

Control de riesgos mecánicos y químicos en la etapa de carpintería de aluminio de la construcción del centro comercial Mindalae, Otavalo-Imbabura

Control of mechanical and chemical risks in the aluminum carpentry stage of the construction of Mindalae shopping center, Otavalo-Imbabura

Controle de riscos mecânicos e químicos na etapa de carpintaria de alumínio da construção do shopping center Mindalae, Otavalo-Imbabura.

Flores Balseca, Sonia Damaris

Escuela Politécnica Nacional

sonia.flores@epn.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-1507-8569>



Vallejo Tejada, Pablo Alberto

Escuela Politécnica Nacional

pablo.vallejo@epn.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7770-0185>



 **DOI / URL:** <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE2/220>

Como citar:

Flores Balseca, S. D. & Vallejo Tejada, P. A. (2023). Control de riesgos mecánicos y químicos en la etapa de carpintería de aluminio en la Construcción del Centro Comercial Mindalae, Otavalo-Imbabura. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E2), 1287-1307.

Recibido: 07/07/2023

Aceptado: 27/08/2023

Publicado: 29/09/2023

Resumen

Este trabajo describe la evaluación y control de los riesgos mecánicos y químicos presentes durante la etapa de carpintería de aluminio en la construcción del centro comercial Mindalae. La identificación de peligros se realizó a través de la caracterización de procesos, la verificación de aptitud del personal y la determinación de condiciones y actos subestándares. Para el análisis y la evaluación de riesgos se empleó el método William Fine, mediante el cual se determinó que existen riesgos no tolerables en las actividades de instalación de vidrios, puntos fijos, marcos y pulida de cantos. Para reducir el nivel de riesgo se tomaron las siguientes acciones: sustitución de la amoladora; implementación del permiso de trabajo en alturas; modificación del transporte de vidrio, campañas de concientización de uso de EPP e implementación de bases de la metodología 5S. La reevaluación de riesgos posterior a la implementación de estas actividades mostró una reducción del riesgo hasta la categoría de tolerable. En la evaluación de la línea base de los indicadores de desempeño del sistema se obtuvieron los siguientes resultados: índice de frecuencia 3551,7 incidentes/200000 horas-persona, índice de gravedad 122,2 horas perdidas/200000 horas-persona, tasa de riesgo 0,03 horas perdidas/incidentes y una productividad de 0,15 m² /horas-persona.

Palabras clave: Seguridad Industrial, Riesgos, William Fine

Abstract

This work describes the evaluation and control of mechanical and chemical risks present during the aluminum carpentry stage in the construction of the Mindalae shopping center. Hazards were identified through the characterization of processes, the verification of personnel aptitude and the determination of substandard conditions and acts. The William Fine method was used for the risk analysis and evaluation, which determined the existence of non-tolerable risks in the activities of glass installation, fixed points, frames, and edge polishing. The following actions were taken to reduce the level of risk: replacement of the grinder; implementation of the work at heights permit; modification of the glass transport system; awareness campaigns on the use of PPE; and implementation of the 5S methodology. The risk reassessment following the implementation of these activities showed a risk reduction to the tolerable category. The baseline evaluation of the system's performance indicators showed the following results: frequency rate 3551.7 incidents/200000 person-hours, severity rate 122.2 lost hours/200000 person-hours, risk rate 0.03 lost hours/incidents and a productivity of 0.15 m² /person-hours

Keywords: Industrial Safety, Risks, William Fine

Resumo

Este trabalho descreve a avaliação e o controle dos riscos mecânicos e químicos presentes durante a etapa de carpintaria de alumínio na construção do shopping center Mindalae. Os perigos foram identificados por meio da caracterização dos processos, da verificação da aptidão do pessoal e da determinação de condições e atos fora do padrão. O método William Fine foi usado para a análise e avaliação de riscos, que determinou a existência de riscos não toleráveis nas atividades de instalação de vidros, pontos fixos, molduras e polimento de bordas. As seguintes ações foram tomadas para reduzir o nível de risco: substituição da esmerilhadeira; implementação da permissão de trabalho em altura; modificação do transporte de vidros, campanhas de conscientização sobre o uso de EPIs e implementação da metodologia 5S. A reavaliação do risco após a implementação dessas atividades mostrou uma redução do risco para a categoria tolerável. A avaliação da linha de base dos indicadores de desempenho do sistema mostrou os seguintes resultados: taxa de frequência de 3551,7 incidentes/200000 pessoas-hora, taxa de gravidade de 122,2 horas perdidas/200000 pessoas-hora, taxa de risco de 0,03 horas perdidas/incidentes e uma produtividade de 0,15 m² /pessoas-hora.

Palavras-chave: Segurança industrial, Riscos, William Fine

Introducción

En el Ecuador, el sector de la construcción es una de las cinco industrias pilares que dinamizan la economía del país y que mayor aportan al Producto Interno Bruto; no obstante, es una de las actividades que presenta mayor probabilidad de generación de accidentes laborales y un mayor índice de mortalidad; en cierta manera, porque se ve afectada por un bajo nivel de instrucción y calificación de la mano de obra (Morales, Pacheco y Viera; 2021, p. 35). Solo en el 2020, se reportaron al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) 236 accidentes laborales en esta industria (Seguro de Riesgos Laborales, 2021). Considerando que las estadísticas generales de todas las actividades laborales revelan que en promedio se reportan 2 de cada 100 accidentes ocurridos, las cifras de accidentabilidad denotan la vulnerabilidad que puede sufrir el sector (Ordoñez, Garcés, Villares, 2017, p. 895).

Repujados Metálicos Ecuador (RMDE) es una microempresa dedicada entre otros al diseño e instalación de estructuras en acero inoxidable, vidrio templado y aluminio. Para la ejecución de la etapa de carpintería de aluminio del centro comercial Mindalae, la empresa contrató alrededor de 10 trabajadores, los cuales se ven expuestos a los riesgos asociados al sector. Desde la apertura de actividades económicas de la empresa en el 2019 hasta el momento, no se reportan accidentes o enfermedades laborales derivadas de la ejecución de los proyectos; sin embargo, han existido incidentes tales como: quemaduras por soldadura, quemadura por químicos, caídas al mismo y distinto nivel, cortes, golpes, y demás, que han reducido la productividad de la empresa y que de acuerdo con la pirámide de Bird, podrían eventualmente causar un accidente fatal.

Según lo expuesto, este trabajo tiene como objetivo general establecer controles durante la ejecución de la fase de carpintería de aluminio de la construcción del centro comercial Mindalae, que minimicen el riesgo de accidentes laborales relacionados con los factores mecánicos y químicos a través de la determinación de las condiciones de trabajo, las

características de las operaciones y la identificación de los peligros asociados, evaluando los riesgos relacionados a las actividades de carpintería de aluminio con el fin de proponer y ejecutar actividades de control y estableciendo indicadores que permitan evaluar la gestión de control de riesgos y medir el desempeño del sistema. La aplicación de medidas de protección y prevención, no solo resguardan la vida y salud de los trabajadores, si no también, evitan las pérdidas económicas generadas por incidentes y accidentes, la disminución de la productividad, el daño a la imagen comercial y la pérdida de la reputación empresarial.

Metodología

La investigación se realizó en las instalaciones del proyecto durante las trece semanas que tomó la ejecución de la etapa de carpintería de aluminio. En el proyecto se encontraban expuestos alrededor de 10 trabajadores los cuales constituyen la población de estudio. La construcción tenía un área aproximada de 10 000 m² distribuida en dos plantas con 5 locales comerciales en el primer piso y 1 en el segundo. Para la identificación de peligros se empleó una metodología cualitativa que incluyó: entrevistas para la caracterización de los procesos; una revisión documental del descriptivo de cargo, actividades asignadas y hoja de vida para la determinación de la aptitud de los colaboradores y una liberación de cargo a través de una evaluación técnica; inspecciones diarias de seguridad para la determinación de actos y condiciones subestándar apoyadas en una lista de verificación y en la asignación de áreas para una mejor gestión, lo cual se detalla en la tabla 1.

Tabla 1

Designación de áreas para inspecciones de seguridad

Descripción del espacio	Designación de área
Ingreso de trabajadores, parqueadero	Área 7
Segundo piso	Área 6
Local N5	Área 5
Local N4	Área 4
Local N3	Área 3

Local N2	Área 2
Local N1	Área 1

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

La metodología de tipo cuantitativa se empleó para el análisis, evaluación de riesgos y el establecimiento de la línea base de los indicadores de gestión. La evaluación de riesgos mecánicos y químicos relacionados con quemaduras se realizó a través del método William Fine, el cual incluye en el análisis los parámetros de probabilidad, frecuencia y exposición para la cuantificación del riesgo. Una vez determinados los riesgos se establecieron medidas de control considerando la jerarquía de control: eliminar el peligro; sustituir operaciones, materiales o equipos; controles de ingeniería; controles administrativos; uso de EPP, conforme se menciona en la norma ISO 45001 versión 2018. En concordancia con la disponibilidad o no de recursos, algunos controles fueron únicamente propuestos a fin de que las medidas establecidas se ejecuten en otro proyecto de similares condiciones.

A fin de medir la eficacia de las acciones implementadas para minimizar el riesgo de accidentes de tipo mecánico, químico y como una línea base del desempeño del sistema, se establecieron los indicadores de gestión de índice de frecuencia (IF), índice de gravedad (IG), tasa de riesgo (TR) y productividad; los tres primeros indicadores son de carácter obligatorio en la legislación ecuatoriana, la base legal aplicable al caso es la Resolución C.D. 513; mientras que, el último indicador mide lo producido versus los medios empleados relacionándolos con el tiempo incurrido cuando se presentan incidentes o accidentes laborales. La data se obtuvo de los registros diarios de incidentes o accidentes generados durante las operaciones. Para objeto de este estudio, el indicador de frecuencia considera los incidentes ocurridos durante la obra y no solamente los accidentes como propone el indicador en la legislatura; así mismo, el indicador de gravedad toma en cuenta las horas perdidas en lugar de los días perdidos, adicionalmente se emplea la expresión “horas persona” en lugar de “H-H/M” para adaptarse al contexto de la empresa. De este modo, el cálculo de se realiza bajo las siguientes ecuaciones: $IF = \text{incidentes} /$

200 000 horas-persona; IG= horas perdidas/ 200 000 horas-persona; TR = IG/IF; productividad = m² instalados/ hora-persona.

Resultados

1.1 Identificación de peligros. Caracterización de procesos

Se determinaron dos procesos y su caracterización se presenta en la tabla 2 y 3.

Tabla 2

Caracterización del proceso de instalación de perfilera y vidrios

CONTOLES		REQUISITOS LEGALES	
PROCEDIMIENTOS	PLANES	INDICADORES	Normativas de construcción Contrato
NA	Cronograma de avance de obra	IF (Índice de frecuencia) IG (Índice de gravedad) TR (Tasa de riesgo) Productividad	
INSTALACIÓN DE PERFILERÍA Y VIDRIO			
NOMBRE DEL PROCESO	SUBPROCESOS	ENTRADAS	SALIDAS
Supervisor de obra	Corte de perfilera Ensamblaje de perfilera Instalación de marcos Corte de vidrios y pulida de cantos Instalación de vidrio Colocación de embutidor y sellado	Ventanas Perfiles Vidrios	Ventanas con marcos y vidrios
RECURSOS			
PERSONAL	INFRAESTRUCTURA / EQUIPOS	INFORMACIÓN DOCUMENTADA	MATERIALES / INSUMOS / OTROS
Maestro mayor (Aluminiero) Ayudantes de obra	Flexómetro manual y digital Mesa de corte Caballette Cortadora de aluminio y vidrio Atornilladora Taladro Pulidor Ventosas Embutidor Amoladora	Manual de uso de cortadora Manual de uso de pulidor Manual de uso de taladro	Perfilería Tornillos Brocas Silicona Diésel Martillo de goma Disco de felpa Vinil de poliestireno Pistola de silicona Cunta, esponja

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Tabla 3
Caracterización del proceso de instalación de mamparas de vidrio templado

CONTROLES	
PROCEDIMIENTOS	REQUISITOS LEGALES
PLANES Cronograma de avance de obra	Normativas de construcción Contrato
INDICADORES IF (índice de frecuencia) IG (índice de gravedad) TR (tasa de riesgo) Productividad	
NOMBRE DEL PROCESO INSTALACIÓN DE MAMPARAS DE VIDRIO, CUERPOS FIJOS Y MÓVILES	
RESPONSABLE Supervisor de obra	SALIDAS Mamparas
SUBPROCESOS Diseño de vidrios Instalación de puntos fijos Instalación de vidrios Sellados	ENTRADAS Vidrio templado Accesorios
RECURSOS	
PERSONAL Maestro mayor Ayudantes de obra	MATERIALES / INSUMOS / OTROS Brocas Tacos Tornillos Accesorios en acero inoxidable Tubos
INFRAESTRUCTURA / EQUIPOS Flexómetro manual y digital Taladro Cortadora	INFORMACIÓN DOCUMENTADA Manual de uso taladro Manual de uso cortadora

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

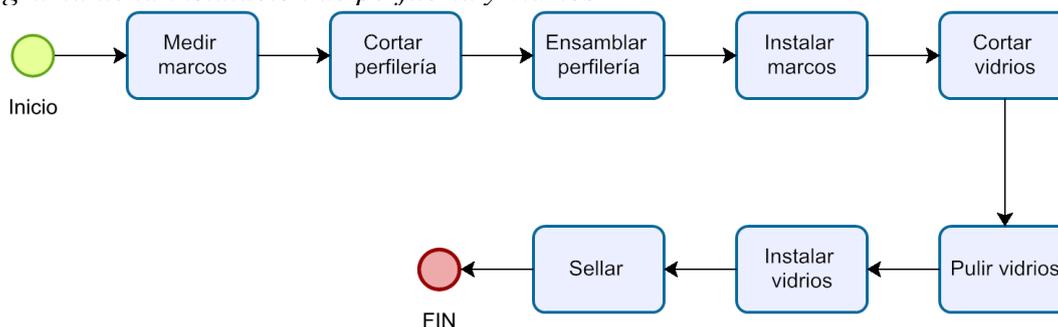
Según la tabla 3, el proceso de perfilería corresponde a la colocación de marcos y vidrios en las ventanas a través de las actividades de corte, ensamble, instalación y sellado. Estas actividades se controlan a través del cronograma de avance de obra y los indicadores de seguridad y productividad. Entre las herramientas que se emplean se tiene la atornilladora, cortadora de aluminio/vidrio y taladro. Para el desarrollo del proceso se requiere de un supervisor de obra, un maestro mayor con conocimiento en el área del aluminio y ayudantes de obra, los cuales para el apropiado manejo del herramental deben tener la experiencia requerida en el campo.

El proceso de instalación de mamparas denotado en la tabla 4, es un proceso que requiere los mismos controles y el mismo recurso humano que el proceso de perfilería; sin embargo, este proceso inicia con un diseño y cálculo previo al corte, además, entre las actividades más complejas identificadas están el transporte y colocación de vidrio templado junto con el uso de la cortadora.

Para un mejor entendimiento, se presenta en la figura 1 y figura 2 el flujograma correspondiente a cada proceso.

Figura 1

Flujograma de la instalación de perfilería y vidrios



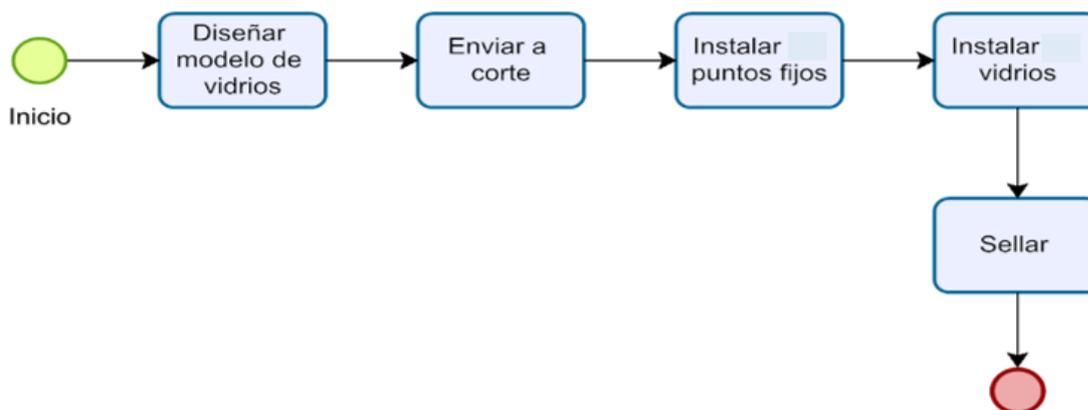
Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

De acuerdo con la figura 1, el flujo de trabajo inició con la medición de marcos, lo cual requirió de un flexómetro manual y digital; el corte de perfilería se realizó con una cortadora que disponía de guardas de seguridad y barras que permitieron un buen anclaje; posteriormente se realizó el ensamble de perfilería que implica armar el marco del vidrio; enseguida se realizó el

corte del vidrio a través de un toyo y la pulida de cantos mediante un moldeador angular con disco de felpa de grano de 120; finalmente se colocó el vidrio empleando ventosas se embutió y selló con silicona estructural.

Figura 2

Flujograma de la instalación de mamparas y vidrio, cuerpos fijos y móviles



Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Con respecto a la instalación de mamparas, una vez identificadas las medidas de los espacios, se realizó un diseño y el modelado de vidrios a través de un software para luego enviar a corte. En el vidrio se marcaron los lugares en los cuales se realizarían las perforaciones para la instalación de los puntos fijos, así como en el suelo donde se anclaron. Posteriormente se realizó la instalación de vidrios empleando y sellado.

1.2 Identificación de peligros. Descripción del puesto y aptitud

Conforme los resultados de la tabla 4, todos los trabajadores cumplen con la aptitud para el desarrollo de sus actividades.

1.3 Identificación de peligros. Condiciones de trabajo

El detalle de las condiciones inseguras de mayor frecuencia en la obra se presenta en la tabla 5; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; mientras que, el análisis por área y el número de eventos en los cuales se presentó la condición subestándar se muestra en la figura 3

Tabla 4
Resultados de la evaluación de aptitud

N	Cargo	Revisión proceso y descriptivos de cargo	Descripción de cargo-Hoja de vida	Evaluación de aptitudes	Apto
1	Supervisor de obra	✓	✓	✓	Si
2	Maestro mayor (aluminiero)	✓	✓	✓	Si
3	Maestro mayor	✓	✓	✓	Si
4	Ayudante de obra 1	✓	✓	✓	Si
5	Ayudante de obra 2	✓	✓	✓	Si
6	Ayudante de obra 3	✓	✓	✓	Si
7	Ayudante de obra 4	✓	✓	✓	Si
8	Ayudante de obra 5	✓	✓	✓	Si
9	Ayudante de obra 6	✓	✓	✓	Si
10	Ayudante de obra 7	✓	✓	✓	Si

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

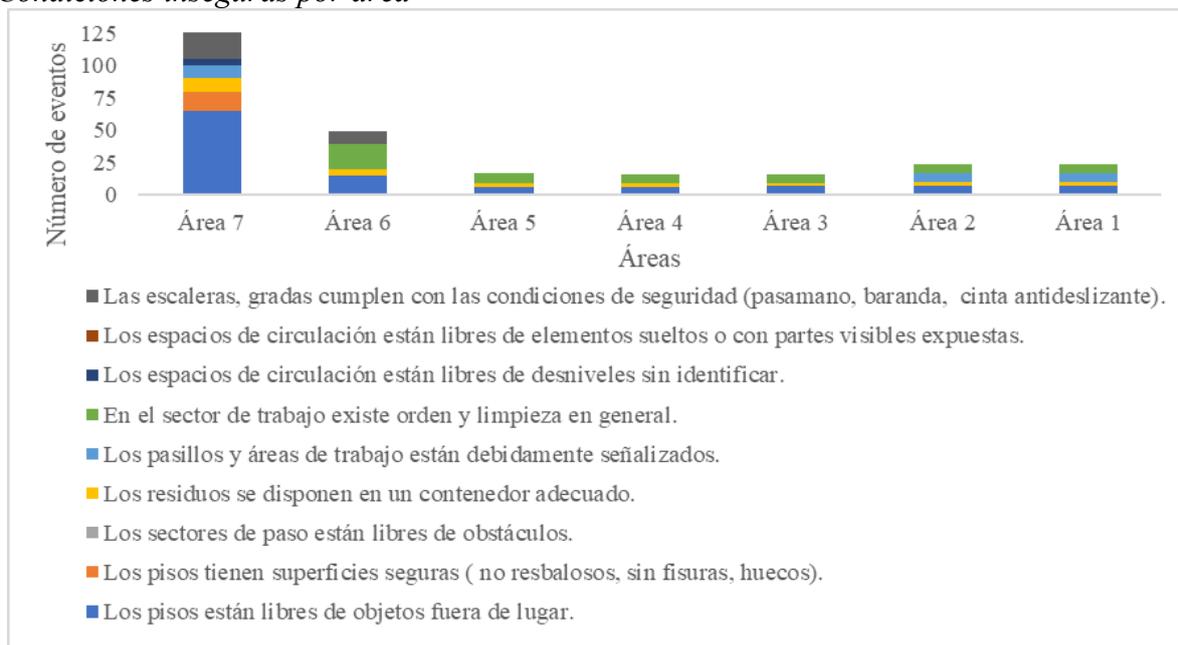
Tabla 5
Condiciones inseguras más frecuentes en la obra

Condición insegura	Frecuencia (eventos)
Pisos con objetos fuera de lugar	113
Falta de orden y limpieza	55
Gradas, escaleras no cumplen condiciones de seguridad	40

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Según la información de la tabla 5, los pisos con objetos fuera de lugar fue la condición que mas número de eventos presentó. A fin de mitigar la repetición de estas condiciones inseguras, se trabajó en la cultura de los trabajadores y a la par, una vez identificada se dispuso a eliminarla y registrarla con objeto de seguimiento.

Figura 3
Condiciones inseguras por área



Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

En relación con los actos inseguros, en la tabla 6 se presentan aquellos de mayor frecuencia. Los resultados denotan que el uso inadecuado de EPP fue el evento con más repeticiones. Para abordar este peligro se trabajó con concientización y capacitación sobre el uso y buen uso de EPP. Al igual que con las condiciones inseguras, una vez identificado el acto subestándar, este era corregido de inmediato y registrado a modo de seguimiento.

Tabla 6
Actos inseguros más frecuentes en la obra

Acto inseguro	Frecuencia (eventos)
Uso inadecuado de EPP	77
No uso de EPP	19
Utilizar equipos, herramientas defectuosas	11

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

1.4 Evaluación y control de riesgos

A continuación, en la figura 4 y 5 se muestra un resumen de los riesgos identificados en los procesos de instalación de perfilería y vidrio e instalación de mamparas y partes móviles.

Tabla 7

Acciones propuestas para gestión de riesgos no tolerables en el proceso de instalación de perfilería

Subproceso	Descripción del peligro	Acción	Tipo de control	Ejecutado /Propuesto
Instalación de marcos, vidrios, colocación de embutidor, sellado	Caídas de personas a distinto nivel	Adquisición de un nuevo arnés de seguridad.	EPP	Propuesto
	Trabajos en altura	Implementar el documento “Permiso para trabajo en alturas”.	Administrativo	Ejecutado
		Realizar capacitación sobre riesgos en alturas.		
Instalación de vidrios	Caídas de personas al mismo nivel/ Caída de objetos en manipulación	Revisión de áreas previa carga del vidrio.	Administrativo	Ejecutado
		Concientización sobre 5S		
	Concientización sobre el buen uso del calzado de seguridad			
Pulida de cantos	Cortes o cizallamiento	Cambio de elemento de trabajo. amoladora por lija	Sustitución	Ejecutado

Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Tabla 8

Acciones propuestas para gestión de riesgos no tolerables en el proceso de instalación de mamparas de vidrio y partes móviles

Subproceso	Descripción del peligro	Acción	Tipo de control	Ejecutado /Propuesto
Colocación de vidrios, perforación para sujeción, instalación de puntos fijos, instalaciones de vidrios y colocación de silicona	Caídas de personas a distinto nivel	Adquisición de un nuevo arnés de seguridad.	EPP	Propuesto
		Revisión de áreas previo inicio de labores		
	Caídas de personas al mismo nivel, caída de objetos en manipulación	Concientización sobre 5S	Administrativos/ ingeniería	Ejecutado
		Concientización sobre el buen uso del calzado de seguridad		
Trabajos en altura	Trabajos en altura	Establecimiento de dos tipos de agarre para transporte de vidrios (ventosas + manual)	Administrativo	Ejecutado
		Implementar el documento “Permiso para trabajo en alturas”.		
		Realizar capacitación sobre riesgos en alturas.		

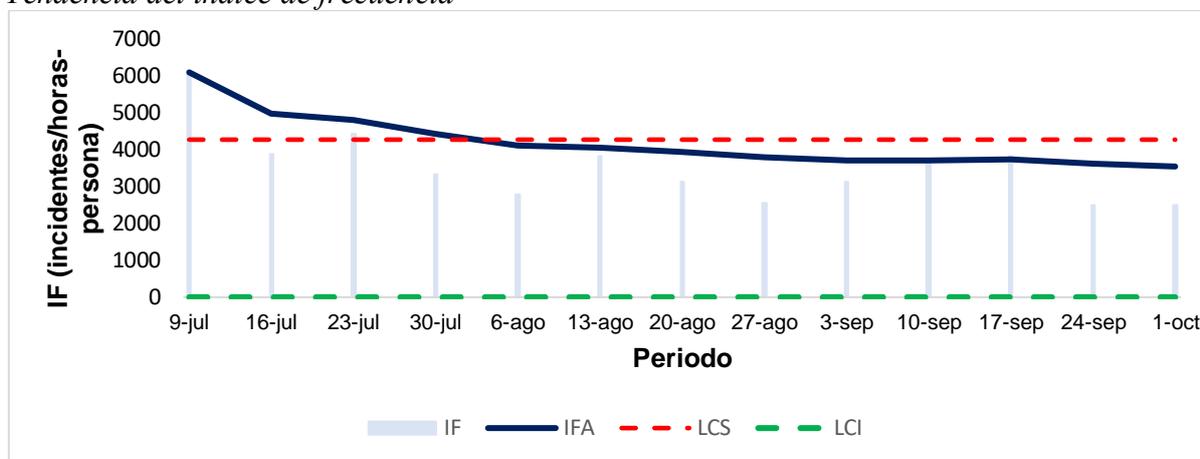
Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Con las acciones expuestas, en la reevaluación del riesgo y riesgos residuales, los riesgos no tolerables (instalación de marcos, vidrios y puntos fijos; colocación de embutidor y sellador; y perforación para sujeción), cambiaron su clasificación a riesgos tolerables.

1.5 Indicadores de gestión. Índice de Frecuencia

La gráfica con el comportamiento en tendencia del índice de frecuencia durante el periodo de julio-octubre se presenta en la figura 6

Figura 6
Tendencia del índice de frecuencia



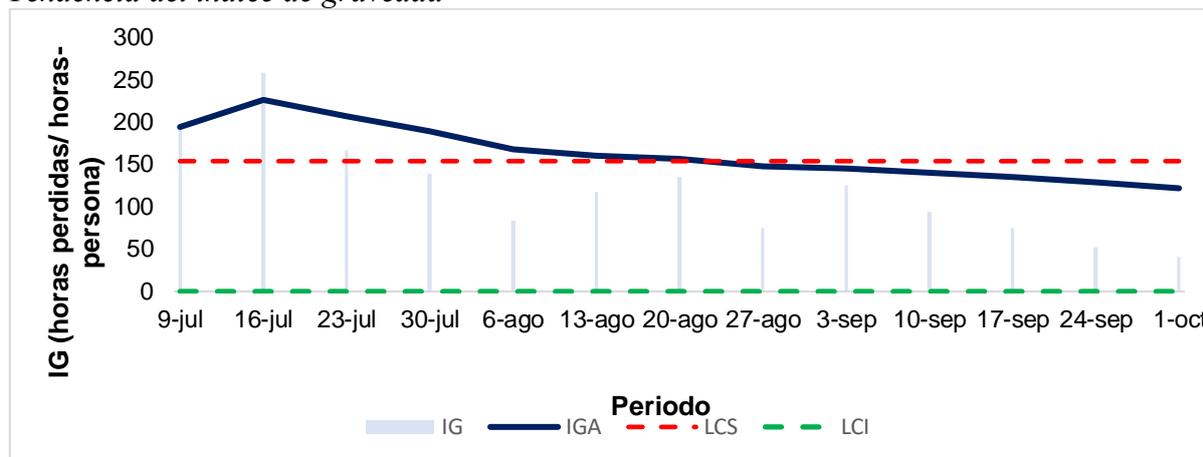
Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Se puede observar en la gráfica expuesta previamente, que los primeros datos obtenidos del proceso están fuera de los límites establecidos; algo esperado considerando que la estabilidad de un proceso mejora conforme se incrementa la cantidad de mediciones; sin embargo, para la semana del 6 de agosto, el índice de frecuencia empieza a ingresar en el rango de control alcanzando un valor a octubre de 3551,7 incidentes por cada 200 000 horas laboradas. En las gráficas de los indicadores IF, IG, TR y productividad, el color verde de la línea entrecortada denota el mejor valor que puede tener el indicador, mientras que el color rojo el valor menos esperado.

1.6 Indicadores de gestión. Índice de gravedad

La tendencia del índice de gravedad se presenta en la figura 7

Figura 7
Tendencia del índice de gravedad



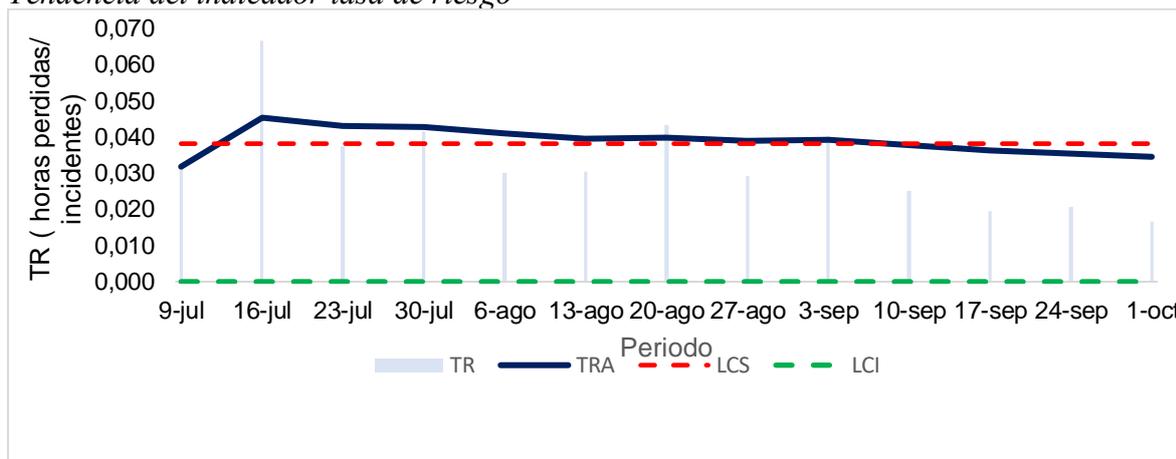
Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Se puede evidenciar en esta ilustración que, a partir de la semana del 20 de agosto, la tendencia del indicador empieza a estar dentro de los límites de control; así mismo, esta tiende a la baja conforme se incrementa el número de datos, aunque inicialmente su data estaba por fuera del rango.

1.7 Indicadores de gestión. Tasa de riesgo

La gráfica de tendencia de la tasa de riesgo se presenta en la figura 8

Figura 8
Tendencia del indicador tasa de riesgo



Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

Se puede observar en la figura 8 que el indicador rodea el límite superior y mantiene una linealidad durante el periodo analizado. Esto guarda relación a los sucesos dados en la obra, pues bien, los incidentes de mayor frecuencia estuvieron relacionados con golpes y cortaduras

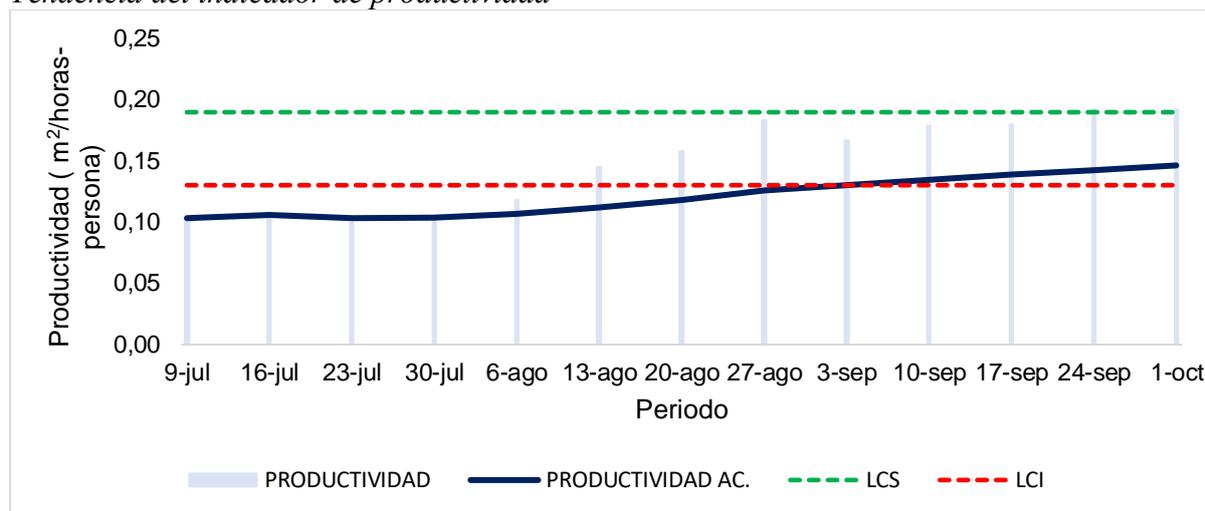
mínimas en extremidades cuya gravedad no es alta y consecuentemente el tiempo empleado en volver a las labores después del incidente fue mínimo.

1.8 Indicadores de gestión. Índice de productividad

La gráfica de tendencia del índice de productividad se presenta en la figura 9

Figura 9

Tendencia del indicador de productividad



Fuente: Flores Balseca & Vallejo Tejada (2023)

El área total instalada fue de 476 m², de los cuales 216 m² corresponden a la instalación de perfilería y 260 m² a instalación de mamparas. Este indicador a diferencia de los expuestos previamente tiene tendencia a la máxima (mayor valor). Conforme la figura 1, el indicador a partir de la última semana de agosto empezó a cumplir con la productividad esperada.

Discusión

La liberación de un trabajador o la validación de su aptitud se realiza a través de un profesiograma, que es un documento en el cual se establecen requisitos técnicos y organizativos de los puestos de trabajo cuyo objetivo es ubicar a la persona adecuada en el puesto apropiado, enfocándose en la salud del trabajador (Barragán, 2014, p. 38). No obstante, en este trabajo dado la falta de un profesiograma, se verificó la aptitud de los trabajadores a través del descriptivo de cargo y de la evaluación de destrezas en el trabajo. Si en caso no se hubieran

cumplido con todos los ítems de la matriz, se establecieron las siguientes disposiciones: mandos medios: no estarían habilitados para ejercer sus labores; operativos: serían capacitados continuamente y vigilados cuando realicen las actividades encomendadas.

Con relación a las condiciones inseguras, los pisos con objetos fuera de lugar y la falta de orden y limpieza fueron los factores que más veces se repitieron durante la obra. Si se considera que estos elementos o condiciones solo pueden mejorar si se enmarcan en la cultura de los trabajadores, se vio necesaria la realización de charlas de concientización y capacitaciones sobre la metodología de 5S, ya que conforme Jara (2017), las 5S permiten alcanzar mejoras en el lugar de trabajo mediante la formación de hábitos de orden y limpieza. (p. 168).

Para fortalecer los conocimientos adquiridos durante las charlas, se implementó además señalética que fomentaba el orden y la limpieza en el lugar de trabajo; así mismo, esta metodología se aplicó en la bodega de almacenamiento de herramientas y químicos. Pese a que no se pudo evidenciar una mejoría durante las inspecciones, para la ejecución de actividades como el transporte de vidrios o maquinaria, los trabajadores previamente organizaban por cuenta propia su área de trabajo para evitar la materialización de cualquier riesgo.

Otra condición insegura identificada y que se mantuvo por falta de presupuesto fue el estado de gradas y accesos, estas primeras no contaban con pasamanos y los tablones que servían de apoyo presentaban grietas, estaban rotos o en malas condiciones. Para ello se tomó la medida de cambiar los tablones por unos nuevos y colocar señalética para evitar que el personal suba las gradas distraído. Adicionalmente, en cada inspección de seguridad se revisó el estado de los tablones.

Conforme a los actos inseguros, el utilizar inadecuadamente los equipos de protección personal o no usarlos, fueron los dos actos inseguros más frecuentes durante la obra. En el caso del uso de EPP, se presentaban las siguientes novedades: no uso de guantes de protección, falta de ajuste de casco de seguridad, cordones sueltos de los zapatos punta de acero, no uso de gafas

de protección durante corte, entre otros. Lo expuesto concuerda con la investigación de Morales et al., en la cual menciona que entre las acciones que generan mayor índice de accidentabilidad en el sector de la construcción son: aseguramiento inadecuado de equipos de protección personal, falta de coordinación en actividades conjuntas y el uso inadecuado de EPP (p. 42). Para abordar este punto, se trabajó con correcciones inmediatas y fortalecimiento de la cultura del personal.

Para la implementación de acciones de control de los riesgos determinados como no tolerables, se emplearon acciones que consideran la jerarquización establecida por la Norma ISO 45001, en el cual se emplean acciones de sustitución, administrativas y como último recurso los equipos de protección personal. Para algunos autores, las medidas preventivas adoptadas más comunes son: incluir señalética, separar zona de tránsito y mantener programas de orden y limpieza que concuerda con algunas de las medidas adoptadas en este trabajo (Coordina, 2020). Los indicadores de gestión son necesarios para poder controlar un proceso. En este estudio se plantearon tres indicadores de gestión relacionados con el ámbito de la seguridad industrial y de carácter obligatorio en la legislatura ecuatoriana y uno relacionado con la gestión administrativa. En el control estadístico de procesos, es ideal tener un historial de data igual a 100 mediciones. El Estándar ASTM E2587-16 menciona que al menos se deben disponer de 30 datos para la evaluación de un proceso, considerando que este es el tamaño de muestra mínimo para que el proceso sea confiable (2021). Los indicadores relacionados con seguridad industrial deben ser analizados a través de variables de tiempo persona y lugar para observar tendencia, pues indicadores aislados son de poca utilidad (Rimac, 2014). Es por tal razón que los datos obtenidos en este estudio establecen una línea base para el seguimiento del desempeño del sistema de prevención de riesgos, por lo cual esta información puede tomarse como referencia para futuros proyectos.

Conclusión

A través de la caracterización de procesos, la verificación de hojas de vida con los descriptivos de cargo y la evaluación de habilidades del personal operativo, se determinó que los diez colaboradores de los puestos analizados: supervisores (2 personas), maestro mayor (2 personas) y ayudantes de obra (6 personas) son aptos para el desarrollo de las funciones y actividades a cargo.

Las condiciones inseguras más comunes entre las áreas de trabajo fueron: pisos con objetos fuera de lugar (113 eventos), falta de orden y limpieza (55 eventos) y escaleras o accesos deficientes (40 eventos); mientras que los actos inseguros más frecuentes identificados fueron: uso inadecuado de cascos de seguridad, zapatos de seguridad, no uso de gafas y guantes; uso de arnés con tirantes desgastados.

Tras la aplicación del método de evaluación de William Fine se identificó que las actividades de mayor riesgo corresponden a la instalación de marcos, vidrios, puntos fijos y pulida de cantos; cuya valoración del riesgo fue de tipo no tolerable, que involucra caídas al mismo y distinto nivel, trabajo en alturas y cizallamiento.

La disminución de categoría del riesgo de no tolerable a tolerable se obtuvo tras la implementación de las siguientes actividades: permisos de trabajo en alturas y capacitaciones relacionadas con el riesgo de trabajo en alturas y caídas a distinto nivel; la sustitución de la herramienta amoladora por lija en el subproceso de pulida de cantos y la implementación de un proyecto de 5S para prevenir caídas al mismo nivel y caída de objetos en manipulación.

La línea base del índice de frecuencia, índice de gravedad, tasa de riesgo y productividad en el periodo de julio a octubre fue respectivamente: 3551,7 incidentes/200 000 horas-persona; 122,2 horas perdidas/ 200 000 horas-persona; 0,03 horas perdidas/incidentes y 0,15 m²/horas-persona.

El cp del índice de frecuencia de incidentes fue 1,0 por lo cual es un proceso críticamente estable el cual debe ser mejorado hasta obtener un valor igual o mayor a 1,3 para considerarse estable.

Los valores de cp del índice de gravedad y del índice de productividad fueron respectivamente 0,8 y 0,67; lo cual indica que el proceso no es capaz. En relación con el índice de gravedad, el valor obtenido se ve influenciado con la dinámica lenta, característica del proceso y la cantidad de mediciones disponibles a la fecha de cierre del proyecto que fueron 13, lo cual no permite evidenciar un desarrollo del indicador, en cuanto al índice de productividad, en este se refleja la necesidad de controlar y mejorar las condiciones de seguridad.

La tasa de riesgo obtuvo un valor de cp de 1,69; el cual es un valor esperado considerando que los incidentes en su mayoría tenían una inmediata recuperación.

El riesgo químico asociado con el uso de decapantes tuvo una evaluación igual a riesgo tolerable por lo cual no se realizó acción alguna de control.

El índice de frecuencia, índice de gravedad, tasa de riesgo y productividad trabajan a un nivel 1 sigma, lo cual indica que existe una probabilidad del 70% de que exista un incidente, que este dure más de la media establecida y que los trabajadores instalen un área menor a 0,15 m²/horas-persona

Referencias bibliográficas

ASTM. (2021). *Standard practice for use of control charts in statistical process control*. Recuperado de: <https://www.astm.org/e2587-16r21e01.html> (Noviembre, 2022).

Barragán, G. (2014). *Diseño de profesiogramas con miras a mejorar la salud y bienestar ocupacional en Laboratorios Industriales Farmacéuticos Ecuatorianos C.A 2013-2014*.

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8409/%E2%80%9CDISE%C3%91O%20DE%20PROFESIOGRAMAS%20CON%20MIRAS%20A%20MEJORAR%20LA%20SALUD%20Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Casanova Villalba, C. I., Herrera Sánchez, M. J., Navarrete Zambrano, C. M., & Ruiz López, S. E. (2021). Modelo de calidad para el mejoramiento de la eficiencia en las instituciones públicas del Ecuador. *Ciencia Digital*, 5(1), 15–29. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i1.1516>

Casanova-Villalba, C. I. (2022). Desafíos en el crecimiento empresarial en Santo Domingo: Un análisis de los factores clave en el periodo 2021-2022. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(3), 1–12. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n3/53>

Coordina. (2020). *Riesgos y medidas preventivas en el sector de la construcción*. <https://www.coordinacae.com/blog/riesgos-y-medidas-preventivas-en-obras-de-construccion>.

Flores Balseca, S. D. & Vallejo Tejada, P.A. (2022). Control de riesgos mecánicos y químicos en la etapa de carpintería de aluminio de la construcción del centro comercial Mindalae, Otavalo-Imbabura. Escuela Politécnica Nacional.

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

Jara, M. (2017). *El método de las 5S: su aplicación*. <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>.

Morales, K., Pacheco, G. y Viera, P. (2021). *Accidentabilidad laboral en el sector de la construcción: Ecuador, período 2016-2019*. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/3206/4260>.

Ordoñez, M., Garcés, E. y Martínez, H. (2017). *Modelo cuantitativo de riesgos laborales para el sector de la construcción en el Ecuador*. <https://scholar.archive.org/work/pddk7hfmvnc5pljo3tm7w24kou/access/wayback/https://polo.delconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/161/pdf>.

Resolución C.D. 513 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo [Reglamento]. Art. 53. 4 de marzo del 2016 (Ecuador).

Rimac. (2014). *Indicadores de seguridad y salud en el trabajo (STT)*. <https://prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/Indicadores-sst>.

Sánchez, M. J. H., Villalba, C. I. C., Salmon, E. S. S., & Bravo, I. F. B. (2023). Obstáculos al desarrollo de las pequeñas y medianas empresas en el cantón La Concordia. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E1), 270-295.

Seguro de Riesgos Laborales. (2021). *Reporte de avisos registrados-Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYmViMThkZWEtNTE0Yi00MRiLWl0ZWUtOGMyMDJjMzMzMWWE3IiwidCI6IjZhNmNlOGVkbGtBIMGYtNDY4YS05Yzg1LWU3Y2U0ZjIxZjRmMiJ9>.