios prácticos sobre trabajo seguro en alturas. • Entrenamiento en uso correcto del equipo de protección personal (EPP). • Simulaciones de reacción ante caídas o accidentes. • Guías de procedimientos correctos e incorrectos en situaciones reales.	Capacitar al obrero para reducir accidentes laborales, reforzando sus conocimientos prácticos y su conciencia sobre la seguridad personal.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

Descripción del funcionamiento del Simulador de Capacitación en Seguridad en Alturas

El simulador de capacitación es una herramienta digital interactiva diseñada para entrenar a los trabajadores de la construcción y demás sectores industriales en procedimientos seguros de trabajo en altura. Su funcionamiento se basa en la toma de decisiones dentro de escenarios virtuales, con retroalimentación inmediata que permite al usuario aprender de sus aciertos y errores.

Inicio y selección del perfil del usuario

Al ingresar a la plataforma, el usuario selecciona uno de los tres perfiles disponibles:

- Empleador
- Supervisor
- Obrero de construcción

Figura 4

Inicio y selección del perfil del usuario



Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

Cada perfil define un nivel de responsabilidad y un conjunto de escenarios y decisiones diferentes, adaptados a su rol dentro del entorno laboral.

Presentación del entorno simulado

Una vez seleccionado el perfil, el sistema presenta un escenario que recrea una situación laboral real. Este entorno busca simular situaciones reales de trabajo, mostrando elementos de riesgo y comportamientos humanos comunes en obras de construcción.

Toma de decisiones

El usuario debe elegir entre varias acciones posibles para responder a la situación planteada.

Por ejemplo:

- En el rol de obrero, puede elegir entre **usar o no usar el arnés** antes de subir.
- En el rol de supervisor, puede decidir si **detiene la obra o continúa** al detectar un riesgo.
- En el rol de empleador, puede optar por **invertir o no** en equipos de seguridad certificados.

Cada acción representa una decisión realista, que tiene consecuencias dentro del simulador.

Evaluación de la decisión

Luego de seleccionar una acción, el sistema:

- Muestra el resultado inmediato de la decisión (por ejemplo, si el obrero se salva, sufre una lesión, o evita el accidente).
- Proporciona una retroalimentación textual y visual, explicando por qué la acción fue correcta o incorrecta, con base en las normas bolivianas de seguridad laboral.
- Permite reintentar la simulación para reforzar el aprendizaje.

Figura 5

Ejemplo de resultado en caso de una respuesta correcta

✓ **Respuesta correcta**

Algunos accidentes graves superan 10,000 Bs solo en gastos directos; faltan los indirectos.

Impacto empresarial: Mejor estimación para planificar prevención y seguros.

APLICAR Y ADQUIRIR EL SEGURO: “CONSTRUCTOR SEGURO”

Mauricio Jiménez, Subgerente Nacional Comercial a. i. de la Aseguradora UNIVIDA, explicó que “Constructor Seguro”, cubre los accidentes personales y los riesgos por lesiones corporales, por muerte o incapacidad total y permanente que puede tener la persona que preste, ejecute o realice un trabajo de manera directa en toda construcción de obras, resguarda hasta Bs7.000 para gastos médicos, y una indemnización de Bs70.000 por el fallecimiento o la incapacidad total y permanente del accidentado. El costo del SOAT-C es de Bs150 por trabajador o trabajadora y tiene una vigencia de 1 año. La obligatoriedad del seguro está en coordinación entre el Ministerio de Trabajo, Empleo y Previsión Social (MTEPS), la Confederación Sindical de Trabajadores en Construcción de Bolivia y UNIVIDA S. A. Ante el incumplimiento, el MTEPS impondrá sanción al contratante y/o subcontratante, el cual será definida mediante Resolución Ministerial a ser emitida por dicha Cartera de Estado.

[Ver completa](#) [Descargar](#)

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

Figura 6

Ejemplo de resultado en caso de una respuesta incorrecta

✗ **Respuesta incorrecta**

También impacta cronogramas y entregables.

Impacto empresarial: Mala planificación de cronograma y penalidades.

Ministerio de Trabajo paraliza de la construcción del puente gemelo por muerte de obrero

Tras concluir la investigación del accidente de trabajo que provocó la muerte del trabajador Freddy Vilaver Cruz Irujo, el Ministerio de Trabajo dispone la paralización total de las obras en la construcción del Puente Gemelo.

El pasado 18 de agosto, alrededor de las 18:20, Freddy Vilaver Cruz Irujo se encontraba realizando la actividad de refuerzo de torques en el Vito Norte, en el tercer vial del sector Miraflores. “Desde el trabajador habiendo acabado su jornada laboral, había pretendido y empezado para bajar la escalera de descenso, desde la plataforma del tercer vial hasta el faldón, cuando el vicio ocasionó la muerte”, señala el informe efectuado por los equipos de inspección de la Inspectora Departamental de Trabajo de La Paz.

El trabajador cayó y sufrió una fractura de cráneo, fractura de columna cervical, de acuerdo a la información recibida por el representante legal del Consorcio Puente Gemelo el pasado 21 de agosto. Este Consorcio subcontrató a la Empresa Unipersonal de Minero Puro Villari, de la que depende el trabajador que sufrió el accidente de trabajo.

El informe de los inspectores, quienes investigaron el accidente durante los días 18, 19 y 20 de agosto, señala la ineficiencia de medidas y procedimientos implementados para la realización de trabajos en altura y con andamios.

Se detectaron andamios inadecuados, que no cuentan con escaleras y el correspondiente plan de trabajo en altura lo que hace difícil el acceso y descenso de trabajadores, que ocasiona esta actividad.

Por tanto, en cumplimiento a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad NTS-002/17 Andamios, y la Norma Técnica de Seguridad NTS-003/17 Trabajos en Altura aprobadas el 17 de mayo de 2017, y de acuerdo al artículo 46, numeral 2) de la Ley General de Higiene y Seguridad Ocupacional de Bolivia (L.1314/08) “corresponde disponer la paralización total y la suspensión de obras en la construcción del Puente Gemelo a partir del conocimiento del presente informe por parte de la Asociación Andamios del Consorcio del Puente Gemelo”, señala el informe.

Fuente: [origen.bo](#)

[Ver completa](#) [Descargar](#)

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

Sistema de retroalimentación y aprendizaje

El simulador cumple una función pedagógica.

Por tanto:

- No castiga los errores, sino que enseña a partir de ellos.
- Refuerza el aprendizaje mostrando las buenas prácticas y las medidas preventivas que deben aplicarse en el mundo real.
- Fomenta la memoria situacional, que es el aprendizaje por experiencia vivida (aunque sea virtual).

Tabla 12*Escala de Nivel de Conciencia en Seguridad Laboral (0–100)*

Rango	Nivel (0–100)	Nombre del nivel	Descripción del comportamiento	Interpretación en el simulador
 Nivel 1	0 – 20	Inconsciente del riesgo	El usuario no identifica peligros ni comprende las consecuencias de sus acciones. Actúa de forma impulsiva o sin criterio de seguridad.	Toma decisiones incorrectas constantemente y provoca accidentes virtuales. Necesita entrenamiento básico.
 Nivel 2	21 – 40	Consciente parcial	Reconoce algunos riesgos, pero no aplica medidas preventivas o comete errores por desconocimiento o descuido.	Alterna entre decisiones correctas e incorrectas; requiere refuerzo en normas de seguridad.
 Nivel 3	50 – 60	Consciente reactivo	El usuario entiende los riesgos, pero actúa correctamente solo después del error o la advertencia. Aún depende de la retroalimentación del sistema.	Mejora progresiva. Aún necesita práctica y orientación supervisada.
 Nivel 4	61 – 80	Consciente preventivo	Aplica correctamente los protocolos de seguridad de manera autónoma. Reconoce riesgos antes de que ocurran.	Realiza la mayoría de las acciones correctas. Muestra hábitos preventivos consolidados.
 Nivel 5	81 – 100	Conciencia plena de seguridad	El usuario demuestra dominio total de las normas y buenas prácticas, anticipa riesgos y actúa responsablemente sin ayuda externa.	Se comporta como un modelo de buenas prácticas. Puede capacitar a otros.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

Objetivo funcional

El objetivo del funcionamiento del simulador no es solo enseñar teoría, sino provocar reflexión y cambio de comportamiento. El usuario aprende haciendo, reconociendo los errores más comunes en entornos laborales de altura y comprendiendo las consecuencias reales de sus decisiones sin poner en riesgo su vida.

4.3. Elementos necesarios y acciones correctivas para la ejecución de cada actividad

4.3.1. Empleadores

Tabla 13

Acciones a realizar de los empleadores en trabajos de construcción

Categoría	Medida de Control	Acción Específica sugerida del simulador para el Encargado de Contratar
Eliminación	Evitar contratar personal sin la capacitación adecuada en tareas de riesgo.	Contratar únicamente a personal certificado y capacitado para realizar trabajos en altura o con riesgos específicos.
Sustitución	Contratar personal con experiencia y habilidades especializadas en la seguridad.	Asegurarse de que el personal contratado tenga las certificaciones y conocimientos necesarios para realizar tareas de alto riesgo de manera segura.
Controles de Ingeniería	Contratar personal con conocimientos en técnicas de seguridad industrial y construcción.	Verificar que el personal contratado esté capacitado para identificar y aplicar medidas de ingeniería para evitar riesgos, como la instalación de redes de seguridad.
Controles Administrativos	Verificar que todos los permisos y documentación requerida estén en orden.	Asegurar que todo el personal contratado cumpla con la normativa administrativa, como permisos de trabajo y evaluaciones previas.

Categoría	Medida de Control	Acción Específica sugerida del simulador para el Encargado de Contratar
Equipos de Protección Personal (EPP)	Contratar personal que cuente con EPP adecuado según las actividades a realizar.	Asegurarse de que todo el personal esté equipado con el EPP necesario para cada tipo de trabajo y que se mantenga actualizado conforme a la normativa.
Conocimiento de Normativas	Tener conocimiento de las leyes y regulaciones nacionales aplicables a la seguridad laboral en Bolivia.	Verificar que todos los contratos de personal cumplan con las normativas de seguridad laborales vigentes en Bolivia, como la NTS 009, y cualquier otra ley aplicable.
Registros y Seguimiento	Asegurarse de que los registros de personal y su desempeño estén debidamente documentados.	Asegurarse de que todo el personal esté correctamente registrado y que las evaluaciones de desempeño, capacitaciones y registros de trabajo se mantengan actualizados.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.3.2. Supervisores

Tabla 14

Acciones a realizar de los supervisores en trabajos de construcción

Categoría	Medida de Control	Acción Específica sugerida para el Supervisor
Eliminación	Evitar trabajos en condiciones peligrosas y reemplazar métodos inseguros.	Supervisar que no se realicen trabajos en condiciones peligrosas, promoviendo la eliminación de riesgos desde el diseño de los procesos.
Sustitución	Sustituir materiales o métodos inseguros por opciones más seguras y certificadas.	Asegurarse de que se sustituyan los equipos o procesos que representen un riesgo para la seguridad del personal.
Controles de Ingeniería	Implementar medidas de seguridad como barandas, redes de protección, puntos de anclaje y otras estructuras de seguridad.	Supervisar que se implementen controles de ingeniería adecuados, como la instalación de redes y líneas de vida, según las normativas aplicables.
Controles Administrativos	Supervisar permisos de trabajo, horarios y asignaciones de tareas.	Garantizar que se sigan los procedimientos administrativos, como la correcta asignación de permisos de trabajo, y la formación continua del personal.
Equipos de Protección Personal (EPP)	Verificar que el personal esté utilizando el EPP adecuado para cada tipo de trabajo.	Supervisar el uso de los equipos de protección personal, garantizando que todo el personal esté protegido según las normativas.
Conocimiento de Normativas	Conocer y aplicar las leyes y normativas nacionales e internacionales de seguridad laboral.	Asegurarse de que todos los trabajos se realicen cumpliendo con las normativas vigentes en Bolivia, como la NTS 009 y otras leyes relacionadas con la seguridad.
Registros y Seguimiento	Documentar las actividades realizadas y las inspecciones de seguridad.	Supervisar el cumplimiento de registros en la Matriz IPER, y asegurar que las inspecciones se realicen de acuerdo con las normativas y se mantenga documentación adecuada.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.3.3. Obreros

Tabla 15

Acciones a realizar de los obreros en los distintos trabajos en construcción

Trabajo	Categoría	Medida de Prevención sugerida por el simulador	Acción Específica sugerida del simulador
Trabajo en Andamios	Eliminación	Sustituir andamios por plataformas elevadoras mecánicas cuando sea viable.	Evitar trabajar en andamios durante condiciones meteorológicas adversas.
Trabajo en Andamios	Sustitución	Reemplazar componentes deteriorados por piezas certificadas y en buen estado.	Usar andamios metálicos modulares certificados.
Trabajo en Andamios	Controles de Ingeniería	Instalar barandas perimetrales, rodapiés y redes de seguridad.	Asegurar anclajes firmes al edificio o estructura.
Trabajo en Andamios	Controles Administrativos	Elaborar y cumplir un permiso de trabajo en altura.	Realizar inspección previa antes de cada jornada.
Trabajo en Andamios	EPP	Arnés de cuerpo completo con doble eslinga y absorbedor de energía.	Casco con barboquejo, calzado de seguridad antideslizante, guantes de agarre y gafas de seguridad.
Trabajo en Cubiertas y Techos	Eliminación	Evitar trabajos en techos durante lluvia, viento fuerte o calor extremo.	Reemplazar o reforzar previamente zonas estructuralmente débiles antes de realizar labores.
Trabajo en Cubiertas y Techos	Sustitución	Sustituir cubiertas frágiles por materiales más resistentes cuando sea posible.	Usar plataformas temporales de trabajo en lugar de caminar directamente sobre la cubierta.

Trabajo	Categoría	Medida de Prevención sugerida por el simulador	Acción Específica sugerida del simulador
Trabajo en Cubiertas y Techos	Controles de Ingeniería	Instalar líneas de vida fijas o temporales y puntos de anclaje certificados.	Colocar barandas de seguridad perimetrales y redes de retención.
Trabajo en Cubiertas y Techos	Controles Administrativos	Elaborar y cumplir un permiso de trabajo en altura.	Capacitar al personal en técnicas seguras para desplazarse y trabajar en techos.
Trabajo en Cubiertas y Techos	EPP	Arnés de cuerpo completo con doble eslinga y absorbedor de energía.	Casco con barboquejo, calzado antideslizante y resistente a perforaciones, guantes de agarre, gafas de seguridad.
Trabajo en Escaleras Portátiles o Fijas	Eliminación	Sustituir escaleras por plataformas o andamios cuando sea posible.	Evitar el uso de escaleras para trabajos prolongados o que requieran herramientas pesadas.
Trabajo en Escaleras Portátiles o Fijas	Sustitución	Reemplazar escaleras deterioradas por modelos certificados en materiales resistentes (fibra de vidrio, aluminio).	Sustituir escaleras metálicas por modelos dieléctricos cuando haya riesgo eléctrico.
Trabajo en Escaleras Portátiles o Fijas	Controles de Ingeniería	Usar estabilizadores y dispositivos antideslizantes en las bases.	Instalar puntos de anclaje para asegurar la escalera.
Trabajo en Escaleras Portátiles o Fijas	Controles Administrativos	Capacitar al personal en técnicas seguras de uso de escaleras.	Prohibir trabajar de espaldas al punto de apoyo o sobrepasar el tercer peldaño desde arriba.
Trabajo en Escaleras Portátiles o Fijas	EPP	Casco de seguridad con barboquejo.	Calzado de seguridad antideslizante.
Trabajo en Estructuras Metálicas y Encofrados	Eliminación	Diseñar la secuencia de montaje para evitar trabajos en altura innecesarios.	Prefabricar elementos en el suelo antes de su elevación e instalación.

Trabajo	Categoría	Medida de Prevención sugerida por el simulador	Acción Específica sugerida del simulador
Trabajo en Estructuras Metálicas y Encofrados	Sustitución	Usar materiales y elementos más livianos y seguros en lugar de piezas pesadas cuando sea posible.	Sustituir herramientas manuales por equipos mecánicos para posicionar piezas.
Trabajo en Estructuras Metálicas y Encofrados	Controles de Ingeniería	Instalar líneas de vida horizontales y verticales certificados.	Colocar redes de seguridad y mallas perimetrales en áreas de trabajo.
Trabajo en Estructuras Metálicas y Encofrados	Controles Administrativos	Elaborar y cumplir un permiso de trabajo en altura.	Capacitar al personal en técnicas seguras de montaje y uso de EPP.
Trabajo en Estructuras Metálicas y Encofrados	EPP	Arnés de cuerpo completo con doble eslinga y absorbedor de energía.	Casco con barboquejo, calzado de seguridad con puntera y suela antiperforante, guantes de protección mecánica, gafas de seguridad.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.4. Simulación de Procesos Constructivos Específicos con Enfoque en Seguridad

Inicio

Figura 7

Pantalla de inicio del simulador

▲ Bienvenido a Capacitación en Alturas

¿Qué es esta plataforma?

Una herramienta interactiva de capacitación diseñada para mejorar la seguridad en trabajos en altura. Utilizamos escenarios reales, métricas económicas y mejores prácticas para entrenar tanto a empleadores como a empleados.



Para Empleadores

Aprende sobre el impacto económico de los incidentes, cumplimiento normativo y retorno de inversión en prevención.



Para Empleados

Practica decisiones seguras con escenarios interactivos sobre arnés, anclajes, herramientas y señalización.

Características principales

- Contenido alineado con normativas de seguridad vigentes
- Retroalimentación inmediata en cada decisión
- Escenarios basados en situaciones reales de obra
- Métricas de costos y consecuencias económicas
- Recomendaciones personalizadas según tu desempeño
- Diseño accesible y fácil de usar



Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

4.4.1. Escenario de los empleadores

Este estará en la página principal y será el que se aplicara a las personas dentro de la empresa de las cuales no participan directamente en los ámbitos de construcción, las preguntas y escenarios están hechos para informar los siguientes daños y posibles riesgos que la empresa puede pasar si no se toman las decisiones correctas a la hora de realizar un trabajo en alturas:

Figura 8

Captura del simulador en el apartado de empleadores

Empleadores

Costos & Cumplimiento

Impacto económico de incidentes (multas, seguros, paralizaciones), reputación, plazos y retorno de invertir en prevención.

- ✓ 19 preguntas sobre costos y cumplimiento
- ✓ Solo 1 respuesta correcta por pregunta
- ✓ Formato de 4 opciones (A, B, C, D)
- ✓ Escenarios con cifras y consecuencias reales
- ✓ Feedback inmediato con explicación detallada
- ✓ Videos e imágenes educativas
- ✓ Resumen final con puntaje y nivel de conocimiento

[Ingresar al módulo](#)

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

Tabla 16

Temas que cubre el simulador en gestión de trabajo para empleadores

Categoría	Tema	Descripción/Características
Impacto Económico	Impacto Económico	Las decisiones que subestiman los costos de un accidente pueden generar grandes pérdidas. La falta de conciencia sobre los costos derivados de un accidente (atención médica, demandas, compensaciones) puede resultar en una mala gestión de recursos. Incluso accidentes menores pueden afectar la economía a largo plazo.

Categoría	Tema	Descripción/Características
Impacto Económico	Impacto en los Plazos de Entrega	Los accidentes graves afectan directamente los plazos de entrega de proyectos. Los retrasos pueden durar semanas o meses, e incluso pueden cancelar el proyecto si no se gestionan adecuadamente.
	Falta de Capacitación y Costos Operativos	La falta de capacitación en seguridad para trabajos en altura aumenta los costos operativos. Los trabajadores ineficientes requieren más tiempo para completar tareas, y los costos por accidentes o reemplazo de personal también elevan los gastos operativos.
	Rentabilidad a Largo Plazo de la Capacitación	Invertir en capacitación continua y equipos adecuados es rentable a largo plazo. Las empresas que invierten en seguridad reducen los accidentes, mejoran la productividad, protegen a los empleados y aumentan la rentabilidad.
	Consecuencias por Incumplimiento de Normativas de Seguridad	Las consecuencias legales por no cumplir con las normativas de seguridad incluyen multas, sanciones y paralización de obras. El incumplimiento afecta tanto la productividad como la estabilidad financiera de la empresa.
	Impacto de la Falta de Capacitación en Empresas Pequeñas	Las empresas pequeñas son más vulnerables económicamente por la falta de capacitación en seguridad. Pueden enfrentar grandes pérdidas debido a accidentes, lo que podría llevar a la quiebra o la pérdida de contratos.
	Efecto de un Accidente Grave sin Capacitación Adecuada	Los accidentes graves sin la capacitación adecuada paralizan la obra, generan indemnizaciones elevadas y pueden causar la pérdida de contratos y la afectación de relaciones a largo plazo.
	Riesgo de Suspensión de la Obra	El incumplimiento de las normativas de seguridad puede resultar en la suspensión de la obra, afectando la productividad, la rentabilidad, y la confianza de los clientes y contratistas, poniendo en riesgo futuras oportunidades de negocio.

Categoría	Tema	Descripción/Características
Impacto Económico	Consecuencias de la Paralización de la Obra	La paralización de la obra debido a la falta de capacitación genera costos adicionales (salarios, materiales desperdiciados) y retrasa la entrega de proyectos, afectando la relación con los clientes y dañando la imagen de la empresa.
Impacto en la Moral y la Productividad	Impacto en la Moral y Productividad General	La falta de capacitación afecta el clima laboral y la productividad, aumentando el estrés, la desconfianza y la rotación de personal, lo que incrementa los costos por contratación y entrenamiento.
Impacto en la Reputación y Confianza	Efecto en la Reputación Empresarial	Los accidentes graves afectan la reputación de la empresa, especialmente en trabajos en altura. La falta de protocolos de seguridad destruye la confianza de clientes y socios comerciales, lo que perjudica las relaciones y las oportunidades de negocio.
Impacto en la Seguridad y Seguros	Impacto en las Primas de Seguros	Las empresas sin capacitación adecuada enfrentan primas de seguros más altas, ya que las aseguradoras ajustan las tarifas según el riesgo percibido, debido a la mayor probabilidad de accidentes laborales.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.4.2. Escenario de los supervisores

El simulador de seguridad está diseñado para ayudar a los supervisores a reflexionar sobre las consecuencias de no seguir las normativas de seguridad en el trabajo en altura, y cómo sus decisiones afectarán su bienestar emocional, salud mental, vida profesional y reputación.

Figura 9

Captura del simulador en gestión de trabajo para supervisores

Liderazgo y control operativo


Supervisores

Rol del supervisor en **planificación del trabajo**, inducción y verificación de competencias, control de permisos, validación de **medidas de control y gestión de incidentes**.

- 19 preguntas sobre supervisión y liderazgo
- Formato de opciones múltiples (4 alternativas)
- Videos demostrativos de buenas y malas prácticas
- Checklist de campo, auditorías y acciones correctivas
- Comunicación efectiva y cultura de seguridad
- Documentación: ATP, AST, permisos y reportes diarios
- Resumen con evaluación de competencias de supervisión

Entrar al módulo →

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

Tabla 17

Temas que cubre el simulador en gestión de trabajo para supervisores

Categoría	Tema	Descripción/Características
Impacto Personal	Impacto Personal de un Accidente Grave Bajo la Supervisión del Supervisor	La responsabilidad directa por un accidente grave genera una carga emocional significativa en el supervisor, afectando su bienestar personal y salud mental.
	Efectos del Accidente en la Relación Familiar del Supervisor	La carga emocional no solo afecta la vida profesional del supervisor, sino también la relación con su familia, generando tensiones familiares debido a la culpa y el estrés derivados del accidente.

Categoría	Tema	Descripción/Características
Impacto Personal	Impacto en la Salud Mental del Supervisor Tras un Accidente Grave	La culpa por no implementar medidas de seguridad adecuadas puede generar efectos emocionales y mentales como ansiedad, estrés postraumático y otros trastornos relacionados con la responsabilidad del accidente.
	Afectación a la Familia del Supervisor por Estrés y Culpa	El estrés y la culpa derivados de la responsabilidad por un accidente grave pueden generar tensiones emocionales, afectando las relaciones familiares del supervisor.
Impacto Económico	Consecuencias Económicas de la Negligencia del Supervisor en la Seguridad Laboral	La negligencia en la supervisión de medidas de seguridad puede tener consecuencias económicas graves, como sanciones o la pérdida del puesto del supervisor.
	Consecuencias Económicas de No Exigir EPP	No exigir EPP adecuados puede resultar en multas significativas y mayores costos de seguros debido al incumplimiento de las normativas de seguridad.
Impacto en la Moral y Productividad	Consecuencias de la Falta de Exigencia de EPP en la Moral y Productividad	El supervisor que no exige el uso de EPP genera un clima de inseguridad en el lugar de trabajo, lo que afecta la moral y productividad de los trabajadores.
Impacto en las Relaciones Familiares y Laborales	Consecuencias Personales y Familiares de un Accidente	Un accidente grave afecta emocionalmente al supervisor y su familia, afectando su bienestar y las relaciones familiares debido a la culpa y el estrés generado por el accidente.
	Impacto en las Relaciones Familiares del Supervisor	La culpa derivada de un accidente grave puede afectar las relaciones familiares del supervisor, generando tensiones dentro del hogar debido a la responsabilidad emocional.

Categoría	Tema	Descripción/Características
	Consecuencias de No Exigir EPP en las Relaciones Laborales	La falta de exigencia de EPP puede deteriorar la relación entre el supervisor y su equipo de trabajo, ya que los empleados sienten que no se les valora lo suficiente para garantizar su seguridad.
Impacto Profesional y Reputación	Repercusiones Profesionales y Reputación del Supervisor	El accidente grave afecta la reputación y el futuro profesional del supervisor. La falta de medidas preventivas puede resultar en sanciones o pérdida del puesto de supervisor, perjudicando su carrera.
	Impacto en la Reputación Profesional por No Exigir EPP	Un supervisor que no exige el uso de EPP enfrenta un impacto directo en su reputación profesional. La falta de cumplimiento con las normativas de seguridad pone en peligro su credibilidad y futuro como líder.
Responsabilidad en Seguridad	Exigir EPP como Supervisor	Es crucial que el supervisor exija el uso de EPP para evitar accidentes y garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad.
	Control Regular de EPP	El control regular del estado de los EPP es esencial para garantizar que los trabajadores estén protegidos adecuadamente y se cumpla con las normativas legales de seguridad.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.4.3. Escenario de los obreros en construcción

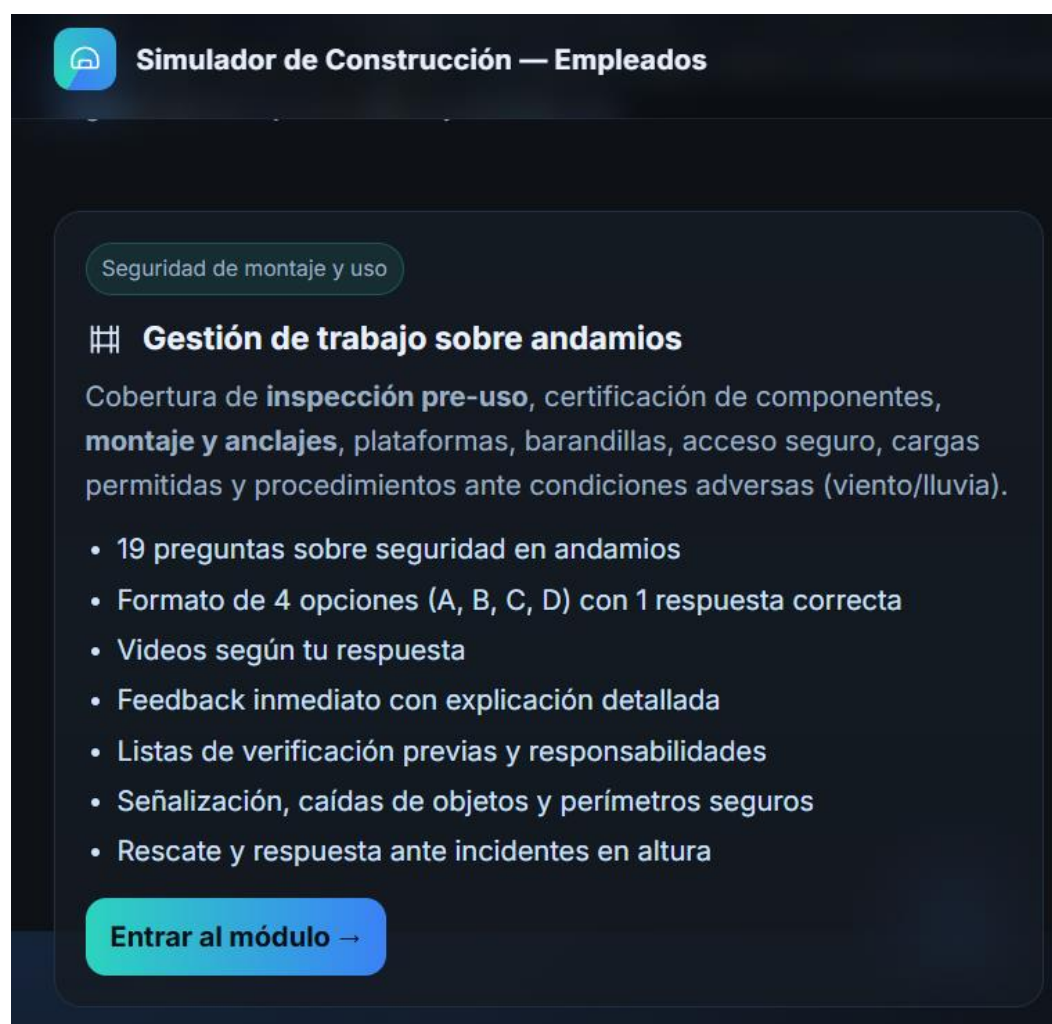
4.4.3.1. Gestión de trabajos en andamios

Este análisis subraya cómo las decisiones sobre la seguridad en trabajos en altura afectan todos los aspectos de la gestión empresarial. Las preguntas evaluaron aspectos

clave como el uso de EPP, la responsabilidad del supervisor y las consecuencias económicas de no seguir los procedimientos de seguridad.

Figura 10

Captura del simulador en gestión de trabajo sobre andamios



Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

Tabla 18

Temas que cubre el simulador en gestión de trabajo sobre andamios

Categoría	Tema	Descripción / Características
Impacto Humano y Familiar	Impacto de un Accidente Grave en la Vida del Trabajador y Su Familia	Un accidente grave tiene consecuencias emocionales y económicas tanto para el trabajador como para su familia, que puede enfrentar dificultades económicas y estrés emocional por la falta de seguridad laboral.
	Impacto de un Accidente Grave en la Moral del Equipo	Los accidentes graves afectan la moral del grupo, generando miedo, inseguridad y pérdida de confianza hacia la empresa. Esto disminuye la productividad y el compromiso de los trabajadores.
Responsabilidad y Supervisión	Medida de Seguridad Prioritaria en Andamiaje	La prioridad en trabajos con andamios es la seguridad preventiva: uso adecuado de EPP, supervisión constante y capacitación continua para evitar caídas.
	Consideraciones de los Trabajadores Antes de Trabajar en Altura con Andamios	Los trabajadores deben verificar su EPP antes de iniciar tareas en altura, asumiendo una responsabilidad personal por su seguridad y la de sus compañeros.
	Responsabilidad del Supervisor para Garantizar la Seguridad en el Andamiaje	El supervisor debe asegurar la correcta aplicación de las normativas, capacitar al personal y garantizar la implementación de medidas preventivas de seguridad.
	Responsabilidad del Trabajador en su Seguridad y la de sus Compañeros	Cada trabajador tiene la obligación de seguir las normas, usar correctamente el EPP y mantener una actitud preventiva para evitar accidentes.
	Qué Hacer si el EPP Está Defectuoso	Si el equipo está en mal estado, el trabajador debe detener el trabajo e informar de inmediato para su reemplazo. Continuar trabajando con EPP defectuoso es un riesgo inaceptable.
Categoría	Tema	Descripción / Características

Medidas de Seguridad y Equipos de Protección (EPP)	Función Principal del Arnés de Seguridad con Línea de Vida	El arnés con línea de vida evita caídas desde altura y limita la distancia en caso de un accidente.
	Importancia del Casco con Barboquejo en Trabajos en Altura	El barboquejo asegura que el casco permanezca en su lugar, protegiendo al trabajador de golpes o caídas de objetos, evitando lesiones graves en la cabeza.
	Propósito de los Guantes de Protección en Andamiaje	Los guantes previenen cortes, abrasiones y exposición a productos químicos, protegiendo las manos en el montaje y ajuste de andamios o manejo de materiales pesados.
	Características del Calzado de Seguridad para Trabajos en Andamiaje	El calzado con puntera reforzada y suela antideslizante protege contra caídas de objetos y resbalones, brindando soporte y estabilidad al trabajador.
	Qué Hacer si el Arnés de Seguridad Está Dañado	El trabajo debe detenerse inmediatamente y el equipo debe ser reemplazado. Usar un arnés dañado pone en riesgo la vida del trabajador.
	Control Regular de EPP	Las inspecciones periódicas del EPP son esenciales para asegurar que los equipos estén en óptimas condiciones y evitar fallas que puedan provocar accidentes.
Relaciones Laborales y Reputación Empresarial	Impacto de la Falta de Seguridad en la Reputación de la Empresa	La ausencia de medidas adecuadas daña la imagen institucional, genera desconfianza entre clientes y contratistas, y afecta la competitividad.
	Impacto de la Falta de Exigencia de EPP en las Relaciones Laborales	La falta de exigencia de EPP genera descontento entre los trabajadores, deteriora la confianza hacia el supervisor y afecta la cohesión y la moral del equipo.

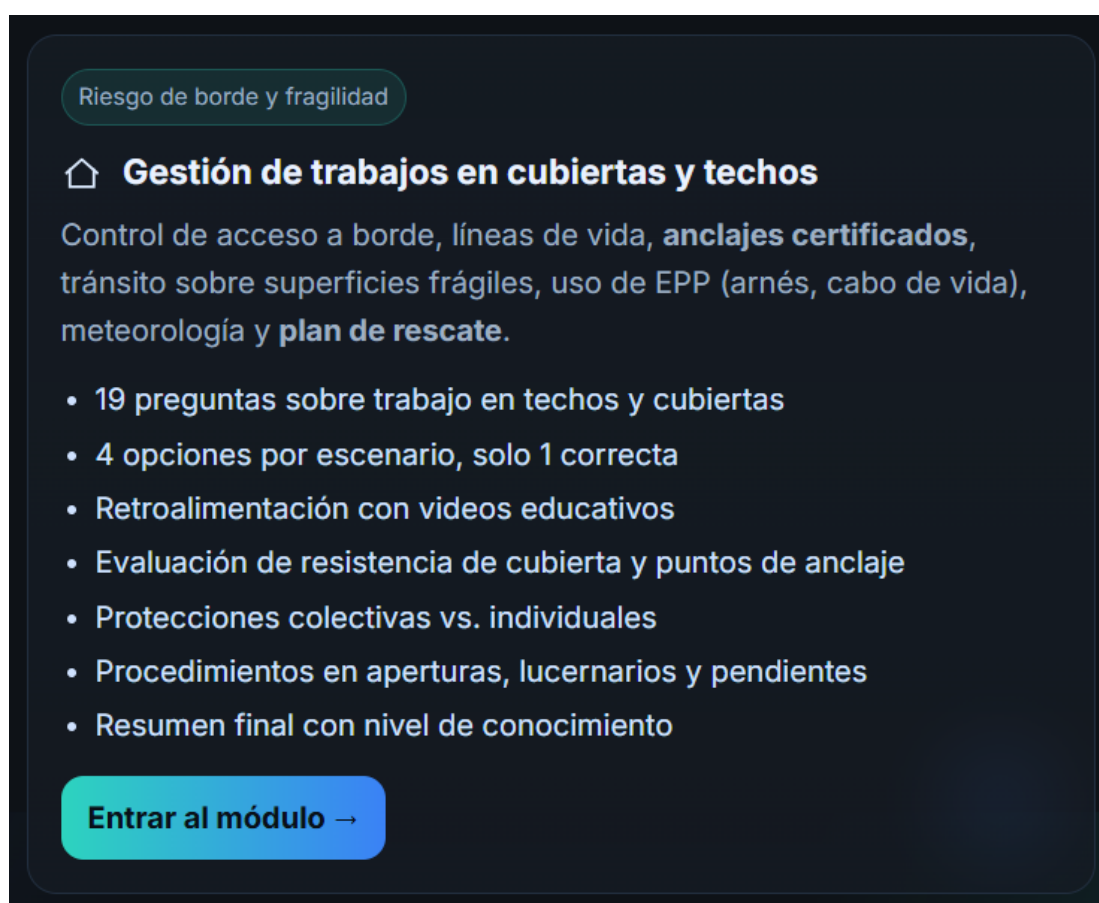
Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.4.3.2. Gestión de trabajos en Cubiertas y Techos

Las decisiones sobre la seguridad en trabajos sobre techos impactan directamente en la gestión empresarial. Se evaluó el uso de EPP, la responsabilidad del supervisor y las consecuencias económicas de no seguir los procedimientos de seguridad. La prevención de caídas es esencial, y la falta de supervisión o medidas adecuadas puede generar pérdidas económicas, afectar la moral del equipo y dañar la reputación de la empresa.

Figura 11

Captura de simulador en el apartado de trabajos en cubiertas y techos



Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

Tabla 19

Temas que cubre el simulador en gestión de trabajos de cubiertas y techos

Categoría	Tema	Descripción / Características
Impacto en la Vida del Trabajador y su Familia	Impacto de un Accidente Grave en la Vida del Trabajador y su Familia	Los accidentes laborales afectan tanto al trabajador como a su familia. La falta de medidas preventivas puede tener consecuencias emocionales y económicas a largo plazo para la familia del trabajador.
Responsabilidad en Seguridad	Responsabilidad del Supervisor en Garantizar la Seguridad	Los supervisores deben implementar procedimientos de seguridad y capacitar a los trabajadores de manera continua para evitar accidentes por negligencia.
Impacto en el Equipo y la Empresa	Impacto de un Accidente Grave en la Moral del Equipo	Un accidente grave afecta la moral del equipo, generando ansiedad y preocupación, lo que disminuye la productividad y la confianza en el entorno de trabajo.
	Impacto en la Reputación de la Empresa por la Falta de Seguridad	La falta de medidas de seguridad puede dañar la reputación de la empresa, afectando su capacidad para conseguir contratos futuros y la confianza de los clientes.
Uso y Control de EPP	Medida de Seguridad Prioritaria	La protección contra caídas es la prioridad en trabajos en altura. El uso de arneses y cascos adecuados es esencial para prevenir accidentes graves.
	Uso de EPP (Equipos de Protección Personal)	El uso adecuado de EPP (cascos, arneses, guantes) es clave para la seguridad en trabajos en altura. Verificar que los trabajadores usen equipos adecuados es crucial para cumplir con las normativas de seguridad.
Categoría	Tema	Descripción / Características

Uso y Control de EPP	Control Regular de EPP	Los EPP deben ser inspeccionados regularmente para garantizar que estén en buen estado. La revisión periódica previene fallos de protección, manteniendo un entorno de trabajo seguro.
	EPP Dañado	Un EPP dañado compromete la seguridad del trabajador, y no tomar medidas inmediatas para reemplazarlo puede resultar en accidentes graves.
	Impacto de la Falta de Exigencia de EPP en las Relaciones Laborales	La falta de exigencia de EPP genera desconfianza entre los trabajadores, afectando la cohesión del equipo y la productividad. La seguridad influye no solo en la salud física, sino también en la dinámica laboral.
	Consecuencias de No Exigir el Uso de EPP	El supervisor que no exige el uso de EPP pone en riesgo la seguridad de los trabajadores y viola las normativas de seguridad, lo que puede resultar en sanciones legales y daños a la reputación de la empresa.

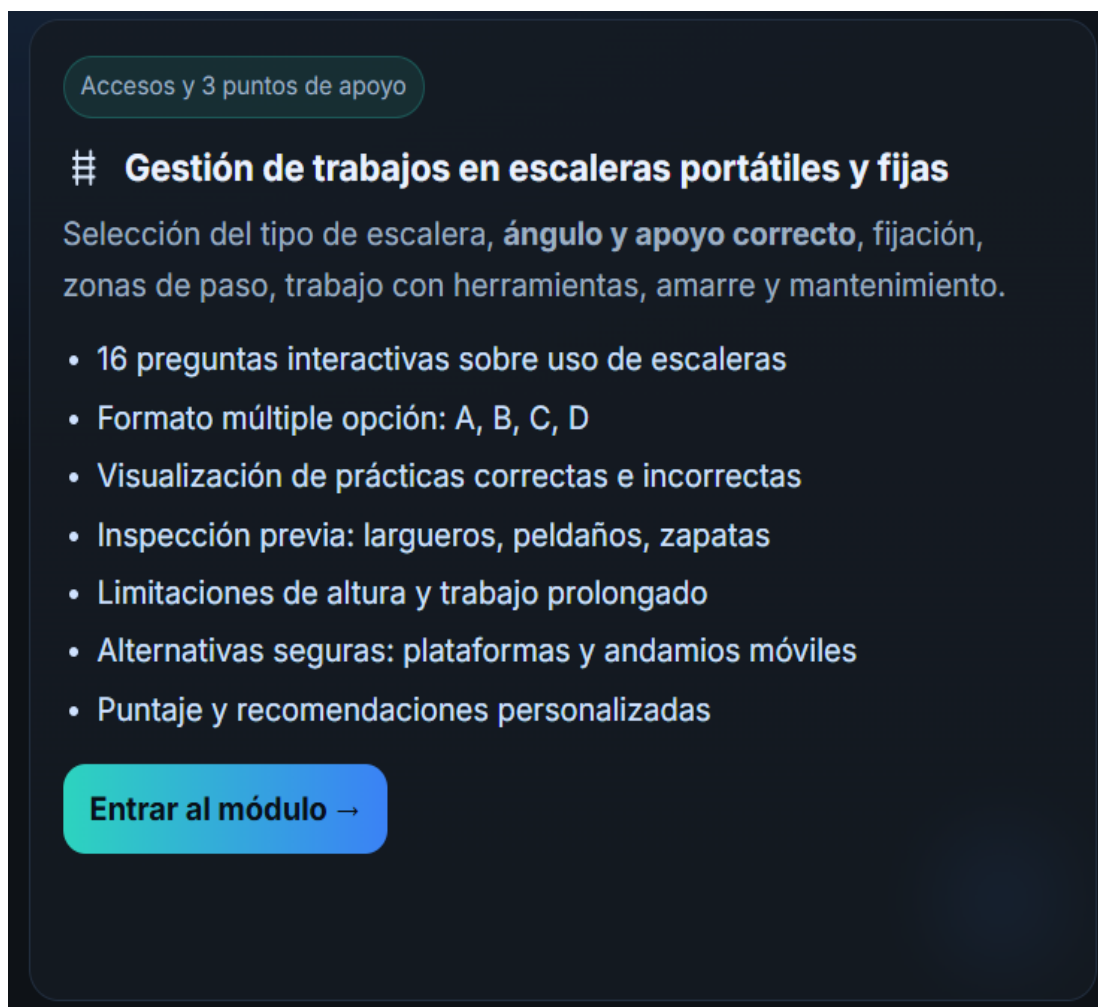
Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.4.3.3. Gestión de Trabajos en Escaleras

La seguridad en trabajos en escaleras influye en la gestión empresarial. Se revisó el uso correcto de EPP, el ajuste de arneses y la responsabilidad del supervisor. La negligencia en la supervisión o en el uso de escaleras en mal estado puede ocasionar costos por accidentes, sanciones y paradas de obra, afectando la moral del equipo y la reputación de la empresa.

Figura 12

Captura del simulador en el apartado de gestión de trabajos en escaleras portátiles y fijas



Accesos y 3 puntos de apoyo

Gestión de trabajos en escaleras portátiles y fijas

Selección del tipo de escalera, ángulo y apoyo correcto, fijación, zonas de paso, trabajo con herramientas, amarre y mantenimiento.

- 16 preguntas interactivas sobre uso de escaleras
- Formato múltiple opción: A, B, C, D
- Visualización de prácticas correctas e incorrectas
- Inspección previa: largueros, peldaños, zapatas
- Limitaciones de altura y trabajo prolongado
- Alternativas seguras: plataformas y andamios móviles
- Puntaje y recomendaciones personalizadas

[Entrar al módulo →](#)

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

Tabla 20

Temas que cubre el simulador en la gestión de trabajos en escaleras portátiles y fijas

Categoría	Tema	Descripción / Características
Medidas de Seguridad en Escaleras Portátiles	Medida Esencial para Garantizar la Estabilidad de una Escalera Portátil	La estabilidad de la escalera es crucial antes de iniciar cualquier trabajo. Asegurarse de que la base esté nivelada y asegurada previene riesgos de caídas.
	Importancia de Zapatas Antideslizantes en Escaleras Portátiles	Las zapatas antideslizantes garantizan que la escalera no se deslice en superficies resbaladizas, evitando caídas y accidentes.
	Escalera con Zapata Dañada	Una zapata dañada compromete la seguridad de la escalera. El trabajo debe detenerse hasta que la escalera sea reparada o reemplazada.
	Qué Hacer Si la Escalera Está en una Superficie Resbaladiza	En superficies resbaladizas, es esencial asegurarse de que la escalera esté equipada con zapatas antideslizantes adecuadas o usar otra escalera para prevenir caídas.
	Escalera con un Ángulo Inadecuado	El ángulo de la escalera es crucial para su estabilidad. Un ángulo inadecuado aumenta considerablemente el riesgo de caídas. Es necesario ajustar la escalera correctamente.
Equipos de Protección Personal (EPP)	Equipo de Protección Personal Esencial	El uso de EPP como casco, guantes y arnés es fundamental para la seguridad en trabajos en altura, reduciendo significativamente los riesgos de accidentes graves.
	Arnés Mal Ajustado	Un arnés mal ajustado no cumple con su función de protección en caso de caída. Es vital asegurarse de que el arnés esté bien ajustado antes de comenzar el trabajo.
Categoría	Tema	Descripción / Características

Equipos de Protección Personal (EPP)	Impacto de No Usar un Casco de Seguridad Mientras se Trabaja en una Escalera a Gran Altura	El casco protege la cabeza de lesiones graves en caso de caída. La falta de casco aumenta el riesgo de lesiones fatales, especialmente en trabajos en altura.
Condiciones de Trabajo Seguras	Medidas de Seguridad Cerca de un Área con Riesgos de Caída de Objetos	Además de proteger al trabajador de caídas, se debe asegurar que no haya riesgos de objetos cayendo desde arriba. El casco de seguridad y la eliminación de riesgos en el área de trabajo son esenciales.
	Características del Calzado de Seguridad para Trabajos en Andamiaje	El calzado antideslizante es fundamental para evitar resbalones y proteger los pies en trabajos en altura. El calzado adecuado asegura estabilidad y protección en superficies resbaladizas.
Responsabilidad en Seguridad	Mosquetón Dañado	El mosquetón es un componente esencial del sistema de seguridad. Si está dañado, compromete la seguridad del trabajador. Debe ser reemplazado inmediatamente para evitar accidentes.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.4.3.4. Gestión de Trabajos en Encofrados y Estructuras Metálicas.

La seguridad en trabajos en encofrados afecta la gestión empresarial. Se evaluaron el uso de EPP, la responsabilidad del supervisor y las repercusiones económicas de no seguir los procedimientos de seguridad. Los accidentes pueden generar costos por indemnizaciones, sanciones y disminuir la productividad, afectando la reputación y las relaciones comerciales de la empresa.

Figura 13

Captura del simulador en el apartado de gestión de trabajos en estructuras metálicas y encofrados

Montaje, izaje y estabilidad



Gestión de trabajos en estructuras metálicas y encofrados

Ensamble, **apriete de pernos**, alineación y plomeo, señalización de **zonas de izaje**, apuntalamiento de encofrados y control de vibrado/vertido.

- 19 escenarios sobre montaje y encofrados
- Sistema de 4 alternativas con 1 respuesta válida
- Feedback visual con videos OK/BAD
- Compatibilidad de sistemas y fichas técnicas
- Bloqueos, etiquetado y permisos de trabajo
- Interferencias con electricidad y maniobras con grúa
- Evaluación final con porcentaje de aciertos

Entrar al módulo →

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”

Tabla 21

Temas que cubre el simulador en la gestión de trabajos en encofrados y estructuras metálicas

Categoría	Tema	Descripción / Características
-----------	------	-------------------------------

Equipos de Seguridad	Equipo de Seguridad Más Importante	El arnés con doble cabo de vida es esencial en trabajos en altura, previniendo las caídas, que son los accidentes más comunes en estas tareas.
	Importancia del Casco con Barboquejo en Trabajos en Altura	El casco con barboquejo asegura que el casco se mantenga en su lugar durante caídas o movimientos bruscos, protegiendo la cabeza en trabajos en altura, especialmente en estructuras metálicas donde los golpes son comunes.
	Arnés Dañado	Si el arnés está dañado, debe reemplazarse inmediatamente para asegurar la protección del trabajador. El uso de un arnés defectuoso pone en riesgo la seguridad.
	Riesgos de Trabajar Sin Gafas de Seguridad en un Entorno Metálico	Las gafas de seguridad son esenciales para proteger los ojos de partículas voladoras, chispas o polvo al trabajar con estructuras metálicas. La falta de estas gafas puede causar lesiones oculares graves.
	Función Principal de los Guantes de Cuero en el Trabajo de Estructuras Metálicas	Los guantes de cuero protegen las manos de lesiones por contacto con superficies metálicas y objetos afilados. También proporcionan agarre, pero su principal función es la protección.
	Importancia de las Botas Antiperforación en Trabajos Metálicos	Las botas antiperforación son esenciales para proteger los pies de caídas de objetos pesados y perforaciones por materiales metálicos, garantizando seguridad en trabajos donde las lesiones en los pies son comunes.
Categoría	Tema	Descripción / Características

Condiciones de Trabajo Seguras	Estructura Metálica Inestable	Si se detecta una estructura metálica inestable, el trabajador debe informar al supervisor y suspender el trabajo hasta asegurar la estabilidad de la estructura. Continuar trabajando sin evaluar el riesgo puede resultar en accidentes graves.
	Superficies Metálicas Resbaladizas	Si se encuentran superficies resbaladizas, el trabajador debe informar al supervisor para que se tomen medidas correctivas, como el uso de zapatas antideslizantes o el reemplazo de la superficie. Continuar trabajando sin precauciones aumenta el riesgo.
Responsabilidad en Seguridad	Arnés Mal Colocado	El ajuste adecuado del arnés es crucial para la seguridad. Si el arnés está mal colocado, no se debe continuar trabajando hasta que esté bien ajustado, ya que un arnés mal colocado no protegerá al trabajador en caso de caída.
	Consecuencias de No Usar un Casco de Seguridad en Altura	El casco de seguridad protege la cabeza de lesiones graves. No usarlo pone al trabajador en grave riesgo de sufrir lesiones fatales en caso de caída o accidente.
	Casco de Seguridad Dañado	Si el casco muestra señales de daño, no debe reutilizarse y debe ser reemplazado para asegurar la protección adecuada del trabajador.
	Medidas de Seguridad en Estructuras Metálicas con Riesgo Eléctrico	En trabajos cerca de riesgos eléctricos, se deben usar botas dieléctricas para evitar descargas eléctricas, una preocupación frecuente al trabajar con metales conductores.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.5. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador

4.5.1. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador para Empleadores

La sección de empleadores dentro del simulador de seguridad vertical está diseñada para evaluar y capacitar a los empleadores sobre las buenas prácticas y normativas de seguridad en trabajos en altura. Está estructurada de manera interactiva, con preguntas que permiten a los empleadores aprender mientras realizan un cuestionario basado en opciones de respuesta.

A. Preguntas Interactivas

- Cantidad de Preguntas: El cuestionario consta de 19 preguntas que cubren diferentes aspectos relacionados con la seguridad en trabajos en altura, como:
 - Normativas y regulaciones sobre el trabajo en altura.
 - Protocolos de seguridad que deben seguir los empleadores.
 - Identificación y gestión de riesgos laborales.
 - Uso de equipos de protección personal (EPP).
 - Manejo y mantenimiento de los equipos y estructuras de trabajo.
- Formato de Pregunta: Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta, de las cuales solo una es correcta. Las opciones pueden variar entre acciones correctas e incorrectas que los empleadores deben identificar.

Figura 14

Ejemplo de pregunta en el apartado de empleadores

Pregunta 1/19 Puntaje: 0 Saltadas: 0 Módulo: Empleadores

Costo de un accidente en altura

¿Cuánto podría costar a la empresa un accidente en altura, considerando atención médica, demandas y compensaciones?

- ☐ A) Entre 1000 y 2,000 Bs.
- ☐ B) Más de 10,000 Bs.
- ☐ C) Menos de 1000 Bs.
- ☐ D) Entre 5,000 y 10,000 Bs.

[Saltar](#) [Siguiendo](#)

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

B. Evaluación y Retroalimentación Inmediata

- Selección de Respuesta: El empleador selecciona una opción de respuesta. En el caso de elegir la opción correcta, el simulador muestra una retroalimentación positiva y, en algunos casos, refuerza la información con contenido multimedia (videos, imágenes, infografías).
- Retroalimentación por Respuestas Incorrectas: Si el empleador selecciona una respuesta incorrecta, el simulador muestra una retroalimentación educativa que explica por qué la respuesta es incorrecta, con contenido adicional que permite corregir el error. Esto puede incluir:
 - Videos educativos que muestran las mejores prácticas de seguridad.
 - Infografías que visualizan los conceptos clave de seguridad laboral.

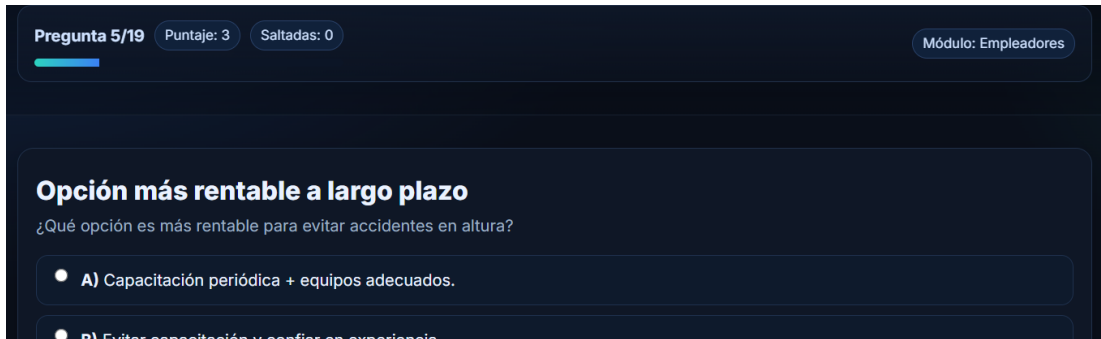
C. Puntaje en Tiempo Real

- Seguimiento de Progreso: Durante el cuestionario, el empleador puede ver su puntaje acumulado en tiempo real, lo que le permite conocer su rendimiento a medida que avanza en el cuestionario.

- Evaluación del Desempeño: El puntaje se calcula en función de las respuestas correctas, proporcionando una evaluación cuantitativa del nivel de conocimiento del empleador sobre los temas de seguridad en altura.

Figura 15

Puntaje real mostrado a medida que se avanza por las preguntas del simulador



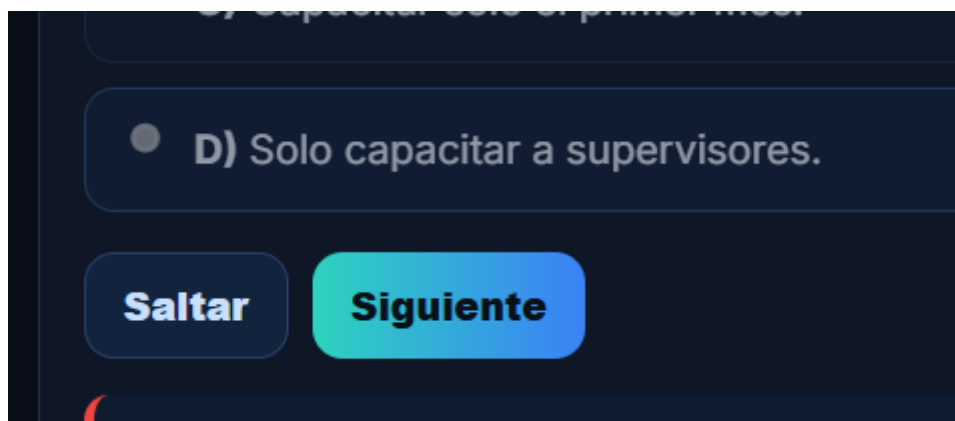
Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

D. Funciones de Navegación

- Avanzar y Saltar Preguntas: El simulador permite avanzar o saltar preguntas. Si el empleador no sabe la respuesta a una pregunta en particular, puede optar por pasarla y volver a ella más tarde.
- Reintentar Preguntas: El simulador ofrece la posibilidad de volver a intentar las preguntas incorrectas para asegurar que el empleador pueda aprender de los errores y mejorar su conocimiento.

Figura 16

Funciones de navegación para el simulador



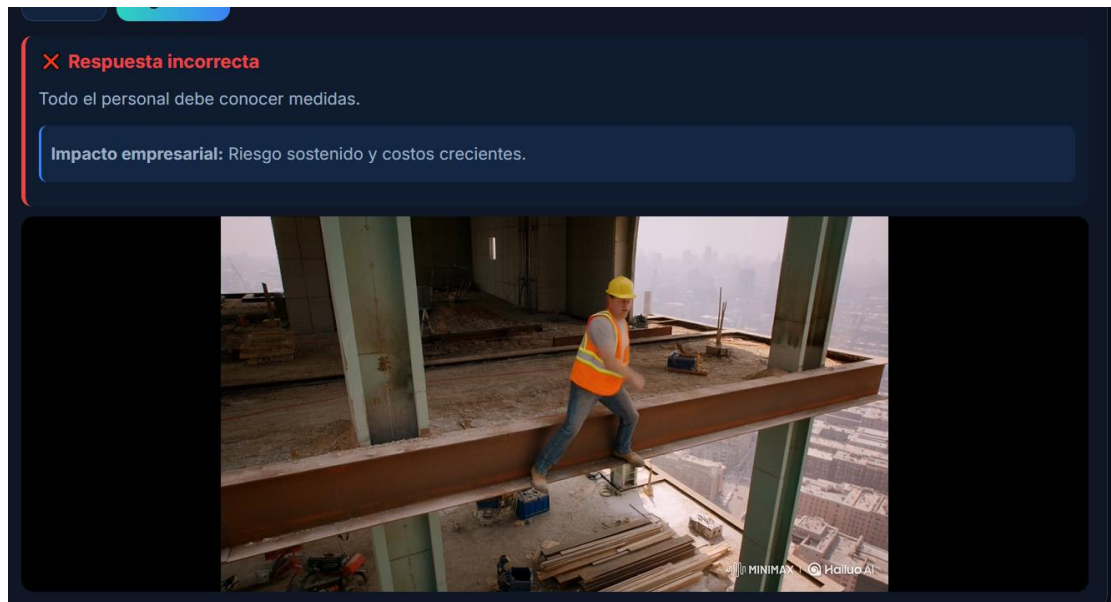
Fuente: Pagina Web del simulador “Seguridad Vertical”.

E. Contenido Multimedia y Educativo

- Videos: Si la respuesta es correcta o incorrecta, se pueden presentar videos relacionados con la respuesta. Estos videos explican cómo se deben aplicar las normativas de seguridad en la práctica y pueden incluir demostraciones de situaciones reales en el lugar de trabajo.
- Infografías y Gráficos: Además de los videos, el simulador proporciona infografías visuales que explican de forma clara y concisa las mejores prácticas en la seguridad en trabajos en altura. Estas infografías ayudan a consolidar los conceptos aprendidos de una manera visual.

Figura 17

Contenido multimedia mostrado en base a respuesta



Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

F. Recomendaciones Personalizadas

- Sugerencias Finales: Al finalizar el cuestionario, el simulador muestra una retroalimentación final, que incluye:
 - Un resumen de los puntos fuertes en el desempeño del empleador.
 - Recomendaciones personalizadas sobre qué áreas de seguridad necesitan más atención o capacitación, basadas en las respuestas correctas e incorrectas.
 - Acciones de mejora, como la implementación de protocolos adicionales de seguridad o la capacitación de los empleados en ciertas áreas.

Figura 18

Pantalla mostrada del simulador una vez terminada la simulación con preguntas

Resultados del módulo

Respuestas correctas 10	Respuestas incorrectas 9	Preguntas saltadas 0	% de capacitación 53%
-----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

Nivel de capacitación: Insuficiente ✖

Ingresa tu nombre para guardar tu resultado:

Tu nombre completo

Guardar Resultado

Reiniciar módulo **Volver a Empleados**

Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

G. Resumen del Desempeño

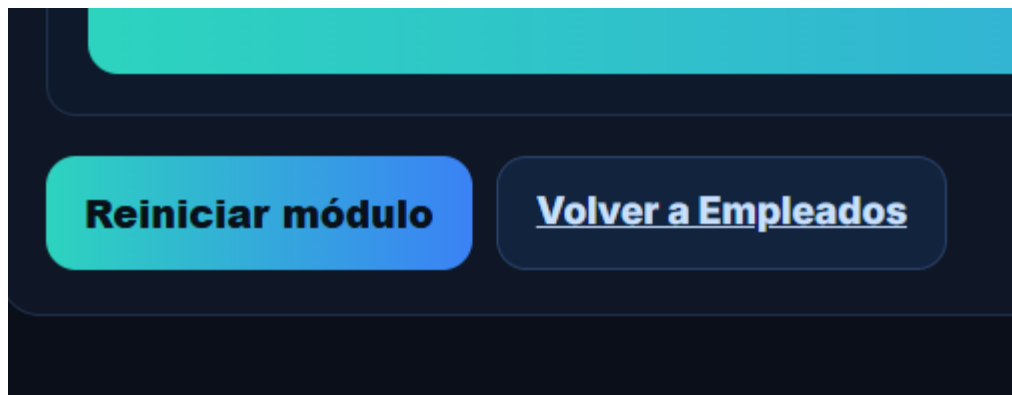
- Informe de Resultados: Una vez que el empleador termina el cuestionario, se genera un informe de resultados. Este informe incluye:
 - El puntaje total obtenido.
 - Un nivel de capacitación obtenido en base a las respuestas del simulador.

H. Posibilidad de Repetir el Simulador

- Reintentar el Cuestionario: Los empleadores tienen la opción de repetir el cuestionario tantas veces como deseen, lo que les permite mejorar su desempeño y asegurarse de que comprenden bien los conceptos y las normativas de seguridad.
- Capacitación Continua: El simulador está diseñado para ser una herramienta de capacitación continua, por lo que los empleadores pueden usarlo repetidamente para mantener sus conocimientos actualizados y mejorar sus prácticas de seguridad.

Figura 19

Opciones mostradas una vez finalizada la simulación



Fuente: Página Web del simulador “Seguridad Vertical”.

4.5.2. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador para Supervisores

La sección de supervisores en el simulador de seguridad en trabajos en altura está diseñada para capacitar a los supervisores en la gestión y supervisión de la seguridad en el entorno laboral. A diferencia de los empleadores, los supervisores tienen la responsabilidad de garantizar que las normativas de seguridad se implementen correctamente en el día a día del trabajo. Este simulador pone énfasis en su rol de liderazgo y control en la seguridad laboral.

A. Preguntas Interactivas

- Cantidad de Preguntas: El cuestionario está compuesto por 19 preguntas que abordan diferentes temas clave relacionados con la gestión de la seguridad en trabajos en altura, tales como:
 - Responsabilidades del supervisor en cuanto a la implementación de medidas de seguridad.
 - Inspección de los equipos de protección personal (EPP) y las condiciones de trabajo.

- Protocolos de seguridad que los supervisores deben seguir.
 - Identificación y manejo de riesgos en el lugar de trabajo.
- Formato de Pregunta: Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta, de las cuales solo una es correcta. Las preguntas están diseñadas para evaluar el conocimiento del supervisor sobre:
 - La identificación de riesgos en las operaciones.
 - La correcta supervisión y verificación de los equipos de seguridad.
 - El seguimiento de las normas de seguridad y la gestión de accidentes.

B. Evaluación y Retroalimentación Inmediata

- Selección de Respuesta: Los supervisores seleccionan una de las 4 opciones para cada pregunta. El simulador evalúa la respuesta y, dependiendo de si es correcta o incorrecta, proporciona retroalimentación educativa de inmediato.
- Retroalimentación por Respuestas Correctas:
 - Si la respuesta seleccionada es correcta, el simulador muestra una retroalimentación positiva e incluye contenido educativo adicional, como videos, infografías, o ejemplos prácticos que refuerzan la respuesta correcta.
 - Videos Educativos: Estos videos pueden incluir ejemplos de situaciones reales donde los supervisores gestionan las medidas de seguridad, realizan inspecciones, o dirigen equipos en actividades de trabajo en altura.
- Retroalimentación por Respuestas Incorrectas:
 - Si la respuesta seleccionada es incorrecta, el simulador no solo muestra cuál era la respuesta correcta, sino que también proporciona una explicación detallada de por qué esa respuesta es incorrecta.

- El contenido educativo adicional puede ser infografías sobre los procedimientos de seguridad o videos tutoriales que ilustran la acción correcta a tomar en una situación dada.

C. Puntaje en Tiempo Real

- Seguimiento del Desempeño: A medida que los supervisores responden las preguntas, el simulador calcula su puntaje en tiempo real y lo muestra en la pantalla.
 - Puntaje Total: El puntaje final se calcula según el número de respuestas correctas. Esto permite a los supervisores conocer su nivel de conocimiento en tiempo real y trabajar para mejorar.
- Evaluación Final: Al finalizar el cuestionario, el simulador proporciona una evaluación global del desempeño del supervisor, mostrando el porcentaje de respuestas correctas y las áreas de conocimiento donde podría mejorar.

D. Funciones de Navegación

- Avanzar y Saltar Preguntas: El simulador permite a los supervisores avanzar o saltar preguntas que no sepan responder en el momento. Esto les da la libertad de seguir adelante con el cuestionario y volver a las preguntas difíciles más tarde.
- Volver a Intentar Preguntas: Al finalizar el cuestionario, los supervisores tienen la opción de revisar las preguntas que no respondieron correctamente y volver a intentarlas. Esto les permite corregir errores y fortalecer su comprensión.

E. Contenido Multimedia y Educativo

- Videos y Tutoriales: Cada pregunta, ya sea correcta o incorrecta, está acompañada de contenido visual educativo:
 - Videos: Los videos proporcionan ejemplos de lo que debe hacer un supervisor en una situación concreta de trabajo en altura, como

supervisar el uso de equipos de protección o realizar inspecciones de seguridad.

- Infografías: También se muestran infografías que simplifican los conceptos clave de seguridad, como los tipos de equipos de protección o los protocolos en caso de emergencia.
- Gráficos: El simulador utiliza gráficos interactivos que visualizan de manera clara los procedimientos adecuados, lo cual es útil para reforzar el aprendizaje de los supervisores y ayudarles a aplicar los conocimientos en situaciones reales.

F. Recomendaciones Personalizadas

- Recomendaciones de Mejora: Después de completar el cuestionario, el simulador proporciona un informe de resultados con un desglose detallado de las áreas en las que el supervisor se desempeñó bien y las áreas donde necesita mejorar.
 - Áreas de Mejora: Basado en las respuestas incorrectas, el simulador ofrece sugerencias personalizadas sobre las áreas donde el supervisor debería capacitarse más.
 - Plan de Acción: El informe puede incluir acciones específicas para mejorar, como la necesidad de revisar procedimientos de seguridad específicos, realizar prácticas de inspección o capacitación sobre el uso de ciertos equipos de protección.

G. Resumen del Desempeño

- Informe Final: Al finalizar el cuestionario, los supervisores reciben un informe completo que incluye:
 - El puntaje total obtenido.

- Un nivel de capacitación obtenido en base a las respuestas que se dieron en el simulador.
- Consejos prácticos y sugerencias de mejora basadas en el rendimiento de cada supervisor.
- Evaluación Integral: El informe también incluye una evaluación integral del desempeño del supervisor, destacando sus fortalezas y áreas de mejora en la gestión de la seguridad en trabajos en altura.

H. Posibilidad de Repetir el Simulador

- Reintentar el Cuestionario: Los supervisores tienen la opción de repetir el cuestionario tantas veces como deseen. Esto les permite practicar las preguntas difíciles y mejorar su conocimiento en áreas donde hayan cometido errores.
- Capacitación Continua: El simulador está diseñado para ser una herramienta de capacitación continua, por lo que los supervisores pueden utilizarlo en cualquier momento para repasar conceptos de seguridad y mejorar continuamente sus habilidades y conocimientos.

4.5.3. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador para Trabajo sobre Andamios

La sección de trabajo sobre andamios está diseñada para capacitar a los usuarios en las mejores prácticas y procedimientos de seguridad cuando se realizan actividades que involucren el uso de andamios. Este simulador interactivo no solo evalúa el conocimiento, sino que también educa a los usuarios en las normativas y acciones de seguridad que deben implementarse al trabajar en altura.

A. Preguntas Interactivas

- Cantidad de Preguntas: El simulador incluye 19 preguntas específicas sobre el uso de andamios en el lugar de trabajo. Estas preguntas cubren temas como:

- Instalación y montaje de andamios.
 - Inspección previa al uso.
 - Normativas de seguridad y medidas preventivas.
 - Manejo de riesgos asociados al uso de andamios.
- Formato de Pregunta: Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta, de las cuales solo una es correcta. Los temas de las preguntas están diseñados para evaluar el conocimiento sobre los procedimientos adecuados en cada fase del trabajo con andamios.

B. Evaluación y Retroalimentación Inmediata

- Selección de Respuesta: El usuario selecciona la opción que considera correcta. Al instante, el simulador proporciona retroalimentación:
 - Respuesta Correcta: Si la respuesta es correcta, se muestra contenido educativo adicional (como videos, infografías o ejemplos prácticos) que refuerza el concepto aprendido.
 - Respuesta Incorrecta: Si la respuesta es incorrecta, el simulador ofrece una explicación detallada de por qué la respuesta es incorrecta y presenta información adicional que ayuda a corregir el error.

C. Puntaje en Tiempo Real

- Seguimiento del Desempeño: El puntaje se calcula en tiempo real a medida que el usuario responde las preguntas, lo que le permite ver su rendimiento mientras avanza.
 - Puntaje Total: Al final del cuestionario, el puntaje total se calcula en función de las respuestas correctas, mostrando al usuario el porcentaje de respuestas correctas y su nivel de conocimiento.

- **Evaluación Final:** El puntaje final se utiliza para generar una evaluación general del desempeño del usuario sobre los procedimientos de seguridad en trabajos con andamios.

D. Funciones de Navegación

- **Avanzar y Saltar Preguntas:** El simulador permite avanzar a la siguiente pregunta o saltar una pregunta si el usuario no sabe la respuesta. Esto ofrece flexibilidad para los usuarios que prefieren avanzar sin detenerse en preguntas difíciles, y luego pueden volver a ellas más tarde.
- **Volver a Intentar Preguntas:** Al finalizar el cuestionario, el simulador permite al usuario revisar y reintentar las preguntas en las que falló. Esto ofrece la posibilidad de corregir errores y aprender de ellos.

E. Contenido Multimedia y Educativo

- **Videos Educativos:** En caso de una respuesta correcta o incorrecta, el simulador proporciona videos que muestran procedimientos seguros y buenas prácticas para trabajar con andamios como la inspección del andamio antes de su uso y las normas de seguridad.
- **Infografías:** Se presentan infografías visuales que detallan los pasos correctos para trabajar con andamios y cómo identificar posibles fallas o riesgos. Estas infografías ayudan a consolidar la información de manera visual.
- **Gráficos:** Además, el simulador puede ofrecer gráficos interactivos que ilustran diagramas de montaje de andamios, inspección de seguridad y puntos críticos a revisar durante el trabajo.

F. Recomendaciones Personalizadas

- **Recomendaciones para Mejorar:** Al finalizar el cuestionario, el simulador ofrece un informe con recomendaciones personalizadas sobre las áreas donde

el usuario puede mejorar su conocimiento y prácticas relacionadas con la seguridad en andamios. Estas recomendaciones pueden incluir:

- Capacitación adicional en ciertos aspectos de seguridad.
- Mejores prácticas para la inspección y uso de andamios.
- Áreas de Mejora: Si el usuario cometió errores en ciertas áreas, el simulador proporciona sugerencias para fortalecer el conocimiento en esas áreas mediante prácticas de seguridad y revisión de materiales educativos adicionales.

G. Resumen del Desempeño

- Informe Final: Al terminar el cuestionario, el simulador genera un informe final con el puntaje obtenido, un desglose de las respuestas correctas e incorrectas, y una evaluación general del conocimiento del usuario en el área de seguridad sobre andamios.
 - Desglose de Resultados: Un nivel de capacitación asignado en base a cuántas preguntas correctas se tuvieron en cada tema (como instalación de andamios, inspección de seguridad, riesgos, etc.).
 - Consejos de Mejora: Además, se ofrecen consejos sobre cómo mejorar en las áreas donde el usuario tuvo más dificultades.

H. Posibilidad de Repetir el Simulador

- Reintentar el Cuestionario: Los usuarios tienen la opción de repetir el cuestionario tantas veces como deseen, lo que les permite revisar sus respuestas, mejorar su puntaje y afianzar su comprensión de las prácticas de seguridad en andamios.
- Capacitación Continua: El simulador está diseñado para ser una herramienta de aprendizaje continuo, lo que significa que los usuarios pueden usarlo de forma regular para mantener sus conocimientos actualizados y reforzar las mejores prácticas en el manejo de andamios.

4.5.4. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador: Trabajo en Cubiertas y Techos

La sección de trabajo en cubiertas y techos del simulador de seguridad en trabajos en altura está orientada a capacitar a los usuarios sobre las mejores prácticas y medidas de seguridad al trabajar en estos tipos de superficies. El simulador permite a los usuarios aprender y poner a prueba sus conocimientos sobre los procedimientos correctos de seguridad para evitar accidentes y gestionar los riesgos de trabajar en alturas.

A. Preguntas Interactivas

- Cantidad de Preguntas: El simulador incluye 19 preguntas que cubren una amplia gama de temas relacionados con la seguridad en cubiertas y techos.
 - Temas tratados:
 - Uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) como arneses, cascos, etc.
 - Procedimientos de inspección y mantenimiento de cubiertas.
 - Medidas para evitar caídas y otros riesgos en techos planos o inclinados.
 - Protocolo para trabajar bajo condiciones climáticas adversas, como lluvia o viento.
- Formato de Pregunta: Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta, de las cuales una es correcta. Las preguntas están diseñadas para evaluar el conocimiento sobre las normativas y medidas de seguridad más relevantes al trabajar en cubiertas y techos.

B. Evaluación y Retroalimentación Inmediata

- Selección de Respuesta: Al seleccionar una opción, el simulador proporciona retroalimentación inmediata:

- Respuesta Correcta: Si la respuesta es correcta, el simulador muestra contenido educativo adicional que refuerza el concepto aprendido, como videos explicativos o infografías.
- Respuesta Incorrecta: Si la respuesta es incorrecta, se presenta una explicación detallada que clarifica por qué la respuesta seleccionada no es adecuada, junto con un contenido educativo adicional para corregir el error y mejorar el conocimiento.

C. Puntaje en Tiempo Real

- Seguimiento del Desempeño: El simulador calcula el puntaje en tiempo real, lo que permite al usuario ver su rendimiento a medida que avanza en el cuestionario.
 - Puntaje Total: Al finalizar el cuestionario, el simulador calcula el puntaje total, que es un reflejo de cuántas respuestas correctas se dieron.
- Evaluación Final: El puntaje total se usa para generar un informe que muestra el porcentaje de respuestas correctas y ofrece una evaluación global sobre el conocimiento del usuario acerca de las normas de seguridad en trabajos de altura.

D. Funciones de Navegación

- Avanzar y Saltar Preguntas: El simulador permite que los usuarios avancen a la siguiente pregunta o salten preguntas si no están seguros de la respuesta. Esta flexibilidad facilita una experiencia de aprendizaje fluida.
- Volver a Intentar Preguntas: Al finalizar el cuestionario, los usuarios tienen la opción de volver a intentarlas preguntas que hayan respondido incorrectamente. Esto les permite corregir errores y reforzar el aprendizaje de manera interactiva.

E. Contenido Multimedia y Educativo

- Videos Educativos: Dependiendo de si la respuesta es correcta o incorrecta, el simulador presenta videos que explican el procedimiento adecuado de trabajo seguro en cubiertas y techos. Los videos pueden incluir:
 - Cómo realizar una inspección de seguridad en una cubierta.
 - El uso correcto de los EPP al trabajar en techos.
 - Ejemplos de situaciones de trabajo seguro en diferentes tipos de techos.
- Infografías: Además de los videos, el simulador incluye infografías visuales que simplifican los conceptos clave sobre seguridad en cubiertas. Estas infografías ilustran de forma clara las mejores prácticas y cómo evitar los riesgos comunes al trabajar en techos.
- Gráficos Interactivos: El simulador también utiliza gráficos interactivos para ilustrar las normas de seguridad de manera visual, como la correcta disposición de los EPP, los puntos críticos de inspección en techos y la gestión de riesgos.

F. Recomendaciones Personalizadas

- Sugerencias de Mejora: Al finalizar el cuestionario, el simulador proporciona un informe con recomendaciones personalizadas. Estas recomendaciones están basadas en las respuestas correctas e incorrectas del usuario y pueden incluir:
 - Áreas donde el usuario debe mejorar su comprensión de las medidas de seguridad en cubiertas.
 - Sugerencias para realizar capacitación adicional en áreas específicas.
 - Recomendaciones sobre la implementación de mejores prácticas de seguridad para prevenir accidentes en techos.

G. Resumen del Desempeño

- Informe Final: Después de completar el cuestionario, el simulador genera un informe final que incluye:

- El puntaje total obtenido en el cuestionario.
- Un nivel de capacitación asignado en base a las respuestas correctas e incorrectas, con un análisis por áreas temáticas (por ejemplo, inspección de EPP, riesgos en techos, etc.).
- Consejos prácticos sobre cómo mejorar las áreas donde el usuario tuvo dificultades, como la necesidad de repasar procedimientos de seguridad o la implementación de ciertas normas.

H. Posibilidad de Repetir el Simulador

- Reintentar el Cuestionario: Los usuarios tienen la opción de repetir el cuestionario cuantas veces deseen. Esto les permite mejorar su puntaje, revisar las preguntas difíciles y reforzar su conocimiento de seguridad en techos.
- Capacitación Continua: El simulador está diseñado para ser una herramienta de capacitación continua, lo que significa que los usuarios pueden acceder a él en cualquier momento para repasar conceptos y mantener sus conocimientos actualizados.

4.5.5. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador: Trabajo en Escaleras

La sección sobre trabajo en escaleras en el simulador de seguridad en trabajos en altura está destinada a capacitar a los usuarios en el uso seguro de escaleras portátiles y fijas, que son comúnmente utilizadas en entornos de trabajo en altura. Este simulador ofrece una experiencia interactiva para que los usuarios puedan aprender y evaluar sus conocimientos sobre las mejores prácticas de seguridad para evitar accidentes relacionados con el uso de escaleras.

A. Preguntas Interactivas

- Cantidad de Preguntas: El simulador contiene 16 preguntas sobre las mejores prácticas de seguridad al usar escaleras. Las preguntas abordan temas como:

- Selección de la escalera adecuada según el trabajo.
 - Procedimientos de inspección y mantenimiento de escaleras.
 - Normas de seguridad para prevenir caídas al trabajar en escaleras.
 - Uso correcto de las escaleras portátiles y fijas.
- Formato de Pregunta: Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta, de las cuales una es correcta. Las preguntas están diseñadas para evaluar el conocimiento sobre el uso y las normativas de seguridad aplicables a las escaleras.

B. Evaluación y Retroalimentación Inmediata

- Selección de Respuesta: El usuario selecciona una opción de respuesta y, dependiendo de si es correcta o incorrecta, el simulador proporciona retroalimentación inmediata:
 - Respuesta Correcta: Si la respuesta es correcta, el simulador muestra contenido educativo adicional como videos, infografías o ejemplos prácticos de cómo usar las escaleras de forma segura.
 - Respuesta Incorrecta: Si la respuesta es incorrecta, se presenta una explicación detallada de por qué la respuesta es incorrecta y se proporciona contenido educativo para corregir el error.

C. Puntaje en Tiempo Real

- Seguimiento del Desempeño: El puntaje se calcula en tiempo real a medida que el usuario responde las preguntas.
 - Puntaje Total: Al finalizar el cuestionario, el simulador calcula el puntaje total basado en las respuestas correctas y muestra el porcentaje de capacitación alcanzado.

- Evaluación Final: El puntaje total se utiliza para generar un informe que muestra el porcentaje de respuestas correctas y ofrece una evaluación global sobre el conocimiento del usuario sobre las normas de seguridad para trabajar con escaleras.

D. Funciones de Navegación

- Avanzar y Saltar Preguntas: El simulador permite avanzar a la siguiente pregunta o saltar una pregunta si el usuario no está seguro de la respuesta. Esto proporciona flexibilidad durante el cuestionario.
- Volver a Intentar Preguntas: Al finalizar el cuestionario, el usuario tiene la opción de volver a intentar las preguntas incorrectas. Esto facilita el aprendizaje y la corrección de errores.

E. Contenido Multimedia y Educativo

- Videos Educativos: Dependiendo de la respuesta, el simulador puede presentar videos que enseñan cómo usar las escaleras de manera segura, cómo inspeccionarlas y cómo evitar accidentes.
- Infografías: El simulador también ofrece infografías visuales que ilustran las mejores prácticas para el uso seguro de escaleras, incluyendo detalles sobre cómo colocarlas correctamente y cómo evitar deslizamientos o caídas.
- Gráficos Interactivos: Los gráficos pueden mostrar cómo identificar defectos comunes en las escaleras, cómo elegir la adecuada para diferentes tipos de trabajo y los procedimientos de seguridad esenciales.

F. Recomendaciones Personalizadas

- Recomendaciones de Mejora: Al finalizar el cuestionario, el simulador proporciona un informe con recomendaciones personalizadas basadas en las respuestas correctas e incorrectas. Estas recomendaciones pueden incluir:
 - Capacitación adicional en las áreas donde el usuario tuvo dificultades.

- Mejores prácticas para inspeccionar las escaleras antes de su uso.
- Áreas de Mejora: Si el usuario cometió errores en algunas áreas, se sugiere que repase temas específicos para mejorar su seguridad al trabajar con escaleras.

G. Resumen del Desempeño

- Informe Final: Al finalizar el cuestionario, el simulador genera un informe completo que incluye:
 - El puntaje total obtenido.
 - Un nivel de capacitación que alcanzo de acuerdo a sus respuestas.
 - Consejos prácticos sobre cómo mejorar la seguridad al usar escaleras, además de identificar áreas que requieren más atención.

H. Posibilidad de Repetir el Simulador

- Reintentar el Cuestionario: Los usuarios pueden repetir el cuestionario tantas veces como deseen para mejorar su puntaje y reforzar sus conocimientos sobre la seguridad en el uso de escaleras.
- Capacitación Continua: El simulador está diseñado para ser una herramienta de aprendizaje continuo, por lo que los usuarios pueden acceder a él en cualquier momento para repasar y mantener sus conocimientos actualizados sobre el uso de escaleras.

4.5.6. Descripción Completa del Funcionamiento del Simulador: Estructuras Metálicas y Encofrados

La sección sobre trabajos con estructuras metálicas y encofrados en el simulador de seguridad en trabajos en altura está diseñada para capacitar a los usuarios en la correcta manipulación de materiales y el cumplimiento de normativas de seguridad al trabajar con estos elementos. Al trabajar con estructuras metálicas y encofrados, se presentan

riesgos particulares que deben gestionarse adecuadamente, y este simulador busca enseñar los mejores procedimientos para minimizar esos riesgos.

A. Preguntas Interactivas

El simulador presenta 19 preguntas interactivas centradas en los aspectos de seguridad al trabajar con estructuras metálicas y encofrados. Estas preguntas abordan diversas áreas relacionadas con la correcta manipulación de estos elementos en el entorno laboral.

- Temas cubiertos:
 - Instalación y manipulación de estructuras metálicas de forma segura.
 - Seguridad y procedimientos de instalación y manejo de encofrados.
 - Uso de equipos de protección personal (EPP) adecuados, como cascos, guantes, arneses, etc.
 - Identificación de riesgos al trabajar con estructuras pesadas y materiales peligrosos.
 - Manejo de herramientas y equipos de elevación como grúas y polipastos para manipular estructuras metálicas.
- Formato de pregunta:
 - Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta, y solo una es correcta. El objetivo es que el usuario seleccione la respuesta correcta sobre la base de la normativa de seguridad y las buenas prácticas en el trabajo con estructuras metálicas y encofrados.

B. Evaluación y Retroalimentación Inmediata

Una de las características clave del simulador es su retroalimentación inmediata. Esto permite que los usuarios aprendan de forma activa mientras completan el cuestionario.

- **Respuestas Correctas:** Si el usuario selecciona la opción correcta, el simulador muestra una retroalimentación positiva e incluso puede incluir contenido adicional como videos o gráficos educativos que refuerzan el concepto aprendido.
- **Respuestas Incorrectas:** Si el usuario selecciona una respuesta incorrecta, el simulador no solo muestra cuál es la respuesta correcta, sino que también ofrece una explicación detallada de por qué la opción seleccionada es incorrecta. Esto se complementa con contenido educativo (como videos o infografías) que explican cómo manejar de manera segura las estructuras metálicas y los encofrados.

C. Puntaje en Tiempo Real

- **Seguimiento del Desempeño:** El simulador calcula el puntaje en tiempo real a medida que el usuario responde las preguntas. Esto permite al usuario tener un control claro sobre su progreso.
- **Puntaje Total:** Al finalizar el cuestionario, el simulador muestra el puntaje total obtenido, que refleja el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas, permitiendo una evaluación precisa del nivel de conocimiento alcanzado.
- **Evaluación Final:** El puntaje final es una métrica importante que no solo muestra la cantidad de respuestas correctas, sino también el nivel de comprensión del usuario sobre las prácticas de seguridad en el manejo de estructuras metálicas y encofrados.

D. Funciones de Navegación

El simulador es flexible en cuanto a la navegación del cuestionario, lo que le permite al usuario gestionar mejor su tiempo y el proceso de aprendizaje.

- **Avanzar y Saltar Preguntas:** Si el usuario no sabe la respuesta a una pregunta, puede saltar la pregunta y continuar con el cuestionario. Esto le da la flexibilidad de avanzar sin quedarse atascado en una sola pregunta.

- Volver a Intentar Preguntas: Una vez que se termina el cuestionario, el usuario tiene la opción de volver a intentar las preguntas que contestó incorrectamente. Esto permite mejorar el desempeño y reforzar el aprendizaje.

E. Contenido Multimedia y Educativo

El simulador utiliza contenido multimedia para hacer el proceso de aprendizaje más interactivo y efectivo.

- Videos Educativos: Los videos son fundamentales para mostrar la aplicación práctica de las normativas de seguridad. Por ejemplo, se pueden mostrar procedimientos adecuados de instalación de estructuras metálicas, el uso correcto de herramientas, y ejemplos reales de inspecciones de seguridad.
- Infografías y Gráficos: Las infografías y gráficos visuales ayudan a comprender mejor las prácticas de seguridad. Pueden incluir diagramas que ilustran el proceso de inspección de estructuras metálicas, el uso adecuado de EPP, y las precauciones que se deben tener al manipular encofrados.
- Animaciones Interactivas: Además de los videos, el simulador puede usar animaciones interactivas para mostrar la mejor manera de colocar un encofrado o las técnicas de seguridad necesarias para manipular piezas metálicas pesadas.

F. Recomendaciones Personalizadas

Al finalizar el cuestionario, el simulador ofrece un informe detallado con recomendaciones personalizadas para mejorar las áreas donde el usuario podría estar teniendo dificultades.

- Áreas de Mejora: Si el usuario cometió errores en temas específicos, el simulador sugiere reforzar esos temas a través de capacitaciones adicionales. Esto incluye la necesidad de repasar ciertas normas de seguridad o practicar la inspección de equipos y materiales.

- **Sugerencias de Práctica:** El informe también puede incluir sugerencias de práctica para mejorar las habilidades de manejo de estructuras metálicas y encofrados, como ejercicios prácticos sobre el uso adecuado de las herramientas o el montaje seguro de encofrados.

G. Resumen del Desempeño

Una vez que el cuestionario ha terminado, se genera un informe completo con el desempeño del usuario:

- **Puntaje Final:** El informe muestra el puntaje obtenido, y el porcentaje de respuestas correctas en comparación con las incorrectas.
- **Desglose de Resultados:** Se desglosan los temas específicos en los que el usuario respondió correctamente e incorrectamente. Esto permite una evaluación detallada del conocimiento en áreas clave como la seguridad en la instalación de estructuras metálicas o el uso de EPP.
- **Consejos Prácticos:** El informe ofrece consejos prácticos sobre cómo mejorar las áreas donde el usuario tuvo dificultades, y resalta las mejores prácticas de seguridad que deben implementarse.

H. Posibilidad de Repetir el Simulador

El simulador permite que el usuario repita el cuestionario cuantas veces sea necesario para mejorar su puntaje y fortalecer su conocimiento en las áreas de seguridad relacionadas con el trabajo en estructuras metálicas y encofrados.

Capacitación Continua: El simulador está diseñado para capacitación continua, lo que significa que el usuario puede acceder a este cuestionario varias veces, mejorando sus conocimientos y actualizando sus prácticas de seguridad según sea necesario.

4.5.7. Seguimiento de Indicadores Clave

Las simulaciones permiten realizar un seguimiento de indicadores clave relacionados con la seguridad en los trabajos en altura, lo que ayuda a medir la efectividad de las prácticas y la eficiencia del trabajador en el sitio de trabajo.

Nivel de Consciencia:

$$\text{Nivel de consciencia} = \frac{\text{Puntaje obtenido en el simulador}}{\text{Maximo puntaje posible}} \times 100$$

Toma de Decisiones en Entornos Simulados

La toma de decisiones es una habilidad crítica cuando se trabaja en un entorno peligroso como lo es el trabajo en altura. La simulación permite a los trabajadores practicar la toma de decisiones en situaciones de emergencia o riesgo, mejorando su capacidad para responder de manera efectiva en el trabajo real.

- **Reacción ante incidentes:** El simulador presenta situaciones simuladas de emergencia, como una caída de un compañero, una mala decisión de un superior o una herramienta defectuosa en el sitio de trabajo. El trabajador debe decidir rápidamente cómo actuar, ya sea realizando primeros auxilios, activando el protocolo de evacuación o informando a los servicios de emergencia.
- **Evaluación de decisiones de seguridad:** El simulador evalúa si el trabajador toma decisiones correctas en cuanto a la seguridad en el trabajo, como elegir el equipo adecuado para una tarea en altura, o si está siguiendo los protocolos de rescate de manera correcta. La simulación también muestra las consecuencias de tomar decisiones incorrectas, como no seguir un protocolo de seguridad y generar un incidente grave.
- **Mejora continua:** A medida que el trabajador practica diferentes escenarios en el simulador, se puede ver cómo mejora su capacidad para tomar decisiones rápidamente bajo presión. Además, las simulaciones permiten realizar ajustes en las estrategias de seguridad y las técnicas de trabajo para mejorar continuamente la eficiencia y la seguridad.

4.6. Proyecto Final de Simulación Integral

El proyecto final en el simulador es una actividad práctica clave donde los participantes pueden aplicar lo aprendido a lo largo de la capacitación. A través de este proyecto, los estudiantes practicarán cómo manejar un proyecto de construcción simulado, con un enfoque particular en la seguridad en trabajos en altura. El objetivo es que los participantes integren los conceptos de seguridad adquiridos durante la capacitación, como el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), la identificación de riesgos, y la aplicación de procedimientos de emergencia en un entorno controlado.

4.6.1. Presentación de Resultados y Lecciones Aprendidas

Una vez completada la simulación del proyecto, los resultados del proyecto final se presentarán en una sesión de retroalimentación. Esta presentación permitirá a los participantes reflexionar sobre lo aprendido, identificar sus fortalezas y áreas de mejora, y mejorar su capacidad de gestión de seguridad en trabajos en altura.

1. Resultados del Proyecto:

Los participantes deben presentar un informe donde se muestren los avances del proyecto (tareas completadas), el cumplimiento de normas de seguridad, y el uso correcto de los EPP. La simulación proporcionará datos sobre el rendimiento de seguridad, como la cantidad de accidentes evitados y la efectividad de las decisiones de seguridad.

2. Lecciones Aprendidas:

Durante la presentación, los estudiantes reflexionarán sobre las dificultades que encontraron al aplicar los procedimientos de seguridad en situaciones simuladas, y discutirán:

- Las medidas preventivas que fueron más efectivas.

- Las lecciones aprendidas a partir de los errores cometidos, como la falta de inspección de equipos de protección o la no identificación de puntos de anclaje.

4.6.2. Evaluación Individual y Grupal

La evaluación final se realizará tanto individual como grupal, permitiendo medir el desempeño de cada participante y el trabajo en equipo durante la ejecución del proyecto simulado.

1. Evaluación Individual:

Cada participante será evaluado en función de su capacidad para aplicar correctamente los procedimientos de seguridad, como el uso de EPP, la identificación de riesgos en las simulaciones, y la respuesta ante situaciones de emergencia. Los aspectos a evaluar incluyen:

- Precisión en la ejecución de tareas de construcción, especialmente en el contexto de trabajo en altura.
- Reacción ante emergencias, como la correcta aplicación de protocolos de rescate o primeros auxilios.

2. Evaluación Grupal:

La evaluación grupal analizará la capacidad del equipo para trabajar de forma coordinada, asegurando que las tareas se completen de acuerdo con los protocolos de seguridad. El trabajo en equipo es esencial para la seguridad laboral en la construcción, ya que la cooperación en el cumplimiento de las normativas puede prevenir accidentes y mejorar la productividad.

- Se evaluará la comunicación dentro del equipo y la gestión de riesgos compartidos.

- Cumplimiento de las normativas de seguridad en equipo (como la supervisión mutua de los EPP y las prácticas seguras).

4.6.3. Modalidad y Recursos

Modalidad:

El proyecto final se desarrollará en modalidad virtual o mixta dependiendo de la disponibilidad de equipos (como gafas VR o dispositivos de RA) y software de simulación. Los estudiantes podrán acceder a simulaciones interactivas desde plataformas BIM y simuladores virtuales para practicar en un entorno seguro.

Herramientas:

- Plataformas BIM (como GitHub) para la visualización de modelos de construcción e integración de tareas de seguridad.
- Simulador de trabajo en altura para recrear escenarios de riesgos y aplicar medidas preventivas en tiempo real.

Evaluación:

- Simulaciones prácticas: Los estudiantes completarán simulaciones de trabajo en altura, evaluadas en función del uso correcto de EPP, identificación de riesgos, y la aplicación de procedimientos de emergencia.
- Tareas de análisis: Los participantes deberán entregar informes sobre el desempeño en la simulación y las decisiones de seguridad tomadas durante el proyecto.
- Proyecto final: Un informe completo del proyecto, donde se documente la planificación, la ejecución, la identificación de riesgos, el uso de EPP, y la respuesta ante emergencias.

Resultados Esperados

1. Mejora significativa en la capacidad de planificación y ejecución de proyectos de construcción con seguridad integrada: Los estudiantes aprenderán a programar y ejecutar tareas de construcción de manera segura mientras trabajan en altura.
2. Reducción de errores en la obra gracias a la visualización anticipada de riesgos: La simulación permitirá a los trabajadores prever los peligros antes de la ejecución de tareas, reduciendo los accidentes en el sitio de trabajo.
3. Incremento en la cultura de seguridad laboral en la empresa: La capacitación proporcionará una cultura de seguridad sólida que se trasladará a las operaciones reales de la empresa, garantizando que los trabajadores sigan los protocolos de seguridad de manera constante.
4. Optimización del uso de recursos mediante la toma de decisiones basadas en simulaciones realistas: Los estudiantes aprenderán a optimizar recursos humanos y materiales mientras siguen los protocolos de seguridad, mejorando la eficiencia de la obra.

El proyecto final de simulación integral permite a los estudiantes aplicar de manera práctica todo lo aprendido sobre seguridad en trabajos en altura. Utilizando herramientas de simulación avanzadas, los participantes desarrollarán proyectos de construcción simulados, aplicando procedimientos de seguridad, gestionando riesgos y respondiendo ante emergencias, lo que les permitirá mejorar su desempeño y contribuir significativamente a la seguridad laboral en el sitio de construcción real.

4.7. Plan de Negocios

4.7.1. Resumen Ejecutivo

Nombre del negocio: "Seguridad Vertical"

Sector: Capacitación en seguridad laboral.

Ubicación: Tarija, Bolivia (expansible a nivel nacional).

Servicios: Capacitación en seguridad para trabajos en altura, con enfoque en el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), procedimientos de prevención, emergencia y rescate.

Duración de los cursos: 1 día (intensivo) con dos sesiones (mañana y tarde)

Objetivo: Reducir accidentes laborales en el sector de la construcción mediante capacitación teórica y práctica, asegurando el cumplimiento de la normativa NTS 009 y las mejores prácticas internacionales en seguridad laboral.

4.7.1.1. Propuesta de Valor:

La propuesta de Seguridad Vertical es reducir significativamente los errores en obra, mejorar la productividad y fortalecer la cultura de seguridad mediante un modelo de formación práctica e inmersiva. A través de simulaciones, los trabajadores podrán experimentar y practicar tareas complejas en un entorno seguro y controlado, sin los riesgos reales de los trabajos en altura y otros procesos constructivos. Esto, a su vez, contribuye a una reducción de accidentes laborales y un aumento en la eficiencia operativa de las empresas del sector.

4.7.2. Análisis de Mercado

4.7.2.1. Descripción del Mercado Objetivo

El mercado objetivo está compuesto por empresas constructoras de diversos tamaños, desde pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que requieren cumplir con las normativas de seguridad laboral. Además, el mercado incluye a los trabajadores del sector de la construcción, quienes necesitan estar capacitados para cumplir con los requisitos de seguridad, específicamente en tareas de riesgo como los trabajos en altura.

4.7.2.2. Necesidad del Mercado

En Bolivia, la construcción es uno de los sectores más activos de la economía, pero también es uno de los más peligrosos, con una alta tasa de accidentes laborales relacionados con trabajos en altura. La normativa NTS 009 exige que las empresas del sector de la construcción capaciten a sus trabajadores en seguridad para prevenir

accidentes como caídas, que representan una de las principales causas de muertes laborales.

4.7.2.3. Competencia

La competencia principal son empresas que ofrecen cursos de capacitación en seguridad laboral en general, pero pocos se especializan exclusivamente en trabajos en altura. Sin embargo, la mayoría de estas capacitaciones no cuentan con un enfoque práctico realista y no emplean tecnologías modernas como simulaciones o prácticas en el sitio.

4.7.2.4. Ventaja Competitiva

"Seguridad Vertical" se distingue por su enfoque intensivo y práctico, combinando formación teórica con simulaciones realistas de trabajo en altura, lo que aumenta significativamente la retención del conocimiento y mejora las prácticas de seguridad de los trabajadores. Además, el curso se ajusta a las exigencias de la normativa NTS 009.

4.7.2.5. Oportunidad del Mercado

El sector de la construcción enfrenta varios desafíos que abren una oportunidad significativa para el modelo de negocio de "Seguridad Vertical":

- **Alta rotación de personal:** La construcción es un sector con alta rotación laboral, lo que obliga a las empresas a capacitar continuamente a sus empleados.
- **Deficiencias en la seguridad laboral:** La construcción sigue siendo una de las industrias con más accidentes laborales, especialmente en trabajos en altura y con maquinaria pesada.
- **Adopción de tecnologías BIM, VR y automatización:** La industria está adoptando progresivamente nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y la seguridad. La implementación de simulaciones avanzadas como las que propone SIMCON Virtual será una herramienta clave en este proceso.

- **Reducción de costos por errores humanos y accidentes:** Las empresas buscan activamente reducir los costos asociados con errores de planificación, accidentes y tiempos de inactividad en obra, lo que hace que el mercado para simuladores de formación se expanda.

4.7.3. Productos y Servicios

4.7.3.1. Servicios ofrecidos

Este proyecto se centra en ofrecer simulaciones interactivas y formación avanzada para el sector de la construcción. Los principales servicios incluyen:

- **Diagnóstico de la situación actual de la empresa:** Se aplicará un checklist de las debilidades que tiene la empresa a la hora de realizar trabajos en alturas, para así determinar el nivel de capacitación que necesita el curso para toda la empresa.
- **Capacitación en seguridad laboral mediante simulador:** Mediante el uso del simulador, los trabajadores podrán experimentar y resolver situaciones de riesgo laboral, como caídas desde altura, accidentes con herramientas o el mal uso de equipos de protección personal (EPP).
- **Simulación de escenarios críticos:** Este servicio incluye la simulación de situaciones que podrían ser potencialmente peligrosas en la obra, tales como condiciones climáticas adversas, errores en el montaje de estructuras, o mal manejo de materiales.
- **Cursos personalizados para empresas:** Adaptación de los contenidos de capacitación según las necesidades específicas de cada cliente (por ejemplo, construcción de infraestructuras v/s edificación de viviendas) o para el tipo de equipo o maquinaria que utilicen en obra.

4.7.3.2. Capacitación en Seguridad para Trabajos en Altura

Cursos intensivos de un día (2 sesiones de 2 horas), que incluyen formación teórica y práctica, cubriendo los siguientes temas:

- Normativa de seguridad NTS 009 y regulaciones internacionales.
- Identificación de riesgos y uso de EPP.
- Procedimientos de emergencia y rescate en trabajos en altura.
- Simulaciones virtuales con el uso de andamios, plataformas elevadoras y equipos de rescate.

4.7.3.3. Evaluaciones y Certificación

Evaluaciones intermedias y finales para medir la comprensión de los participantes, con entrega de certificados a aquellos que participen en la capacitación.

4.7.3.4. Consultoría en Seguridad

Servicios adicionales de consultoría a empresas para ayudarles a cumplir con la normativa de seguridad laboral, optimizar sus protocolos de seguridad y diseñar planes personalizados de capacitación.

4.7.4. Plan de Marketing

4.7.4.1. Público Objetivo

- **Empresas constructoras de mediana y gran escala**, que buscan optimizar la formación de sus equipos y reducir costos de accidentes laborales y errores en obra.
- **Instituciones de formación técnica y universidades** interesadas en modernizar su oferta educativa, incorporando tecnologías innovadoras para la capacitación de futuros profesionales.
- **Gobiernos locales y entidades formadoras de oficios**, que buscan mejorar la seguridad y formación de los trabajadores en el sector construcción.

4.7.4.2. Estrategias de Promoción

Publicidad Directa: Enviar correos electrónicos a empresas constructoras, proponiendo la capacitación como una solución para reducir riesgos y cumplir con la normativa.

Redes Sociales: Utilizar plataformas como Facebook, LinkedIn e Instagram para promover el curso y compartir testimonios de empresas que ya lo han implementado.

Alianzas Estratégicas: Colaborar con asociaciones de constructores y cámaras de comercio para ofrecer descuentos exclusivos y promocionar el curso a sus miembros.

Demostraciones Gratuitas: Realizar seminarios gratuitos o webinars en línea sobre seguridad laboral para atraer nuevos clientes.

4.7.4.3. Plan Comercial y Precios

El producto propuesto se posiciona bajo un esquema de Software como Servicio (SaaS) de nicho, enfocado en seguridad industrial. Su principal valor comercial reside en dos pilares que mitigan los riesgos financieros y legales del cliente:

1. **Cumplimiento Normativo Medible:** Garantiza que los trabajadores adquieran conocimientos verificables sobre la NTS 009, reduciendo el riesgo de multas ante inspecciones laborales.
2. **Escalabilidad:** Al ser una plataforma web, puede ser utilizada por múltiples usuarios sin necesidad de hardware especializado o instalaciones físicas complejas.

A. Mercado Objetivo y Estrategia de Venta

El mercado objetivo principal es la industria de la construcción en Bolivia, segmentada de la siguiente manera:

- Clientes B2B (Empresas Constructoras Pequeñas y Medianas): Son el segmento ideal, ya que operan bajo constante fiscalización. Su clave de venta es el ahorro

por prevención de multas y la disminución de primas de seguro por baja siniestralidad.

- Centros de Formación Profesional y Universidades: Se les ofrece la plataforma como una herramienta didáctica innovadora para la certificación de seguridad laboral, generando un flujo de ingresos constante.
- Consultoras de Seguridad y Prevención de Riesgos: Se les otorga licencias para que utilicen el simulador como parte de sus servicios de auditoría y certificación a terceros.

B. Modelo de Generación de Ingresos (Comercialización)

Se propone la implementación de un modelo dual de generación de ingresos para maximizar la penetración en los diferentes segmentos del mercado boliviano:

- **Modelo de Licencia Anual (Suscripción B2B):**

Se cobra una tarifa fija anual a la empresa constructora por el acceso ilimitado a todos los módulos de simulación para un número determinado de usuarios.

- Este modelo genera un ingreso recurrente y ofrece valor agregado mediante la actualización constante de los escenarios y la adaptación a nuevas normativas.

Tabla 22

Precios del modelo de Licencia Anual

Categoría de Licencia	Rango de Usuarios	Precio Estimado (Bs)
Básico	Hasta 10 usuarios	800 – 1200 Bs.
Estándar	Hasta 40 usuarios	1800 – 2800 Bs.
Premium	Ilimitado	4500 – 6500 Bs.

Fuente: Elaboración Propia.

Básico: Este precio permite a micro y pequeñas empresas realizar una prueba piloto con una inversión mínima. El costo es similar al de una dotación básica de EPP, pero ofrece una solución de prevención legal invaluable.

Estándar: Esta tarifa es altamente competitiva y representa solo una fracción del ahorro mínimo garantizado (Bs 6.000). Es el precio ideal para la adopción masiva, diseñado para asegurar que la inversión se recupere en menos de seis meses de operación.

Premium: Precio justificado por el valor añadido de la escalabilidad ilimitada, soporte técnico preferencial y la incorporación de futuros módulos avanzados, alineándose como un costo de prevención esencial.

- **Modelo Pago por Uso (Pay-Per-Trainee):**

Se orienta a pequeñas empresas o brigadas de trabajo independientes. El cobro se realiza por cada trabajador que completa exitosamente un módulo de capacitación o evaluación en la plataforma.

- Este modelo reduce la barrera de entrada para clientes con bajo volumen de capacitación, permitiendo una expansión más rápida en el mercado.

Tabla 23

Precios para el modelo de pago por Uso

Servicio	Cantidad	Precio Estimado por Unidad
Acceso a Módulo Completo	Por trabajador/ Por acceso	50 Bs.
Lotes de 10 accesos	10 licencias de uso	450 Bs.

Fuente: Elaboración Propia.

- **Modelo de Contratación del Servicio de Capacitación Integral:**

Se ofrece la contratación total del servicio de capacitación en trabajos de altura. En este esquema, el proponente (o la empresa gestora) se encarga de la implementación, el monitoreo, la administración y la certificación de los trabajadores directamente en las instalaciones del cliente.

- El costo incluye el uso de la plataforma, el personal instructor certificado, el equipamiento periférico (si aplica), la generación de reportes detallados de desempeño y la emisión formal de la certificación de cumplimiento, lo que representa la tarifa de mayor valor añadido.

El precio de la capacitación será competitivo y estará basado en el costo de operación, el mercado objetivo y el valor que aporta el curso.

Precio por participante: 60 Bs. (precio promedio para una capacitación intensiva de un día).

Descuentos por volumen: Ofrecer precios especiales para grupos grandes de trabajadores o empresas que contraten varios cursos.

Consultoría: Precio por hora: 100 Bs.

Precios por Volumen con Simulador Parcial

Si una empresa contrata varios cursos, se podrían ofrecer descuentos por volumen para el simulador parcial también. Así quedaría la estructura:

Tabla 24

Descuentos en base al número de participantes (por persona)

Número de Participantes	Simulador Plus (60 Bs.)	Simulador Pro (45 Bs.)	Simulador Básico (40 Bs.)
1 - 5 participantes	60 Bs.	45 Bs.	40 Bs.
6 - 10 participantes	57 Bs.	43 Bs.	38 Bs.
11 - 20 participantes	54 Bs.	41 Bs.	36 Bs.
21 - 50 participantes	51 Bs.	39 Bs.	34 Bs.
50+ participantes	48 Bs.	36 Bs.	31 Bs.

Nota. Fuente y Elaboración Propia.

Simulador Plus: Incluye el uso del simulador para: empleadores, supervisores y los 4 trabajos en alturas para los obreros (andamios, techos, escaleras, encofrados/estructuras metálicas)

Simulador Pro: Incluye el uso del simulador para: empleadores, supervisores y 2 trabajos en alturas para los obreros a elección (andamios, techos, escaleras, encofrados/estructuras metálicas).

Simulador Básico: Incluye el uso del simulador para: empleadores, supervisores y 1 trabajo en alturas para los obreros a elección (andamios, techos, escaleras, encofrados/estructuras metálicas).

4.7.4.4. Canal de Distribución

- **Ferias del sector construcción:** Participación en exposiciones y congresos para mostrar el impacto de las simulaciones en la mejora de la seguridad y la productividad.
- **Convenios con cámaras de la construcción y gremios:** Alianzas con organizaciones que representen a empresas del sector para facilitar la incorporación de SIMCON Virtual en el proceso de formación de trabajadores.
- **Marketing digital:** Uso de LinkedIn, Instagram y Google Ads para llegar a los profesionales de la industria de la construcción, publicando casos de estudio y testimonios de empresas que ya utilicen el simulador.
- **Visitas comerciales personalizadas:** Realizar demostraciones personalizadas en empresas de construcción para mostrar la eficacia del simulador en el entorno de trabajo real.

4.7.5. Plan Operativo

4.7.5.1. Proceso de Capacitación

Paso 1: Inscripción: Las empresas interesadas se inscriben en el curso, ya sea a través de un formulario en línea o contacto directo con el equipo comercial.

Paso 2: Ejecución del Curso: Los formadores especializados imparten la capacitación de acuerdo con el cronograma.

Paso 3: Evaluación y Certificación: Se realizan evaluaciones durante y al final del curso para medir el rendimiento de los participantes.

Paso 4: Seguimiento: Se realiza un seguimiento para verificar la efectividad de la capacitación en la mejora de las prácticas de seguridad en el lugar de trabajo.

4.7.5.2. Infraestructura

Capacitación in situ: Un lugar en la empresa a la cual se llevará todo el material necesario para realizar las simulaciones y prácticas de trabajo en altura.

Tecnología y Materiales: Uso de plataformas de simulación virtual y equipos de rescate para las actividades prácticas.

4.7.6. Plan Financiero

4.7.6.1. Costos Iniciales

Materiales de Capacitación: manuales, equipos, licencias de software para simulaciones).

Publicidad y Marketing: campañas iniciales en redes sociales y materiales promocionales.

4.7.6.2. Fuentes de Ingreso

- **Venta de cursos virtuales o presenciales:** La venta de acceso a los módulos de formación, tanto en línea como en modalidad presencial en las instalaciones de SIMCON Virtual.
- **Contratos de capacitación in company:** Capacitación específica para empresas de construcción, personalizando las simulaciones de acuerdo con las necesidades y proyectos de cada cliente.
- **Licenciamiento de simuladores a instituciones educativas:** Alquiler de simuladores de capacitación a universidades e institutos técnicos para su uso en aulas y prácticas.
- **Desarrollo de contenido personalizado para empresas:** Creación de simulaciones a medida para empresas que deseen adaptarlas a sus procesos específicos.

4.7.7. Estructura Operativa

4.7.7.1. Personal Clave

- **Coordinador de proyecto:** Encargado de la planificación y ejecución general del proyecto.

- **Especialistas en BIM y simulación:** Profesionales que crean y gestionan los modelos digitales para las simulaciones.
- **Ingenieros civiles y expertos en procesos constructivos:** Aseguran la veracidad y aplicabilidad de los procesos constructivos en las simulaciones.
- **Técnicos en seguridad laboral:** Se encargan de desarrollar los módulos de seguridad, creando escenarios realistas de emergencias en altura.
- **Programadores:** Expertos en crear los entornos virtuales inmersivos y funcionales para las simulaciones.
- **Personal administrativo y comercial:** Encargados de la gestión de recursos, la venta y la atención al cliente.

4.7.7.2. Infraestructura

- Software licenciado como PixVerse para la creación de simulaciones detalladas.

4.7.8. Conclusión

El negocio de capacitación en seguridad para trabajos en altura es una oportunidad estratégica en el sector de la construcción, dado el creciente enfoque en la seguridad laboral y el cumplimiento de normativas. La propuesta de "Seguridad Vertical" ofrece un programa intensivo, práctico y alineado con las normativas de seguridad vigentes, lo que representa un valor significativo para las empresas constructoras que buscan mejorar la seguridad y reducir los accidentes laborales en sus operaciones.

4.8. Planes de capacitación

4.8.1. Diagnóstico de la Empresa

El diagnóstico es un análisis exhaustivo de los procesos, problemas y necesidades que enfrenta la empresa en relación con la seguridad laboral y la capacitación. Aquí, el objetivo principal es comprender el contexto de la empresa, los riesgos existentes y las debilidades en los procesos de formación.

4.8.1.1. Identificación de Riesgos y Problemáticas

Este paso implica la identificación detallada de los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores, particularmente aquellos asociados con trabajos en altura. Para hacer un diagnóstico adecuado, es necesario obtener información de diversas fuentes:

A. Análisis de Accidentes Laborales:

Estadísticas de accidentes previos: Se deben revisar los informes de accidentes laborales ocurridos en la empresa en los últimos años, prestando especial atención a los incidentes que involucren trabajos en altura.

Causas de accidentes: Analizando las causas principales que han generado estos accidentes (por ejemplo, caída de trabajadores, mal uso de equipos de protección personal, estructuras inseguras).

Impacto en la empresa: Evaluar el impacto de estos accidentes en la productividad de la empresa (paros de trabajo, tiempo perdido, costos asociados a compensaciones o gastos médicos).

B. Revisión de los Equipos de Protección Personal (EPP):

Condiciones de los EPP: Revisar el estado de los equipos de protección personal, como arneses, cascos, botas, etc. Verifica si los EPP cumplen con los estándares de seguridad establecidos y si son accesibles y adecuados para el tipo de trabajo que se realiza.

Cumplimiento del uso de EPP: Investigar si los trabajadores están usando los EPP de manera adecuada. La falta de cumplimiento con las normativas de seguridad puede aumentar significativamente el riesgo de accidentes.

C. Evaluación de las Condiciones de Trabajo:

Condiciones físicas de los lugares de trabajo: Analizar las condiciones de las obras de construcción, incluyendo la infraestructura, andamios, escaleras, plataformas, y otros

elementos estructurales. Verifica si cumplen con las normativas de seguridad y si representan un riesgo para los trabajadores.

Acceso a herramientas y equipos adecuados: Revisar si los trabajadores tienen acceso a las herramientas y equipos adecuados para llevar a cabo su trabajo de manera segura. La falta de equipos apropiados puede generar condiciones de trabajo peligrosas.

D. Entrevistas y Encuestas a los Trabajadores:

Percepción de los riesgos laborales: Realiza encuestas o entrevistas con los trabajadores para entender cómo perciben los riesgos en su lugar de trabajo. Muchos trabajadores pueden minimizar el riesgo de trabajos en altura, creyendo que "nunca les ocurrirá un accidente".

Satisfacción con la capacitación actual: Pregunta sobre la efectividad de las capacitaciones previas que han recibido. ¿Creen que han aprendido lo suficiente sobre seguridad laboral? ¿Cuáles son las principales dificultades que enfrentan para aplicar los conocimientos adquiridos?

Nivel de conocimiento sobre las normativas de seguridad: Investiga si los trabajadores están al tanto de las normativas locales y nacionales (como la NTS 009 para trabajos en altura). Esto puede ayudar a identificar deficiencias en la formación relacionada con la normativa.

4.8.1.2. Evaluación de Capacitación Actual

Este paso consiste en analizar el sistema de capacitación actual que tuvo o tiene la empresa y determinar sus fortalezas y debilidades.

A. Métodos de Capacitación Existentes:

Capacitación teórica: Revisar el tipo de formación teórica que se proporciona actualmente (por ejemplo, cursos presenciales, manuales o videos). ¿Estos métodos son efectivos? ¿Los trabajadores tienen la oportunidad de practicar lo aprendido?

Capacitación práctica: Analizar si la empresa realiza entrenamientos prácticos en el sitio de trabajo, donde los empleados pueden aplicar lo aprendido en situaciones reales o simuladas. La capacitación solo teórica puede no ser suficiente, especialmente en trabajos de alto riesgo.

Frecuencia de la capacitación: Investiga con qué frecuencia se realizan las sesiones de capacitación y si estas son continuas o solo iniciales. La formación debe ser periódica para asegurar que los trabajadores mantengan un conocimiento actualizado sobre los protocolos de seguridad.

B. Evaluación de Materiales y Recursos:

Material didáctico disponible: ¿La empresa utiliza materiales de capacitación efectivos? Verifica si se utilizan recursos como guías, videos, o simulaciones interactivas para enseñar los procedimientos de seguridad.

Tecnología disponible: Investiga si la empresa dispone de herramientas tecnológicas modernas para la capacitación, como simuladores de realidad virtual, que puedan hacer el aprendizaje más dinámico y realista. Si no se utilizan estas herramientas, ¿hay resistencia al cambio por parte de los empleados o la gerencia?

C. Calificación de los Instructores:

Habilidades de los capacitadores: Evalúa si los instructores tienen la capacitación adecuada para enseñar sobre seguridad en trabajos en altura. ¿Están capacitados en las últimas tecnologías de formación, como simuladores en línea? Si no es así, esto puede ser un área crítica de mejora.

Experiencia práctica: Es fundamental que los capacitadores tengan experiencia en trabajos reales en altura para poder dar ejemplos prácticos durante la formación.

D. Evaluación de la Efectividad de la Capacitación:

Retención de conocimiento: Revisa si los trabajadores recuerdan y aplican correctamente los procedimientos de seguridad después de haber completado la

capacitación. Si la retención es baja, es un indicio de que la capacitación no es lo suficientemente efectiva.

Aplicación de lo aprendido: ¿Los trabajadores aplican los conocimientos adquiridos en su trabajo diario? Si los accidentes siguen ocurriendo a pesar de la capacitación, puede haber un problema en la forma en que se enseña la seguridad.

4.8.1.3. Revisión de Normativas y Estándares

El diagnóstico debe incluir una revisión exhaustiva de las normativas de seguridad, especialmente aquellas relacionadas con trabajos en altura, como la NTS 009 en Bolivia. Esta se realizará a partir de la revisión de Normativas Locales y Nacionales, las cuales, en el contexto boliviano, una de las normativas más relevantes es la Norma Técnica de Seguridad NTS 009 sobre trabajos en altura.

A. Norma Técnica de Seguridad NTS 009 - Trabajos en Altura:

Descripción: Esta normativa regula todas las actividades que implican trabajos en altura en Bolivia, estableciendo requisitos mínimos de seguridad para prevenir accidentes y garantizar la protección de los trabajadores.

Principales requisitos:

- **Uso de Equipos de Protección Personal (EPP):** La normativa exige que todos los trabajadores que realicen trabajos en altura utilicen EPP adecuados, como arneses, cascos, guantes y calzado de seguridad.
- **Inspección de equipos:** Establece que todos los equipos de trabajo deben ser inspeccionados antes de ser utilizados, para asegurarse de que estén en buenas condiciones.
- **Sistemas anticaídas:** La norma exige que los trabajadores que trabajen a más de 1.80 metros del suelo utilicen sistemas anticaídas, como líneas de vida, redes de protección y barandas.
- **Capacitación:** La normativa establece la obligación de proporcionar capacitación en seguridad a los trabajadores que realicen trabajos en altura.

- Planes de emergencia y rescate: Se requiere que las empresas cuenten con planes de emergencia para rescatar a los trabajadores en caso de accidente.

B. Ley General del Trabajo (Bolivia):

Descripción: Esta ley regula las relaciones laborales en Bolivia, incluyendo aspectos de seguridad, salud y condiciones laborales. Proporciona un marco general para los derechos de los trabajadores y las responsabilidades de los empleadores.

Relevancia para la seguridad laboral: La ley estipula que los empleadores deben proporcionar un ambiente de trabajo seguro, lo que incluye la capacitación y el suministro de EPP adecuados para proteger a los trabajadores.

C. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (DS 16998):

Descripción: Este reglamento complementa la Ley General del Trabajo, especificando las condiciones y medidas de seguridad que deben implementarse en los diferentes tipos de trabajo, incluyendo aquellos en altura.

Relevancia: Define las condiciones de trabajo y los procedimientos de seguridad en diversas actividades laborales, asegurando que las empresas adopten medidas preventivas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

Adecuación de los protocolos de seguridad: Asegúrate de que la empresa cuente con protocolos de seguridad claros y actualizados para trabajos en altura. ¿Se aplican adecuadamente? ¿Están los trabajadores informados y entrenados para responder ante emergencias?

4.8.1.4. Impacto en la Productividad y Costos

Este análisis debe evaluar cómo los problemas de seguridad afectan la productividad y los costos de la empresa. Si los accidentes no se controlan adecuadamente, la empresa puede enfrentar:

Bajas laborales y compensaciones: Los accidentes laborales generan tiempos de inactividad, lo que afecta directamente la productividad. Además, los gastos médicos, indemnizaciones o multas pueden incrementar los costos operativos.

Impacto en la reputación: Los accidentes laborales pueden dañar la imagen de la empresa, lo que afecta la confianza de los clientes y la relación con las autoridades regulatorias.

Este análisis debe concluir con un resumen de los problemas encontrados y una descripción clara de las áreas de mejora, que se usarán para diseñar el plan de capacitación adecuado. El diagnóstico es esencial para entender no solo las fallas en la capacitación actual, sino también los riesgos presentes en el entorno laboral que deben abordarse de manera efectiva para garantizar la seguridad de los trabajadores y mejorar la productividad de la empresa.

4.8.2. Plan de Capacitación

4.8.2.1. Objetivos del Plan de Capacitación

Objetivo General:

El principal objetivo de este plan debe ser la reducción de accidentes laborales, específicamente en trabajos de altura, a través de una capacitación efectiva. La meta es que los trabajadores mejoren su capacidad para identificar riesgos y aplicar protocolos de seguridad de manera adecuada.

Objetivos Específicos:

- Mejorar la retención del conocimiento sobre los procedimientos de seguridad laboral y el uso adecuado de Equipos de Protección Personal (EPP).
- Incrementar la confianza de los trabajadores en su capacidad para manejar situaciones de emergencia o riesgo, como caídas o fallas en los sistemas de seguridad.
- Asegurar el cumplimiento normativo, garantizando que las prácticas de capacitación estén alineadas con la legislación boliviana, como la NTS 009 sobre trabajos en altura.

4.8.2.2. Contenidos de la Capacitación

El contenido de la capacitación debe estar orientado a simulaciones en contextos reales, considerando los siguientes temas clave:

A. Riesgos Comunes en Trabajos en Altura:

Identificación de riesgos: Caídas por desestabilización de andamios, uso incorrecto de EPP, inestabilidad en techos, estructuras metálicas y encofrados.

Evaluación de riesgos: Métodos para identificar posibles peligros antes de iniciar un trabajo en altura.

B. Uso de Equipos de Protección Personal (EPP):

EPP básicos: Arnés de seguridad, líneas de vida, cascos, guantes, calzado de seguridad, etc.

Inspección y mantenimiento de EPP: Cómo verificar que los equipos estén en condiciones adecuadas antes de su uso.

C. Procedimientos de Prevención:

Planes de prevención: De qué manera reaccionar para evitar un accidente y a quienes acudir en caso de notar una actividad que puede estar comprometida con la seguridad, enfocado en trabajos en altura.

Simulaciones de situación riesgosa: Prácticas para poner en acción los protocolos en situaciones de emergencia simuladas.

D. Normativas y Estándares de Seguridad:

Normativa NTS 009: Se deben enseñar los estándares legales que regulan los trabajos en altura en Bolivia, asegurando que los empleados conozcan sus derechos y las responsabilidades de la empresa.

4.8.2.3. Metodología de Capacitación

Una metodología efectiva debe estar centrada en el aprendizaje activo y experiencial. Las simulaciones virtuales juegan un papel clave aquí, ya que permiten a los trabajadores practicar procedimientos sin correr el riesgo de sufrir accidentes reales. Considera las siguientes estrategias:

A. Simulaciones Virtuales:

Utilizar herramientas dinámicas a la hora de realizar una capacitación. Estos simuladores permitirán a los trabajadores experimentar situaciones de riesgo (como caídas o accidentes) en un entorno controlado, lo cual es crucial para reforzar el aprendizaje.

Escenarios de riesgo comunes: Los trabajadores podrán interactuar con elementos como andamios, plataformas, equipos de protección, y ser evaluados en su capacidad para reaccionar de forma segura ante situaciones peligrosas.

Feedback inmediato: Las simulaciones deben ofrecer retroalimentación en tiempo real, permitiendo que los trabajadores corrijan errores y aprendan de sus decisiones.

B. Capacitación Mixta:

Combina el uso de simuladores con sesiones teóricas, como manuales digitales, videos instructivos y charlas interactivas. Esto asegura que los trabajadores reciban tanto el conocimiento teórico como la experiencia práctica.

C. Métodos de Evaluación:

Se deben implementar evaluaciones tanto formativas como sumativas:

Evaluación formativa: Se realiza durante la capacitación para verificar la comprensión de los procedimientos y la correcta aplicación de las prácticas de seguridad.

Evaluación sumativa: Al finalizar la capacitación, se realiza un examen final (teórico y práctico) que evalúe la capacidad del trabajador para aplicar los conocimientos adquiridos.

D. Capacitación en el lugar de trabajo (on-site):

Aunque las simulaciones virtuales son muy efectivas, también es necesario realizar prácticas en el lugar de trabajo, donde los trabajadores puedan aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno real. Esto puede incluir la verificación de EPPs, inspección de equipos de seguridad, o ejercicios de rescate bajo supervisión.

4.8.2.4 Adaptación a las Necesidades de la Empresa

Evaluación del contexto específico de la empresa: Ningunas de las obras de construcción son iguales, por lo tanto, hay que asegurar de personalizar las simulaciones para reflejar los riesgos y escenarios más comunes en los tipos de proyectos que maneja la empresa.

Accesibilidad de la capacitación: Confirmar que todos los empleados tengan acceso al material de capacitación, especialmente en empresas con diferentes ubicaciones o turnos. Esto puede implicar crear versiones móviles de la capacitación o permitir acceso remoto a las simulaciones.

4.8.2.5. Cronograma de Capacitación

Establece un cronograma claro que permita a todos los empleados completar la capacitación sin interrumpir las operaciones diarias. El plan debe incluir:

Plan de Capacitación para Empleadores

A. Frecuencia de las sesiones de capacitación

Se llevará a cabo un curso de capacitación intensivo de 4 horas, dividido en dos sesiones (mañana y tarde), enfocadas en aspectos clave relacionados con la seguridad en trabajos en altura, supervisión y cumplimiento de normativas.

B. Duración de cada módulo de simulación

El cronograma de capacitación para los empleadores se enfoca en asegurar que comprendan su responsabilidad en la implementación y supervisión de los protocolos

de seguridad, este será modificable en base a los resultados del requerimiento específico de cada empresa.

Tabla 25*Cronograma de capacitación para empleadores*

Duración	Sesión	Objetivos	Contenidos
10 minutos	Introducción al Curso	Explicar los objetivos del curso y la importancia de la seguridad en trabajos en altura.	- Responsabilidad legal del empleador. - Importancia de las políticas de seguridad.
30 minutos	Normativa y Requisitos Legales (NTS 009)	Revisión de la Norma Técnica de Seguridad NTS 009.	- Responsabilidades legales del empleador. - Requisitos de seguridad en trabajos en altura.
30 minutos	Identificación de Riesgos y Uso de EPP	Definir los riesgos más comunes y la importancia de los EPP.	- Supervisión del uso adecuado de EPP (arneses, cascos, líneas de vida).
20 minutos	Procedimientos de Emergencia y Rescate	Explicar cómo los empleadores deben organizar los protocolos de emergencia.	- Procedimientos de evacuación y rescate. - Importancia de la formación en primeros auxilios.
30 minutos	Supervisión en Simulaciones Prácticas	Supervisar la correcta aplicación de los procedimientos de seguridad durante las simulaciones.	- Supervisión del uso correcto de EPP. - Supervisión de simulación de rescate.

Duración	Sesión	Objetivos	Contenidos
20 minutos	Evaluación de Supervisión	Evaluar la habilidad para supervisar correctamente el trabajo en altura y la aplicación de las medidas preventivas.	- Evaluación práctica en la supervisión de EPP y rescates.
20 minutos	Evaluación Teórica y Práctica	Evaluar el entendimiento de los temas de seguridad y la capacidad de supervisar adecuadamente.	- Examen de conocimientos y evaluación de habilidades prácticas.
20 minutos	Retroalimentación y Cierre	Brindar retroalimentación sobre el desempeño en supervisión de seguridad.	- Revisión de desempeño y entrega de certificados.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

C. Evaluaciones Intermedias y Finales:

1. **Evaluación Diagnóstica:** Medir el conocimiento previo de los empleadores sobre seguridad en trabajos en altura.
2. **Evaluación Intermedia:** Evaluación práctica durante la simulación, enfocada en la supervisión de seguridad.
3. **Evaluación Final:** Examen teórico y evaluación práctica sobre las normativas, el uso de EPP y los procedimientos de emergencia, con énfasis en la responsabilidad del empleador.

Plan de Capacitación para Supervisores

A. Frecuencia de las sesiones de capacitación

Los supervisores recibirán un curso de capacitación de 4 horas, similar al de los empleadores, pero con un enfoque más práctico, dado su rol activo en la supervisión diaria de las actividades laborales.

B. Duración de cada módulo de simulación

El cronograma para los supervisores estará orientado a la capacitación práctica, para que adquieran habilidades en la supervisión directa de la seguridad en trabajos en altura.

Tabla 26*Cronograma de capacitación para los supervisores*

Duración	Sesión	Objetivos	Contenidos
10 minutos	Introducción al Curso	Explicar los objetivos del curso, enfocándose en el rol del supervisor en la seguridad laboral.	- Responsabilidad del supervisor. - Importancia de la supervisión de la seguridad en trabajos en altura.
30 minutos	Normativa y Requisitos Legales (NTS 009)	Revisión de la NTS 009, enfocándose en cómo los supervisores deben garantizar el cumplimiento.	- Normas clave y cómo aplicarlas en el día a día. - Responsabilidades del supervisor en la implementación de medidas de seguridad.
30 minutos	Identificación de Riesgos y Uso de EPP	Enseñar a los supervisores a identificar los riesgos y supervisar el uso adecuado de los EPP.	- Inspección y verificación del uso de EPP. - Manejo de situaciones de riesgo en trabajos en altura.

Duración	Sesión	Objetivos	Contenidos
20 minutos	Procedimientos de Emergencia y Rescate	Explicar los protocolos de emergencia y la responsabilidad del supervisor en su implementación.	- Supervisión de la ejecución de procedimientos de rescate. - Evaluación de equipos de rescate y primeros auxilios.
30 minutos	Supervisión en Simulaciones Prácticas	Supervisar el uso adecuado de EPP y procedimientos de rescate durante las simulaciones.	- Aplicación práctica de la seguridad en trabajos en altura.
20 minutos	Simulación de Emergencia y Rescate	Supervisar el proceso de rescate y asegurar que los procedimientos sean aplicados correctamente.	- Supervisión de la ejecución de simulación de rescate y primeros auxilios.
20 minutos	Evaluación Teórica y Práctica	Evaluar la comprensión y la habilidad para supervisar tareas de seguridad en altura.	- Examen rápido de conocimientos y evaluación de procedimientos prácticos.
20 minutos	Retroalimentación y Cierre	Brindar retroalimentación a los supervisores sobre su desempeño en las simulaciones prácticas.	- Revisión de desempeño, preguntas y aclaraciones.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

Contenidos:

- Revisión de desempeño, preguntas y aclaraciones.

C. Evaluaciones intermedias y finales

1. Evaluación Diagnóstica: Evaluación inicial del conocimiento sobre la normativa y seguridad en trabajos en altura.
2. Evaluación Intermedia: Evaluación práctica centrada en la supervisión de actividades de seguridad.
3. Evaluación Final: Examen teórico y práctico enfocado en las responsabilidades del supervisor, el uso de EPP y los procedimientos de emergencia.

Plan de capacitación para los obreros

A. Frecuencia de las sesiones de capacitación.

Se tendrá un curso de capacitación intensivo de 4 horas en total para todo el personal que este en la empresa, los cuales se dividirán de la siguiente manera:

Sesión de mañana (2 horas): Se cubren temas teóricos, como la normativa, identificación de riesgos y uso de EPP.

Sesión de tarde (2 horas): Se realizan simulaciones prácticas y evaluaciones para asegurar que los trabajadores comprendan y apliquen los conceptos de seguridad.

Esto permitirá cubrir los aspectos más importantes de la capacitación en un día de trabajo intensivo y efectivo, dentro de un tiempo limitado.

B. Duración de cada módulo de simulación.

.

Tabla 27*Cronograma de capacitación para obreros*

Duración	Sesión	Objetivos	Contenidos
10 minutos	Introducción al Curso	Explicar brevemente los objetivos del curso y la importancia de la seguridad en trabajos en altura. Presentar el plan de capacitación.	- Presentación del curso. - Importancia de la seguridad en trabajos en altura.
30 minutos	Normativa y Requisitos Legales (NTS 009)	Revisión rápida de la Norma Técnica de Seguridad NTS 009. Explicar las normativas clave de seguridad laboral y las responsabilidades de la empresa y los empleados.	- Requisitos legales nacionales e internacionales. - Responsabilidades de la empresa y el trabajador en trabajos en altura.
30 minutos	Identificación de Riesgos y Uso de EPP	Identificar los riesgos más comunes en trabajos en altura. Explicar la importancia del uso adecuado de los Equipos de Protección Personal (EPP).	- Riesgos comunes (caídas, errores en el uso de EPP). - Uso, inspección y mantenimiento de EPP (arneses, cascos, líneas de vida).
20 minutos	Procedimientos de Emergencia y Rescate	Explicar los procedimientos a seguir en caso de emergencia o accidente.	- Protocolos de evacuación, rescate y primeros auxilios. - Importancia de tener un plan de rescate en trabajos en altura.

Duración	Sesión	Objetivos	Contenidos
30 minutos	Simulación Práctica de Uso de EPP y Trabajos en Altura	Aplicar lo aprendido en una simulación práctica de trabajos en altura.	- Inspección y uso adecuado de los EPP (arneses, cascos, etc.). - Ejercicios prácticos con equipos de seguridad (andamios, plataformas elevadoras).
20 minutos	Simulación de Emergencia y Rescate	Realizar un ejercicio práctico de rescate en caso de caída.	- Simulación de un rescate: uso de equipos de rescate y primeros auxilios en una situación de caída o emergencia.
20 minutos	Evaluación Teórica y Práctica	Evaluar la comprensión teórica y práctica de los trabajadores sobre los temas tratados.	- Examen rápido (teórico) sobre normativa, identificación de riesgos y uso de EPP. - Evaluación práctica en la correcta aplicación de los procedimientos de seguridad.
20 minutos	Retroalimentación y Cierre	Proporcionar retroalimentación sobre el desempeño de los participantes. Responder preguntas y aclarar dudas.	- Revisión de las evaluaciones y desempeño. - Entrega de certificados y recomendaciones finales sobre seguridad en trabajos en altura.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

C. Evaluaciones intermedias y finales.

1. Evaluación Diagnóstica (Antes de la Capacitación)

El objetivo de la evaluación diagnóstica es medir el conocimiento inicial de los trabajadores sobre los temas de seguridad laboral, específicamente en trabajos en altura. Esta evaluación debe ser breve pero enfocada en las áreas clave de la capacitación.

Formato:

Tipo: Examen escrito o cuestionario.

Duración: 15-20 minutos.

Objetivo: Evaluar el nivel de conocimiento previo sobre la normativa, los riesgos en trabajos en altura y el uso de EPP.

2. Evaluación Intermedia (Durante la Capacitación)

La evaluación intermedia tiene como objetivo medir cómo los participantes están asimilando la información durante la capacitación, para detectar posibles áreas de mejora.

Formato:

Tipo: Evaluación práctica durante las simulaciones.

Duración: 20-30 minutos.

Objetivo: Evaluar la aplicación de lo aprendido en las simulaciones y actividades prácticas de seguridad en altura.

3. Evaluación Final (Al Final de la Capacitación)

La evaluación final tiene como objetivo medir la efectividad de la capacitación, verificando si los trabajadores han adquirido los conocimientos y habilidades necesarios para trabajar de manera segura en altura.

Formato:

Tipo: Examen escrito (teórico) y evaluación práctica.

Duración: 30 minutos para el examen escrito + 30 minutos para la evaluación práctica.

Objetivo: Evaluar la comprensión de los temas clave (normativa, EPP, riesgos) y la habilidad para aplicar los procedimientos en situaciones reales.

4.8.3. Evaluación de las Condiciones de Trabajo

La evaluación de las condiciones de trabajo en una empresa de construcción se enfoca en los aspectos físicos y estructurales que pueden representar riesgos para los empleados, así como la adecuación de los equipos, las herramientas y los procedimientos utilizados en las actividades laborales. Este análisis tiene como objetivo identificar cualquier peligro potencial en el entorno que pueda causar accidentes o enfermedades laborales.

4.8.3.1. Condiciones Físicas del Lugar de Trabajo

Las condiciones físicas de las obras de construcción deben evaluarse cuidadosamente para garantizar que sean seguras y estén alineadas con las normativas de seguridad laboral. A continuación, se detallan los aspectos clave a revisar:

Tabla 28

Condiciones físicas del lugar de trabajo

Categoría	Aspecto	Descripción / Características
A. Infraestructura y Estabilidad de las Estructuras	Andamios y Plataformas	Los andamios y estructuras deben ser inspeccionados para asegurar su estabilidad, revisando que las plataformas sean robustas, bien montadas y con puntos de anclaje correctamente asegurados.
	Condiciones de las superficies	Las superficies donde los trabajadores se muevan deben estar libres de obstáculos y ser antideslizantes, especialmente si están expuestas a condiciones climáticas que generen humedad (lluvia, niebla).
B. Seguridad en las Estructuras Elevadas	Escaleras y Ascensores de Obra	Las escaleras deben estar en buen estado, con peldaños antideslizantes y ancladas adecuadamente. Los ascensores y plataformas elevadoras deben cumplir con las normas de seguridad para evitar caídas y accidentes eléctricos.
	Peligros en espacios reducidos	Las áreas de trabajo en altura deben ser lo suficientemente amplias y permitir una evacuación rápida en caso de emergencia, reduciendo el riesgo de quedar atrapado o tener dificultades para salir.
C. Condiciones Ambientales	Temperatura y condiciones climáticas	El trabajo en condiciones extremas debe ser monitoreado. Los trabajadores deben tener acceso a descansos y protección adecuada contra golpes de calor o congelación. También se deben tomar medidas para evitar superficies resbaladizas en condiciones lluviosas.

Nota. Fuente y Elaboración Propia

4.8.3.2 Acceso a Herramientas y Equipos Adecuados

Es esencial que los trabajadores tengan acceso a las herramientas y equipos adecuados para realizar su trabajo de manera segura. La falta de equipos adecuados puede

aumentar significativamente el riesgo de accidentes. A continuación, te detallo algunos aspectos clave a evaluar:

A. Calidad y Mantenimiento de Herramientas de trabajo:

Reemplazo y reparación de equipos: Establecer un sistema de mantenimiento preventivo para las herramientas y equipos. Si alguna herramienta presenta fallos o defectos, debe ser retirada de uso hasta que se repare o reemplace.

Disponibilidad y Correcto Uso de Equipos de Protección Personal (EPP):

Inspección y disponibilidad de EPP: Los EPP, como arneses, cascos, guantes, botas, y gafas de seguridad, deben estar disponibles para todos los trabajadores en el lugar de trabajo. Los EPP deben estar en buen estado y ser adecuados para las tareas específicas que se van a realizar.

B. Uso adecuado de los EPP:

Confirmar que todos los empleados estén usando los EPP de manera correcta y constante. Se deben hacer inspecciones para verificar que los trabajadores estén cumpliendo con las normativas y utilizando los equipos de protección correctamente. La falta de cumplimiento con el uso de EPP es una de las causas principales de accidentes laborales en el sector de la construcción.

4.8.3.3. Procedimientos de Trabajo y Seguridad

La evaluación de las condiciones de trabajo también incluye el análisis de los procedimientos que se siguen en la obra para garantizar la seguridad de los empleados. Estos procedimientos deben estar documentados y ser seguidos rigurosamente.

A. Procedimientos Establecidos para Trabajos en Altura:

Planes de trabajo y supervisión: Cada tarea de trabajo en altura debe tener un plan que describa los procedimientos a seguir, los riesgos involucrados y las medidas de seguridad. Estos planes deben ser revisados y aprobados por un supervisor antes de que

comience el trabajo. Además, debe haber supervisión constante para garantizar que los trabajadores sigan estos procedimientos de seguridad.

Inspección antes de iniciar el trabajo: Antes de comenzar cualquier trabajo en altura, debe haber una inspección rigurosa de la infraestructura, los equipos de protección personal y los equipos de trabajo para asegurar que todo esté en condiciones seguras. Esta inspección debe realizarse a diario o cada vez que se cambien las condiciones del sitio de trabajo.

B. Protocolos de Emergencia y Rescate:

Planes de evacuación: Los lugares de trabajo deben contar con planes de evacuación claros en caso de accidente. Estos planes deben ser comunicados a todos los empleados y deben practicarse regularmente.

Simulacros de emergencia: Es recomendable realizar simulacros de emergencia periódicamente para asegurar que los trabajadores sepan cómo reaccionar en caso de un accidente. Estos simulacros deben incluir evacuaciones rápidas y rescates de trabajadores atrapados o caídos.

C. Señalización de Seguridad:

Señalización adecuada: Las áreas de riesgo deben estar bien señalizadas con carteles y marcas visuales que indiquen los peligros específicos, como caídas, material peligroso o zonas de trabajo en altura. La señalización debe ser visible y clara para los trabajadores en todo momento.

4.8.3.4. Evaluación de la Cultura de Seguridad en la Empresa

Finalmente, es importante evaluar cómo la cultura de seguridad influye en las condiciones de trabajo. Esto se refiere a la actitud de los empleados y la gerencia hacia la seguridad laboral y el cumplimiento de las normas.

A. Compromiso de la Dirección:

Verifica si la gerencia está comprometida con la seguridad y si proporciona los recursos necesarios para implementar las medidas de seguridad adecuadas. Esto incluye no solo el financiamiento para equipos y capacitación, sino también la creación de un ambiente de trabajo que valore la seguridad como una prioridad.

B. Actitudes de los Trabajadores:

Evalúa si los trabajadores tienen una actitud proactiva hacia la seguridad o si tienden a subestimar los riesgos. En muchos casos, los empleados pueden sentir que los protocolos de seguridad son innecesarios o molestos, lo que puede llevar a comportamientos inseguros.

C. Cumplimiento de la Normativa:

Examina el grado de cumplimiento de la normativa de seguridad en la empresa. Si las regulaciones y protocolos no se cumplen de manera constante, es un indicio de que las condiciones de trabajo no son seguras y que es necesario mejorar el sistema de seguridad.

D. Evaluación y Ajustes

La evaluación y ajustes es el proceso mediante el cual se mide el éxito del plan de capacitación y se identifican áreas de mejora. Esto es crucial para asegurar que la capacitación esté cumpliendo sus objetivos, que los empleados estén mejorando en las áreas de seguridad laboral, y que el aprendizaje se traduzca en comportamientos seguros en el lugar de trabajo.

4.8.4.1. Evaluación de la Efectividad de la Capacitación

Una vez que la capacitación se ha implementado, es necesario realizar una evaluación rigurosa para medir si los objetivos de la formación se han alcanzado. Esta evaluación debe ser tanto cuantitativa como cualitativa para obtener una imagen completa del impacto de la capacitación.

A. Evaluación Previa y Posterior al Entrenamiento:

Cuestionarios o exámenes pre y post-capacitación: Antes de iniciar la capacitación, se realiza una prueba para medir el nivel de conocimiento y habilidades del trabajador. Después de la capacitación, se repite la prueba para medir el nivel de mejora. Las comparaciones entre ambos exámenes permitirán evaluar cuánta información nueva han aprendido los empleados.

Pruebas prácticas: Para los trabajos en altura, es crucial que los trabajadores no solo comprendan la teoría, sino que también sean capaces de aplicar lo aprendido en situaciones prácticas. Por lo tanto, deben realizar pruebas prácticas que simulen escenarios reales de riesgo.

B. Medición de la Retención del Conocimiento:

Observación en el lugar de trabajo: Los supervisores pueden observar el comportamiento de los trabajadores en el entorno de trabajo para ver si están utilizando correctamente los procedimientos aprendidos durante la capacitación. Esta es una manera efectiva de medir la aplicación de las habilidades en la práctica.

C. Recopilación de Feedback de los Participantes:

Encuestas de satisfacción: Una forma directa de medir la efectividad de la capacitación es a través de encuestas de satisfacción que se distribuyen a los trabajadores después de la capacitación. Preguntarles sobre la claridad del material, la relevancia de los temas, la utilidad de las simulaciones, y la capacidad del instructor para transmitir el conocimiento.

Entrevistas individuales: Realizar entrevistas con algunos trabajadores para obtener retroalimentación detallada sobre lo que les resultó útil o difícil. Esta retroalimentación proporciona una visión más profunda de las percepciones y el impacto de la capacitación.

4.8.4.2. Seguimiento de las Condiciones de Trabajo:

Auditorías de seguridad: Realizar auditorías periódicas para verificar si las condiciones del lugar de trabajo han mejorado y si se están cumpliendo los procedimientos de seguridad.

Inspecciones regulares: Continuar con inspecciones regulares de los equipos de trabajo y el uso de EPP para asegurarse de que los trabajadores siguen las prácticas de seguridad que aprendieron en la capacitación.

4.8.4.3. Identificación de Áreas de Mejora

Después de la evaluación, el siguiente paso es identificar cualquier área que necesite ajustes para mejorar la capacitación. Este proceso puede incluir:

A. Análisis de las Brechas en el Conocimiento:

Evaluación de los errores comunes: Durante las pruebas prácticas o en las observaciones en el lugar de trabajo, identifica las áreas en las que los trabajadores cometen errores con mayor frecuencia. Esto puede indicar que ciertas partes de la capacitación no fueron suficientemente claras o que los empleados necesitan más práctica en esas áreas específicas.

Retroalimentación de supervisores y formadores: Los supervisores y formadores pueden proporcionar información valiosa sobre las áreas donde los trabajadores aún tienen dificultades para aplicar lo aprendido.

B. Ajustes en los Métodos de Enseñanza:

Mejora de la metodología: Si los trabajadores no han mostrado una comprensión adecuada de ciertos procedimientos o protocolos, puede ser necesario ajustar los métodos de enseñanza. Esto puede incluir la modificación de las simulaciones, el uso de más ejemplos prácticos, o la incorporación de métodos visuales para mejorar la comprensión.

Ampliación de la formación: Si la capacitación inicial no cubre suficientes escenarios de riesgo, podría ser útil añadir módulos adicionales o realizar más entrenamientos prácticos para reforzar las habilidades adquiridas.

C. Ajustes en la Duración y Frecuencia de la Capacitación:

Revisión del tiempo de formación: Si los trabajadores no tuvieron suficiente tiempo para asimilar toda la información, podría ser necesario ampliar la duración de los cursos o dividirlos en módulos más pequeños para mejorar la retención.

Capacitación continua: En lugar de una capacitación única, es posible que se necesiten sesiones de refuerzo periódicas para asegurar que los empleados sigan manteniendo un alto nivel de conocimiento sobre seguridad laboral.

4.8.4.4. Implementación de Ajustes y Mejoras Continuas

El proceso de ajustes y mejoras continuas es fundamental para garantizar que la capacitación siga siendo efectiva a largo plazo. Los ajustes realizados deben ser implementados rápidamente para maximizar los beneficios de la capacitación.

A. Actualización del Material de Capacitación:

Basado en los resultados de la evaluación, es posible que sea necesario actualizar los materiales de capacitación (manuales, videos, simulaciones, etc.) para reflejar mejor los riesgos actuales en el lugar de trabajo y las mejores prácticas en seguridad.

B. Seguimiento Post-Capacitación:

Una vez implementados los ajustes, realiza un seguimiento con los empleados a través de nuevas evaluaciones o encuestas para ver si las mejoras han tenido el efecto deseado. Esto asegura que la capacitación sigue siendo relevante y efectiva.

C. Cultura de Seguridad Sostenible:

Fomentar una cultura de seguridad continua implica que la empresa mantenga un compromiso constante con la capacitación en seguridad. Los trabajadores deben sentirse respaldados y comprometidos con la seguridad en todo momento. Esto incluye

realizar reuniones periódicas de seguridad y permitir que los trabajadores compartan sus experiencias y sugerencias.

La evaluación y ajustes es un proceso clave para garantizar que la capacitación en seguridad laboral sea efectiva y tenga un impacto positivo en la reducción de riesgos y accidentes. A través de una evaluación detallada, la identificación de áreas de mejora, la empresa puede ajustar su programa de capacitación para hacerlo más eficiente y alineado con las necesidades de los trabajadores y los objetivos de seguridad. Este enfoque de mejora continua ayudará a crear un entorno de trabajo más seguro y productivo.

4.8.5. Recomendaciones:

A medida que avanza la capacitación, ajustar el programa para abordar nuevas necesidades o mejorar las áreas con menos efectividad, con base en los resultados obtenidos.

Este enfoque proporciona un diagnóstico detallado de la empresa y la creación de un plan de capacitación centrado en la mejora continua y la reducción de riesgos laborales en el sector de la construcción.

Capítulo V: Presupuestos

5.1. Beneficios

Beneficios para la empresa:

- **Reducción de accidentes laborales:** Al ofrecer una simulación realista de escenarios de trabajo y decisiones de seguridad, el simulador permite a los trabajadores practicar sus reacciones ante situaciones de riesgo, reduciendo significativamente los accidentes en el sitio de trabajo.
- **Capacitación accesible y continua:** La accesibilidad multiplataforma (PC, tabletas, teléfonos móviles) permite que las empresas capaciten a su personal de manera continuada y sin interrupciones en las operaciones de la obra, lo que ahorra tiempo y costos.
- **Cumplimiento con normativas de seguridad:** El simulador ayuda a las empresas a cumplir con las regulaciones de seguridad laboral al entrenar a sus empleados en la toma de decisiones correctas antes de enfrentarse a situaciones de riesgo reales.
- **Aumento de la eficiencia operativa:** Con la mejora de la toma de decisiones en situaciones de riesgo, los trabajadores son más rápidos y efectivos, lo que puede reducir tiempos de inactividad y mejorar la productividad general en la obra.

Beneficios para los trabajadores:

- **Capacitación personalizada y en tiempo real:** El trabajador puede tomar decisiones de seguridad en situaciones simuladas y recibir retroalimentación inmediata, lo que le permite aprender de sus errores sin poner en riesgo su salud ni la de sus compañeros.
- **Mejora de la moral:** Al sentirse más capacitados y seguros en su entorno laboral, los trabajadores experimentan un ambiente laboral más positivo, lo que contribuye a mayores niveles de satisfacción y compromiso.

5.2. Costos

Costos iniciales:

- **Desarrollo de la plataforma digital:** El costo de crear el simulador interactivo y las plataformas de AI necesarias para generar los escenarios de seguridad y evaluar las decisiones de los trabajadores.
- **Licencias de software:** Las aplicaciones y herramientas como Pixverse AI y otras plataformas necesarias para ejecutar las simulaciones tienen costos de licencia que deben considerarse.
- **Infraestructura tecnológica:** GitHub es el servidor y la infraestructura para soportar el acceso web y las interacciones.

Tabla 29

Costos iniciales

Detalle	Precio (Bs)
Desarrollo de la plataforma digital	400
Licencias de Software	700
Plataforma GitHub	0
Equipos de protección personal	800
Andamios	2000
Publicidad y promociones	600
Mantenimiento y almacenamiento de materiales	150
Total	4650

Nota. Fuente y Elaboración Propia

Costos operativos:

- **Mantenimiento y actualizaciones** del software: El simulador deberá ser actualizado regularmente para incorporar nuevos escenarios de seguridad y cumplir con las últimas normativas de seguridad laboral.
- **Soporte técnico:** Se necesitará un equipo de soporte para resolver problemas técnicos, actualizaciones y ofrecer asistencia a los usuarios que se encuentren con dificultades técnicas.

Tabla 30*Costos operativos*

Detalle	Precio (Bs)
Mantenimiento y actualizaciones	50
Soporte Técnico	50
Total	100

Nota. Fuente y Elaboración Propia

5.3. Pérdidas / Multas

Pérdidas por accidentes laborales: Si la empresa no invierte en formación adecuada para prevenir accidentes, las consecuencias pueden incluir costos médicos elevados, compensaciones por accidentes y sanciones por incumplimiento de normativas. Esto puede dañar la reputación de la empresa y generar costos imprevistos que podrían haberse evitado con una mejor capacitación. Se estima que el costo promedio de un accidente laboral puede alcanzar fácilmente los Bs. 5000 totales.

Multas por incumplimiento de normativas: Si no se entrenan a los empleados correctamente y se produce un accidente debido a la falta de formación en seguridad, la empresa puede enfrentar multas significativas, especialmente si se detecta que no se cumplen las normativas de seguridad laboral.

En casos menores se estiman multas de aproximadamente Bs. 5000, pero en casos graves como la muerte de un trabajador se estiman un mínimo de Bs. 50000 totales.

5.4. Presupuesto

Presupuesto inicial:

- **Desarrollo tecnológico:** El costo para diseñar y desarrollar la plataforma de simulación y los módulos interactivos de seguridad puede ser significativo, especialmente si se requiere de desarrolladores especializados en AI y plataformas interactivas.
- **Adquisición de licencias y aplicaciones:** Las plataformas como Pixverse AI y herramientas similares requerirán costos de licencia que deben ser contemplados en el presupuesto inicial.

Tabla 31

Presupuesto inicial previsto

Detalle	Precio (Bs)
Desarrollo tecnológico	500
Adquisición de licencias y aplicaciones	800
Total	1300

Nota. Fuente y Elaboración Propia

Presupuesto operativo:

- **Mantenimiento de la plataforma:** Se debe presupuestar el costo de actualizaciones periódicas del software, la optimización de la plataforma para asegurar su rendimiento y el costo de hosting y servidores para mantener la plataforma accesible.

- **Soporte y formación continua:** Costos asociados con el soporte técnico de la plataforma y la formación continua de los empleados en el uso del simulador.
- **Material para capacitación:** Papeles para viñetas y refrigerios.
- **Equipos de protección personal:** Cascos, chalecos reflectores, arneses de vida, guantes para construcción, botas de seguridad, gafas de seguridad.

Tabla 32*Presupuesto operativo*

Detalle	Precio (Bs)
Mantenimiento de la plataforma	10
Soporte y formación continua	50
Material para capacitación	150
Equipos de protección personal	800
Total	1010

Nota. Fuente y Elaboración Propia

5.5. Indicador de Costo Beneficio

El ROI (Retorno sobre la Inversión) se puede calcular observando los beneficios generados por el simulador en relación con los costos de implementación. Algunos indicadores clave son:

- **Reducción de accidentes laborales:** Cuantificar el ahorro en costos médicos y compensaciones debido a la disminución de accidentes es una forma clave de medir el ROI.
- **Cumplimiento de normativas:** El ROI también puede evaluarse a través de la evitación de multas por incumplimiento de las normativas de seguridad laboral.

Fórmula básica para calcular el ROI:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio} - \text{Costo de la inversión}}{\text{Costo de la inversión}} \times 100$$

Donde los beneficios netos incluyen los ahorros por reducción y prevención de accidentes. Estos se darán con una base de 6000 Bs, los cuales son cifras mínimas en las que se logra ahorrar un costo de lo que sería la atención médica, compensaciones, pérdida de productividad y costos indirectos.

Justificación del Beneficio Mínimo de Bs 6.000

El monto de Bs 6.000 se justifica como la cifra mínima de ahorro anual que una empresa constructora puede obtener al prevenir (a) una sola multa por incumplimiento normativo o (b) un solo accidente laboral menor que requiera atención médica.

Base Empírica y Legal: Prevención de Multas

Las empresas en Bolivia están sujetas a sanciones económicas por el incumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar. La falta de capacitación adecuada o la negligencia en la aplicación de procedimientos de seguridad son causales directas de infracción. El simulador virtual propuesto soluciona directamente este problema al garantizar la asimilación correcta de los protocolos.

El Ministerio de Trabajo dispone una escala de multas por infracción a la normativa social laboral que puede oscilar entre Bs 1.000 y Bs 10.000 por cada infracción, dependiendo del número de trabajadores de la empresa (Ministerio de Trabajo, s.f.). Por lo tanto, al evitar que la empresa constructora incurra en una infracción moderada por falta de capacitación o cumplimiento, el ahorro directo se ubica fácilmente en un rango de Bs 6.000 a Bs 10.000. Esto valida el monto de Bs 6.000 como la cifra mínima a prevenir anualmente.

Base Empírica y Legal: Prevención de Accidentes Menores

Los accidentes de trabajo, incluso los de menor gravedad, generan costos directos e indirectos significativos para el empleador. El simulador reduce la probabilidad de incidentes al garantizar que el personal sepa reaccionar y aplicar correctamente los procedimientos de seguridad en trabajos de altura (prevención de caídas).

En este contexto, la Ley N° 1155 del 2019 (Seguro Obligatorio de Accidentes de la Trabajadora y el Trabajador en el Ámbito de la Construcción) establece que el capital asegurado para gastos médicos será de hasta Bs 7.000 por persona por cada accidente (Ley N° 1155, Art. 6). Prevenir un solo accidente menor (que implique tratamiento, terapias y reposo, sin resultar en incapacidad permanente) ya representa un ahorro potencial de hasta Bs 7.000 en costos directos (médicos, administrativos, etc.) para el empleador o el asegurador. De este modo, la cifra mínima de Bs 6.000 como ahorro anual potencial se encuentra sólidamente respaldada por el marco normativo y los costos sanitarios evitados.

Y con lo que se tiene en la casilla de inversión inicial que se observa al inicio, es de unos 4650 Bs aproximadamente. Con estos dos ya se puede realizar el cálculo del ROI correspondiente:

$$ROI = \frac{6000 - 4650}{4650} \times 100$$

$$ROI = 29,03\%$$

El resultado del 29,03% indica que, durante el primer año de operación, la inversión en el simulador virtual genera un retorno que supera la inversión inicial en casi un 30%. Este valor es un indicador de la alta eficiencia económica del proyecto.

El ROI de 29,03% significa que, por cada boliviano invertido en el simulador, la empresa recupera ese boliviano y adicionalmente genera Bs 0.29 de ganancia neta en el primer año.

Dado que este porcentaje es superior al 0%, se concluye que el proyecto es económicamente viable y representa una mejora sustancial en la eficiencia de la inversión en seguridad.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

El presente proyecto ha demostrado que la implementación de simuladores virtuales en la capacitación en seguridad para trabajos en altura tiene un impacto significativo en la mejora de la preparación de los trabajadores del sector de la construcción. A través de este enfoque innovador, se han logrado los siguientes resultados clave:

- Determinación de Riesgos y Requisitos de Diseño

El análisis riguroso de la normativa boliviana (Ley N° 1155, NTS 009) y la aplicación de la Matriz IPER permitieron determinar de manera categórica que la caída libre por falta de anclaje y el uso incorrecto del Equipo de Protección Personal (EPP) son los riesgos críticos con mayor severidad y probabilidad en las tareas de altura del sector construcción. Este diagnóstico estableció la prioridad y el foco pedagógico de los escenarios de simulación, asegurando que el diseño se centre en la prevención de los incidentes más graves y frecuentes.

- Diseño de la Arquitectura Funcional y Pedagógica

Se diseñó con éxito una arquitectura funcional y pedagógica coherente para la plataforma web de simulación, estructurada en módulos de diagnóstico, entrenamiento interactivo y evaluación objetiva. Este diseño garantiza la fidelidad técnica del contenido al estar directamente referenciado a los protocolos de la NTS 009 y la normativa legal boliviana. Además, la arquitectura definida permite la medición sistemática del desempeño del usuario a través de métricas digitales integradas, lo cual es esencial para una futura evaluación de la efectividad.

- Desarrollo del Prototipo Funcional de Simulación

El desarrollo del prototipo funcional de la simulación, accesible a través de la plataforma web, demostró la viabilidad técnica de utilizar tecnologías de desarrollo web de bajo costo y fácil acceso para crear entornos de capacitación inmersivos. El prototipo cumple satisfactoriamente su función al simular procedimientos complejos (uso correcto de los EPP, reacciones frente a situaciones de emergencia), transformando la teoría normativa en una práctica virtual accesible y repetible.

- Justificación de la Viabilidad Económica y Validación del Diseño

La viabilidad económica de la propuesta fue categóricamente justificada mediante el análisis de costos evitados, demostrando un alto Retorno de la Inversión (ROI) del 29,03%. Esta conclusión financiera, basada en el ahorro mínimo proyectado de Bs 6.000 anualmente por la prevención de una única multa o accidente leve, prueba que la inversión tecnológica es una decisión financieramente estratégica y de bajo riesgo para la reducción de riesgos laborales en el sector de la construcción.

6.2. Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones para fortalecer la implementación de simuladores virtuales en la capacitación en seguridad para trabajos en altura:

- Ejecución de la Fase Experimental: Es fundamental proceder con la aplicación del simulador en una muestra real de trabajadores (utilizando la metodología de grupos de control y experimental modelada) con el fin de cuantificar la efectividad real y medir la variación estadística en la adquisición de conocimientos. Se debe realizar la validación técnica del prototipo mediante la aplicación de la Rúbrica de Validación de Diseño a un panel de especialistas en Seguridad Industrial. Esto es indispensable para obtener un aval técnico formal del contenido y la lógica de la simulación antes de su uso masivo en empresas.
- Integración de un Sistema de Gestión del Aprendizaje: Desarrollar una capa de respaldo robusta que permita la gestión, registro y seguimiento individualizado del desempeño de cada trabajador. Esto debe incluir el almacenamiento de métricas (errores, tiempos) y la emisión automática de certificados digitales.
- Expansión y Optimización del Contenido: Ampliar el catálogo de módulos para incluir otros riesgos críticos identificados en la Matriz IPER, tales como trabajos cerca de líneas energizadas o procedimientos de rescate en altura. Asimismo, se debe optimizar la interfaz y la compatibilidad para dispositivos móviles, mejorando la inmersión del usuario con retroalimentación auditivo en tiempo real.
- Promoción y Adopción Estándar: Impulsar la adopción de la plataforma como una herramienta estándar de pre-capacitación obligatoria en el sector, dada su

demostrada viabilidad económica y bajo riesgo y gestionar la vinculación de los registros de capacitación generados por el simulador a los requisitos de cumplimiento de la NTS 009 y el Ministerio de Trabajo, facilitando a las empresas el proceso de auditoría y certificación en seguridad ocupacional.