

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIAL

CONTROL DE RIESGOS MECÁNICOS Y QUÍMICOS EN LA ETAPA DE CARPINTERÍA DE ALUMINIO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO COMERCIAL MINDALAE, OTAVALO-IMBABURA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÁSTER (MSc.) EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

SONIA DAMARIS FLORES BALSECA

DIRECTOR: PABLO ALBERTO VALLEJO TEJADA, MSc.

Quito, junio de 2023

©Escuela Politécnica Nacional (2023)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Sonia Damaris Flores Balseca, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Sonia Damaris Flores Balseca

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Sonia Damaris Flores Balseca, bajo mi supervisión.

Pablo Alberto Vallejo Tejada, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica Nacional por las facilidades brindadas y el apoyo económico otorgado en el programa de estudios

Al Ing. Pablo Vallejo Tejada por su guía y conocimientos impartidos

DEDICATORIA

A mi hijo Samuel Gutiérrez. Te amo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

		PÁGINA
RESUMEN		viii
INTRODUCCIÓN		x
1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	1
1.1	Actividad económica	1
1.2	Nómina, funciones y organigrama	1
1.3	Proyecto Centro Comercial Mindalae	4
2	MARCO CONCEPTUAL	6
2.1	Seguridad y salud en el trabajo	6
2.2	Prevención de riesgos laborales	7
2.3	Peligros y riesgos	8
2.3.1	Condiciones y actos inseguros	9
2.3.2	Riesgos laborales	10
2.4	Evaluación de riesgos	13
2.4.1	Métodos de Evaluación	14
2.5	Indicadores de gestión	18
2.6	Riesgos en la construcción	19
3	METODOLOGÍA	21
3.1	Identificación de peligros	21
3.1.1	Caracterización de los procesos	21
3.1.2	Competencia y aptitud	22
3.1.3	Condiciones de trabajo	22
3.2	Evaluación y control de riesgos	23
3.3	Establecimiento de indicadores de gestión	23
3.3.1	Índice de frecuencia	24
3.3.2	Índice de gravedad	24
3.3.3	Tasa de riesgo	25
3.3.4	Productividad	25
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26

4.1	Identificación de peligros	26
4.1.1	Caracterización de procesos	26
4.1.2	Descripción de puestos y aptitud	32
4.1.3	Condiciones de trabajo	33
4.2	Evaluación y control de riesgos	37
4.3	Indicadores de gestión	41
4.3.1	Índice de frecuencia	41
4.3.2	Índice de gravedad	45
4.3.3	Tasa de riesgo	47
4.3.4	Índice de productividad	49
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1	Conclusiones	52
5.2	Recomendaciones	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
	ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 2.1.	Factores de riesgo y ámbitos de estudio	8
Tabla 2.2.	Información referencial para puntuación de la variable “consecuencia”	15
Tabla 2.3.	Información referencial para puntuación de la variable “exposición”	15
Tabla 2.4.	Información referencial para puntuación de la variable “probabilidad”	16
Tabla 2.5.	Criterios de actuación frente al riesgo conforme la magnitud del riesgo	17
Tabla 2.6.	Factor de reducción del riesgo	17
Tabla 2.7.	Factor de coste	18
Tabla 3.1.	Designación de áreas para inspecciones de seguridad	22
Tabla 4.1.	Resultado de la evaluación de aptitud	33
Tabla 4.2.	Condiciones inseguras más frecuentes en la obra	33
Tabla 4.3.	Actos inseguros de mayor frecuencia en la obra	35
Tabla 4.4.	Acciones propuestas para gestión de riesgos no tolerables en el proceso de instalación de perfilera	38
Tabla 4.5.	Acciones propuestas para gestión de riesgos no tolerables en la instalación de mamparas	39
Tabla 4.6.	Descriptivo del indicador índice de frecuencia	41
Tabla 4.7.	Valores estadísticos del indicador de frecuencia	44
Tabla 4.8.	Descriptivo del indicador índice de gravedad	45
Tabla 4.9.	Valores estadísticos del indicador de gravedad	47
Tabla 4.10.	Descriptivo del indicador tasa de riesgo	48
Tabla 4.11.	Valores estadísticos del indicador tasa de riesgo	49
Tabla 4.12.	Descriptivo del indicador de productividad	50
Tabla 4.13.	Valores estadísticos del indicador de productividad	51

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Organigrama RMDE	4
Figura 1.2.	Maqueta digital “Centro Comercial Mindalae”	5
Figura 1.3.	Centro Comercial Mindalae	5
Figura 2.1.	Representación de la gestión del riesgo	14
Figura 4.1.	Proceso de instalación de perfilería y vidrios	27
Figura 4.2.	Proceso de instalación mamparas de vidrio templado	28
Figura 4.3.	Flujograma de la instalación de perfilería de aluminio y vidrio	29
Figura 4.4.	Flujograma del proceso de instalación de mamparas	31
Figura 4.5.	Condiciones inseguras por área	34
Figura 4.6.	Número de eventos de actos inseguros	36
Figura 4.7.	Reevaluación de riesgos en el proceso de instalación de perfilería	40
Figura 4.8.	Reevaluación de riesgos del proceso de instalación de mamparas	40
Figura 4.9.	Tendencia del índice de frecuencia	42
Figura 4.10.	Tendencia del índice de gravedad	46
Figura 4.11.	Tendencia del indicador tasa de riesgo	48
Figura 4.12.	Tendencia del indicador de productividad	51
Figura AI.1.	Registro de liberación de personal	62
Figura AII.1.	Registro de inspecciones de seguridad	63
Figura AIII.1.	Descriptivo de cargo para supervisor de obra	64
Figura AIII.2.	Descriptivo de cargo para maestro mayor	65
Figura AIII.3.	Descriptivo de cargo para ayudantes de obra	66
Figura AIV.1.	Evaluación de riesgos del proceso de perfilería	67
Figura AV.1.	Evaluación de riesgo en la instalación de mamparas	68
Figura AVI.1.	Reevaluación de riesgos en el proceso de perfilería	69
Figura AVII.1.	Reevaluación de riesgos en el proceso de mamparas	70
Figura AVIII.1.	Tabla referencial equivalencias cpk y nivel sigma	71
Figura AIX.1.	Proyecto Mindalae y condiciones de trabajo	72

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Formato de liberación de personal	62
ANEXO II Formato de inspección de condiciones y actos inseguros	63
ANEXO III Descriptivo de cargo para: supervisor de obra, maestro mayor y ayudantes de obra	64
ANEXO IV Análisis y evaluación de riesgos en la instalación de perfilería	67
ANEXO V Análisis y evaluación de riesgos en la instalación de mamparas	68
ANEXO VI Reevaluación de riesgos en la instalación de perfilería	69
ANEXO VII Reevaluación de riesgos en la instalación de mamparas	70
ANEXO VIII Nivel Seis Sigma	71
ANEXO IX Proyecto Mindalae	72

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue identificar, analizar, evaluar y controlar los riesgos mecánicos y químicos que pudieren originar accidentes laborales durante la ejecución de la etapa de carpintería de aluminio de la construcción del centro comercial Mindalae en Otavalo, Imbabura-Ecuador. La identificación de peligros se realizó a través de la caracterización de los procesos, la verificación de la aptitud del personal, y la determinación de condiciones y actos subestándares; empleando para ello entrevistas, inspecciones y auditorías, encontrándose que todo el personal contratado para la obra tenía la aptitud para ejercer las actividades a cargo y que entre las condiciones inseguras más frecuentes se encuentran el piso con objetos fuera de lugar, la falta de orden y limpieza, mientras que entre los actos inseguros más comunes están el uso inadecuado de cascos y zapatos de seguridad. Para el análisis y la evaluación de riesgos se empleó el método de William Fine, a través del cual se determinó existen riesgos no tolerables en las actividades de instalación de vidrios, puntos fijos, marcos, pulida de cantos y derivados, que involucran trabajos en altura y a distinto nivel. Para reducir el nivel de riesgo se tomaron las siguientes acciones: sustitución de la amoladora por lija; 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 (IF) 3551,7 incidentes/200 000 horas-persona, índice de gravedad (IG) 122,2 horas perdidas/200 000 horas-persona, tasa de riesgo (TR) 0,03 horas perdidas/ incidentes y una productividad de 0,15 m²/horas-persona.

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 PIB; 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 del cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las condiciones de trabajo, las características de las operaciones y la identificación de los peligros asociados
- Evaluar los riesgos relacionados a las actividades de carpintería de aluminio con el fin de proponer y ejecutar actividades de control
- Establecer 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.

1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA

Repujados Metálicos del Ecuador (RMDE) es una microempresa familiar dedicada entre otros a: la instalación de paneles compuestos de aluminio, vidrio templado estructural, pasamanos, cerramientos en acero inoxidable, etc.

RMDE dispone además una línea de manufactura en la cual se diseñan y fabrican accesorios inoxidables aplicativos para instalaciones, accesorios mecánicos y estructuras en tol.

Sus inicios se remontan hace más de 15 años, en los cuales se fabricaban artículos de perfilería, utensilios de cocina y accesorios para carros, para distribuirlos a nivel nacional. En el año 2019, se abre la nueva línea de negocio de instalación de pasamanos con vidrio templado, el cual se mantiene hasta la actualidad.

El taller y oficina se encuentran en el sector de Carcelén Bajo, en la ciudad de Quito, Ecuador; mantiene una nómina administrativa de 5 personas y 3 operativas; sin embargo, la nómina operativa es variable en función del tamaño y complejidad de los proyectos.

Se han ejecutado proyectos en distintas ciudades del país como Ibarra, Tosagua, Quito y Manta, pasando de instalaciones domiciliarias, cercados en conjuntos habitacionales, hasta construcción de centros comerciales.

1.2 NÓMINA, FUNCIONES Y ORGANIGRAMA

En nómina se pueden encontrar cargos administrativos y operativos, distribuidos de la siguiente forma:

a) Gerente General: proporciona lineamientos y estrategias para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

Entre las funciones principales se tienen:

- Planeación estratégica para una utilización eficiente de los recursos
- Gestión para la apertura de nuevas líneas de negocio
- Establecimiento de precios y autorización de descuentos

b) Gerente de Proyectos: encargado de organizar el diseño y operación de los contratos que surgen de negociaciones realizadas por el área comercial.

Algunas de sus funciones son las siguientes:

- Diseños digitales (modelado) de proyectos de construcción
- Evaluación técnica de proyectos
- Contratación de personal para proyectos

c) Gerente Comercial: responsable de ganar nuevos negocios, mantener y ampliar la lista de clientes de la empresa.

Entre las funciones de la gerencia comercial, se tienen las siguientes:

- Diseñar estrategias de marketing
- Planificación de presupuestos
- Generación de ofertas comerciales, cotizaciones, licitaciones

d) Contadora: responsable del registro de ingresos y egresos de la empresa, dentro de sus funciones se encuentran:

- Emisión de facturas
- Recepción y archivo de documentos (recibos, facturas, retenciones)
- Declaración de impuestos
- Manejo de caja chica

e) Secretaria/Recepcionista: apoyar en las actividades administrativas a las gerencias y atención al cliente, proveedor o visita.

Entre sus funciones, destacan:

- Agendamiento de citas
- Redacción de documentos
- Recepción de mercadería
- Atención de llamadas telefónicas

Los cinco cargos expuestos corresponden a cargos administrativos. A continuación, se detallan los cargos operativos.

f) Tornero: encargado y responsable del taller, tiene como funciones principales la fabricación de accesorios y el manejo de inventarios y bodega.

g) Ayudante de taller: sus funciones están estrechamente relacionadas a las actividades del Tornero, es así como apoya en actividades como: rayado, corte, soldadura, perforación e inventario.

h) Supervisor de obra: o también llamado ingeniero residente, es el responsable por el cumplimiento de la ejecución de la obra, gestión de recursos, toma de decisiones y control del desempeño del personal a cargo.

i) Maestro mayor de obra: es el principal responsable de la ejecución de la obra.

j) Asistente de obra: brinda soporte en las actividades que desarrolla el Maestro mayor de obra.

Para una mejor comprensión del nivel jerárquico de la organización, se presenta el organigrama empresarial a continuación en la Figura 1.1.

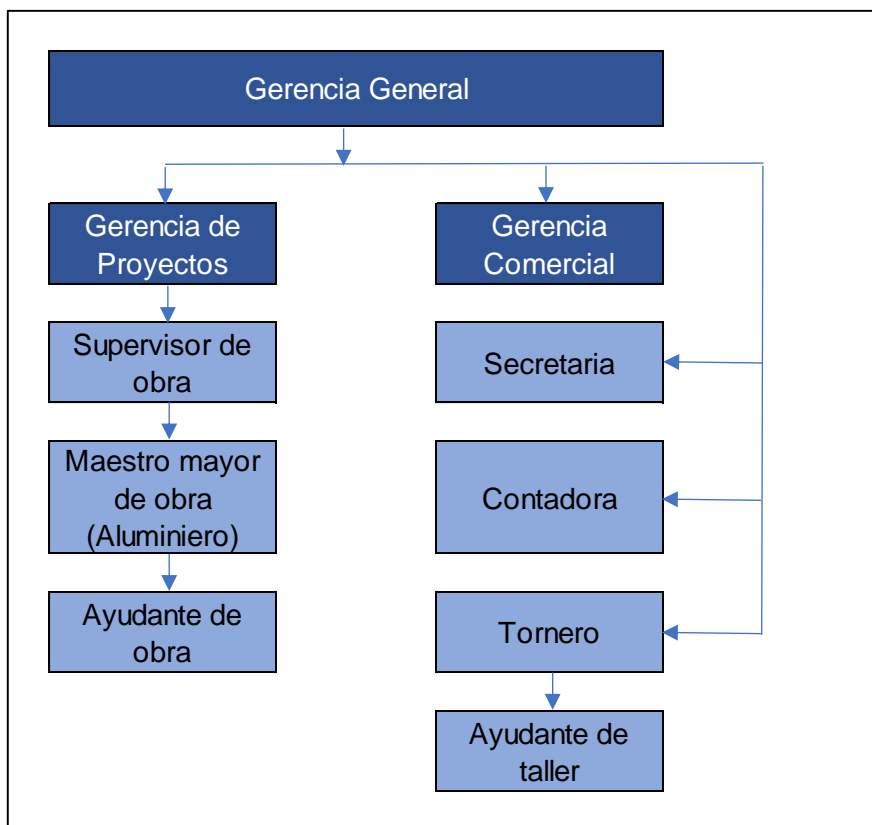


Figura 1.1. Organigrama RMDE

1.3 PROYECTO: CENTRO COMERCIAL MINDALAE

Mindalae es un proyecto cuyo concepto evoca una condición de identidad para los Otavaleños conocidos por su labor productiva, y un aporte al desarrollo económico y comercial de la ciudad de Otavalo.

Su diseño se basa en un estilo contemporáneo donde predominan los ventanales, detalles en madera y teja. La construcción de aproximadamente 10 000 metros cuadrados se distribuye en dos pisos. La maqueta del proyecto puede visualizarse en la Figura 1.2, mientras que el proyecto ejecutado se presenta en la Figura 1.3.

MINDALAE

CENTRO COMERCIAL



Figura 1.2. Maqueta digital “Centro Comercial Mindalae”



Figura 1.3. Centro Comercial Mindalae

En la etapa de acabados del centro comercial se realizó el proceso de carpintería de aluminio, el cual consiste en la instalación de todo lo referente a acero inoxidable, vidrios y aluminio en las diferentes estructuras. Del proceso en mención fue responsable de ejecución la empresa RMDE.

2 MARCO CONCEPTUAL

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como el estado de bienestar físico, social y mental. El Art. 32 de la Constitución de la República del Ecuador, declara la salud como un derecho fundamental que se apoya en otros derechos que sustentan el buen vivir; entendiéndose el cumplimiento de esta como un objetivo social de primer orden. Es así, que tanto el sector político, empresarial como el sector social, han generado interés por proteger la salud del trabajador (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 17; Cortés, 2007, p. 26; Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.1 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La salud y seguridad laboral son una herramienta de apoyo que estudian, analizan y gestionan los diferentes factores de riesgo existentes en el ambiente laboral, como: condiciones de seguridad, condiciones medioambientales, características de trabajo y organización del trabajo que puedan influenciar en el bienestar o la salud del trabajador, en búsqueda de proveer y mantener un ambiente de trabajo adecuado a través del cumplimiento de normas y leyes (Cortés, 2007, p. 28).

Por definición, la seguridad en el trabajo es una disciplina que engloba un conjunto de técnicas y procedimientos cuyo objetivo es el eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan accidentes, mientras que la salud laboral es un conjunto de actividades orientadas a promover la salud y a gestionar los riesgos que originen enfermedades laborales.

Debe entenderse accidente laboral como “todo suceso imprevisto y repentino que sobrevenga por causa, consecuencia o con ocasión del trabajo originado por la actividad laboral relacionada con el puesto de trabajo, que ocasione lesión corporal o perturbación funcional, una incapacidad, o la muerte inmediata o posterior”; y enfermedad laboral como “afecciones crónicas, causadas de manera directa por el

ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo que producen o no incapacidad laboral” (Resolución C.D. 513, 2016, pp. 10-11).

En el Ecuador, a través del Decreto Ejecutivo 2393 se declara la obligatoriedad de los empleadores de adoptar medidas necesarias para la prevención de riesgos que puedan afectar la salud y el bienestar de los trabajadores, así como mantener en buen estado instalaciones, maquinaria, herramientas, materiales; entregar gratuitamente a sus trabajadores un vestuario adecuado para la ejecución de actividades, entrega de equipos de protección personal y colectiva, entre otros.

Una forma de medir el desempeño o resultado de una buena gestión en la seguridad y salud es a través de la eficacia en la prevención de lesiones y deterioro de la salud para los trabajadores y de la provisión de lugares de trabajo seguros y saludables (ISO 45001:2018, p. 7).

2.2 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La Prevención de Riesgos Laborales (PRL) es un conjunto de actividades que la organización o el empleador adoptan, con la finalidad de identificar anticipadamente los riesgos que pueden desarrollarse en cualquier puesto de trabajo, evitarlos o disminuir su probabilidad y/o consecuencia.

En el Artículo 53 de la Resolución C.D. 513 se definen los principios de la actividad preventiva, que son (p. 24):

- Control de riesgos en su origen, en el medio o finalmente en el receptor
- Planificación para la prevención, integrando a ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales
- Identificación de peligros, medición, evaluación y control de los riesgos en los ambientes laborales

- Adopción de medidas de control, que prioricen la protección colectiva a la individual
- Información, formación, capacitación y adiestramiento a los trabajadores en el desarrollo seguro de sus actividades
- Asignación de las tareas en función de las capacidades de los trabajadores
- Detección de las enfermedades profesionales u ocupacionales y,
- Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los factores de riesgo identificados

Para dar soporte a la PRL, existen algunas herramientas que se pueden emplear, como cuestionarios, aplicaciones informáticas de la prevención, bases de datos y calculadores (INSST, 2016, p.1).

2.3 PELIGROS Y RIESGOS

Al hablar de riesgos es importante conocer primero el significado de peligro; peligro o factor de riesgo, es una fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud (ISO 45001, 2018, p. 11).

Los factores de riesgo se dividen en cuatro grandes grupos: factores o condiciones de seguridad; factores de origen biológico o condiciones medioambientales; factores derivados de las características del trabajo y factores derivados de la organización del trabajo; cada grupo se ve asociado a una consecuencia potencial y a un ámbito de estudio, como se presenta en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Factores de riesgo y ámbitos de estudio

Condiciones de Trabajo	Consecuencia	Ámbito de estudio
Seguridad	Accidentes laborales	Seguridad Industrial
Medioambientales	Enfermedades laborales	Salud Ocupacional
Características del trabajo	Fatiga muscular, física, mental	Ergonomía
Organización del trabajo	Estrés, Insatisfacción	Psicosociología

Los peligros pueden ser de tipo físico (iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, humedad, fuego, radiaciones), químico (agentes químicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores), biológico (virus, bacterias, hongos), mecánico (partes móviles, velocidad de máquinas, disposición de equipos), eléctrico (partes activas de instalaciones eléctricas expuestas, tipo de corriente), ergonómico (movimientos repetitivos, manejo de cargas, posturas forzadas), psicológico (carga de trabajo, horarios, turnos) (Quezada, 2013, p. 19).

2.3.1 CONDICIONES Y ACTOS INSEGUROS

Las causas para la materialización de un accidente constituyen una serie de condiciones físicas, materiales o humanas que se clasifican en las siguientes:

- Condiciones inseguras;
- Actos inseguros.

Las **condiciones inseguras** son circunstancias, incumplimientos, fallas, irregularidades técnicas y otros, que expongan un riesgo para la integridad física de los trabajadores.

Algunos ejemplos de condiciones inseguras son las siguientes:

- Desorden
- Falta de señalización
- Protección en maquinaria insuficiente o inadecuada
- Equipos con partes alteradas o defectuosas
- Iluminación insuficiente
- Pisos resbalosos
- Falta de barandas, pasamanos, guardas o escaleras mal diseñadas
- Polvo, vibraciones ruido
- Falta de información y formación

Los **actos inseguros** comprenden una serie de actitudes, comportamientos y acciones humanas que pueden ser origen de un accidente (Costa, 2016, pp. 3-4).

Algunos ejemplos de actos inseguros son:

- Operar equipo sin autorización
- Usar incorrectamente el equipo de protección personal
- No usar equipo de protección personal
- Trabajar bajo influencia del alcohol
- Usar equipos de manera incorrecta
- Usar equipos defectuosos
- Eliminar dispositivos de seguridad
- Subir y bajar escaleras corriendo
- Fumar en sitios con combustibles

2.3.2 RIESGOS LABORALES

La definición de riesgo laboral enmarca la probabilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de su trabajo. La frase “daño derivado del trabajo” incluye: enfermedades, patologías o lesiones ocasionadas a consecuencia de la ejecución de un trabajo (INSST, 2017, p. 16).

2.3.2.1 Riesgos ergonómicos

Tipo de riesgos que puede originar trastornos musculoesqueléticos (TME) como producto de aplicación de fuerzas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas, entre otros. Usualmente son trastornos que padecen estructuras como: músculos, tendones, articulaciones, nervios, huesos, sistema circulatorio y se presentan usualmente en espalda, cuello, hombros, manos.

Algunos ejemplos de riesgos ergonómicos son: lumbalgias, síndrome del túnel carpiano, tortícolis, tendinitis, epicondilitis (USO, 2019, p.1).

2.3.2.2 Riesgos psicosociales

Este tipo de riesgos se derivan de la deficiencia en la organización y gestión del trabajo acompañado de un escaso contexto social, por ejemplo: carga de trabajo excesiva, largos períodos de trabajo, falta de claridad en las actividades a realizar, acoso psicológico o sexual. Cuando estas condiciones interactúan con las capacidades o actitudes de los trabajadores, impactan de forma negativa en su salud. Los riesgos asociados a este ámbito son: estrés y burn out (OSHA, 2021, p.1).

2.3.2.3 Riesgos químicos

Se tienen dos enfoques; el primero, relacionado a la exposición de los agentes químicos y el segundo, los riesgos de los productos químicos dadas sus características fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y su forma de uso. El primero acarrea enfermedades laborales mientras que el segundo puede ocasionar accidentes.

La gravedad del riesgo puede darse en función del tipo de exposición, vía de entrada, sensibilidad del trabajador, condiciones ambientales, entre otros. Algunos ejemplos de riesgos químicos son: quemaduras, intoxicación, cáncer, irritación y reacciones alérgicas (González, 2014, pp. 22-24).

2.3.2.4 Riesgos mecánicos

Riesgos originados por partes móviles, fijas, movimiento o energías de un equipo, máquina, herramientas, piezas o materiales. Está condicionado por la forma,

disposición, posición, masa, resistencia mecánica a rotura, acumulación de energía, entre otros. Pueden ser: cortes, golpes por objetos desprendidos o proyectados, abrasiones, aplastamiento, atrapamiento, perforación y punciones (Universidad Carlos III Madrid, 2012, p.1).

2.3.2.5 Riesgos eléctricos

La electricidad puede causar daños de cuatro formas distintas: por choque eléctrico o electrocución, como fuente de ignición, incendios o caídas a causa de la electrocución.

Para el análisis del riesgo se debe considerar si el trabajo se relaciona con bajas o altas tensiones, si se deben realizar mediciones, ensayos y verificaciones, o se deben reponer fusibles o similares (ISTAS, 2016, p. 1).

2.3.2.6 Riesgos físicos

Tipo de riesgo generado por condiciones medioambientales como ruido, temperatura, iluminación, presiones, vibraciones, radiaciones; estos peligros pueden causar: sordera, afecciones neurológicas, lesiones térmicas, conjuntivitis, edemas, deshidratación, entre otros (INSST, 2016, p. 1).

2.3.2.7 Riesgos biológicos

El riesgo biológico es la posibilidad de que un trabajador sufra un daño como consecuencia de la exposición o contacto con agentes biológicos durante su jornada laboral.

Los agentes biológicos son: virus, bacterias y mohos; estos se transmiten al cuerpo humano a través del aire, agua, alimentos, superficies contaminadas, objetos o

herramientas e ingresan mediante las siguientes vías: respiratoria, dérmica, digestiva y percutánea (INSST, 2016, p.1).

2.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos es un proceso dinámico y documentado, útil para establecer la base para una buena gestión en la prevención de riesgos laborales. Este proceso estima la magnitud de los riesgos que no se hayan podido evitar, para obtener información que permita tomar decisiones sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y el tipo de acciones a implementar. Dicha evaluación debe realizarse en cada uno de los puestos de trabajo, considerando las condiciones de trabajo existentes o previstas (cambios) y las condiciones biológicas o personales del trabajador (Artibai, 2009, p.15).

La evaluación de riesgos se compone de tres etapas: la identificación de peligros, el análisis del riesgo y la valoración del riesgo.

Durante la identificación de peligros se debe considerar aquellas actividades y situaciones rutinarias y no rutinarias, actividades a corto o largo plazo, factores humanos como capacidades y limitaciones, peligros nuevos o modificados, situaciones de emergencia, terceras personas, y similares (ISO 45001, 2018, p. 36).

Tras el análisis, se evalúa la tolerabilidad del riesgo comparando el resultado del análisis obtenido con el valor del riesgo tolerable; a este proceso se conoce como evaluación del riesgo; una evaluación del riesgo más un control del riesgo se denomina gestión del riesgo (INSHT, 2017, p. 1). En la Figura 2.1 se presenta un esquema de la gestión del riesgo.

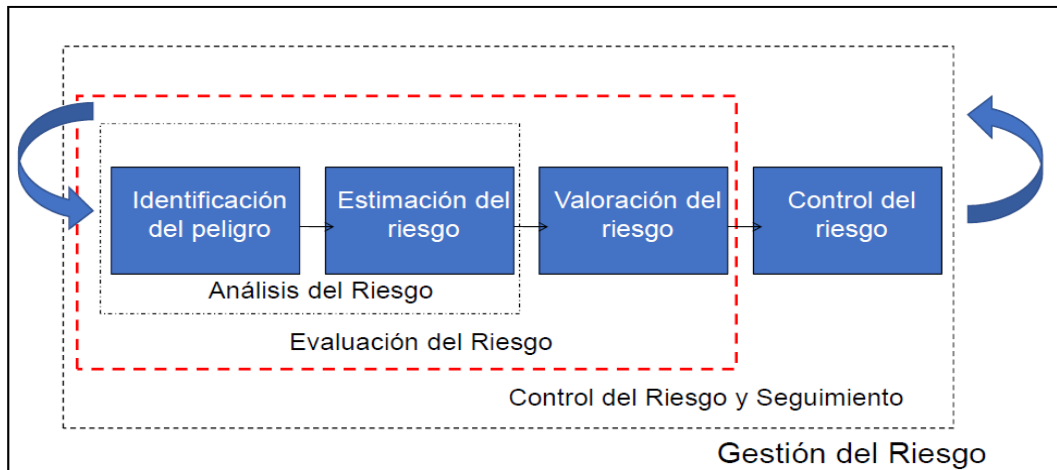


Figura 2.1. Representación de la gestión del riesgo

Para ejercer una apropiada gestión del riesgo con un enfoque sistemático, la norma ISO 45001-2018 establece una jerarquía para el control de peligros y la disminución del riesgo, que se basa en (p. 21):

- Eliminación del peligro
- Sustitución con procesos, operaciones, materiales, equipos, máquinas menos peligrosas
- Utilización de controles de ingeniería y reorganización del trabajo
- Aplicación de controles administrativos
- Utilización de equipos de protección personal

2.4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Existen varias metodologías para la evaluación de riesgos; el método a aplicar dependerá del tipo de riesgo analizado, de modo que, si es un riesgo psicosocial, entre las metodologías a emplear para su evaluación están: ISTAS 21, FPsico, la batería colombiana, entre otros; si es un riesgo de tipo ergonómico, se puede emplear RULA, REBA, OCRA, y demás. Para la evaluación de riesgos mecánicos y químicos (asociados a accidentes), entre las metodologías más comunes se tiene a William Fine y NTP 330.

2.4.1.1 Método de evaluación William Fine

William Fine es un método que involucra tres variables para estimar el riesgo: consecuencia (C), exposición (E) y probabilidad (P). La consecuencia hace referencia al nivel de daño que puede generar la materialización del accidente, la exposición indica la frecuencia con la cual el trabajador se ve envuelto en la condición de riesgo y la probabilidad indica la posibilidad de que se genere un accidente en una situación de riesgo. Cada variable tiene un nivel de calificación asociado a una puntuación, lo cual se presenta en las tablas: Tabla 2.2, Tabla 2.3 y Tabla 2.4.

Tabla 2.2. Información referencial para puntuación de la variable “consecuencia”

Consecuencia (C)	Detalle	Puntuación
Catastrófica	Gran fatalidad, alto costo económico (>\$600 000) o quiebre de la empresa	100
Desastrosa	Algunas fatalidades o alto costo (\$600 000-\$300 000)	40
Muy seria	Una fatalidad o alto costo	15
Seria	Lesiones graves: amputación, invalidez	7
Importante	Lesiones bajas: incapacidad temporal, daños menores	3
Leve	Pequeñas heridas, contusiones o lesiones solucionadas con primeros auxilios	1

(Quezada y Miranda, 2019, p. 31)

Tabla 2.3. Información referencial para puntuación de la variable “exposición”

Exposición (E)	Detalle	Puntuación
Continua	Muchas veces al día	10
Frecuente	Una vez por día	6
Ocasional	Una vez a la semana	3
Poco usual	Una vez al mes	2
Rara	Pocas veces al año	1
Muy rara	Una vez al año	0,5
Inexistente/Ninguna	No se presenta nunca	0

(Quezada y Miranda, 2019, p. 32)

Tabla 2.4. Información referencial para puntuación de la variable “probabilidad”

Probabilidad (P)	Detalle	Puntuación
Casi segura	Resultado más probable o esperado	10
Muy posible	Completamente posible, probabilidad del 50%	6
Poco usual pero posible	Coincidencia rara pero posible, ha ocurrido	3
Muy poco usual	Coincidencia muy rara, aunque se sabe que ha ocurrido	1
Imaginable pero muy poco posible	Extremadamente rara, no ha sucedido hasta el momento	0,5
Parcialmente imposible	Coincidencia prácticamente imposible, posibilidad una en un millón	0,2
Casi imposible	Se acerca a lo imposible	0,1

(Quezada y Miranda, 2019, p. 32)

Una vez cuantificada cada magnitud, los tres valores se multiplican para obtener el grado de riesgo (GR), según se muestra en la ecuación 3.1.

$$GR = C \times E \times P \quad [2.1]$$

Donde:

C: consecuencia

E: exposición

P: probabilidad

El valor del GR permite clasificar al riesgo y a la vez establecer una prioridad de actuación en los riesgos identificados. En la Tabla 2.5 se presentan la magnitud del riesgo, la clasificación y medidas de acción frente al resultado.

El método FINE también se emplea para definir si una acción para mejorar una situación de riesgo está justificada o no; para lo cual se aplica la ecuación 3.2.

$$J = \frac{R \times F}{d} \quad [2.2]$$

Donde:

- J*: factor de justificación
R: magnitud del riesgo
F: factor de reducción del riesgo
d: factor de coste

Tabla 2.5. Criterios de actuación frente al riesgo conforme la magnitud del riesgo

Magnitud del riesgo	Clasificación del riesgo	Actuación frente al riesgo
>400	Riesgo muy alto	Detención inmediata de la actividad peligrosa
200-400	Riesgo alto	Corrección inmediata
70-200	Riesgo notable	Corrección necesaria urgente
20-70	Riesgo posible	No es emergencia, pero debe corregirse
< 20	Riesgo aceptable	Puede omitirse la corrección

(Rubio y Rubio, 2017, p. 47)

Los valores aplicables a las variables: factor de reducción del riesgo y factor de justificación se presentan en la Tabla 2.6 y Tabla 2.7.

Tabla 2.6. Factor de reducción del riesgo

Factor de reducción del riesgo (F)	Valor
Elimina el peligro totalmente (100 %)	1
Reduce el peligro en un 75 %	0,75
Reduce el peligro en un 50 %	0,5
Reduce el peligro en un 25 %	0,25
No reduce en lo absoluto 0%	0

(Rubio y Rubio, 2017, p. 49)

Una vez obtenido el valor numérico del factor de justificación, se analiza según el siguiente criterio: si es menor a 10, la acción propuesta no es justificada; entre 10 y 20, la acción es justificada, y para valores superiores a 20, la acción propuesta es muy acertada (Rubio y Rubio, 2017, p. 48).

Tabla 2.7. Factor de coste

Factor de coste (d)	Valor
> \$ 33 000	10
\$13 000 - \$33 000	8
\$6 500 - \$13 000	6
\$660 - \$6500	4
\$66 - \$660	2
\$13 - \$66	1
< \$13	0,5

(Rubio y Rubio, 2017, p. 49)

2.5 INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son una expresión usualmente matemática, que permiten medir el desempeño de un proceso o sistema, ver tendencias, situaciones o reflejar el estado de una determinada situación. Comúnmente se relacionan con una referencia, objetivo o meta; convirtiéndose en una herramienta fundamental de la evaluación (Monroy, 2017, p. 4).

Los indicadores relacionan variables de tipo cualitativo o cuantitativo y pueden ser puros o índices. Estos son útiles para: evaluar la gestión de seguridad y salud industrial; tomar medidas preventivas a tiempo; identificar oportunidades de mejora; sensibilizar a la alta gerencia sobre los beneficios de los programas de seguridad y demás.

Los indicadores pueden clasificarse en dos tipos:

- **Reactivos:** tipo de indicador cuyos datos se obtendrán a partir de hechos ya consumados y como consecuencia del incumplimiento o desviaciones de la prevención de riesgos laborales.

- Proactivos: representan el esfuerzo en materia de seguridad para la eliminación de cualquier situación de riesgo que pudiera comprometer o no cualquier daño a la salud.

Entre los ejemplos de indicadores de tipo proactivos se tienen: control de incidentes y accidentes (que relaciona el número de medidas correctivas implementadas sobre número de medidas correctivas propuestas); demanda de seguridad IDS (relaciona el número de condiciones subestándares eliminadas en el mes con el número de condiciones subestándares identificadas); entrenamiento en temas de seguridad; entre otros (Gómez, 2017, p. 243).

Los indicadores de tipo reactivos son tres: el índice de frecuencia, índice de gravedad y tasa de riesgo. En el Ecuador, estos indicadores deben reportarse de manera obligatoria una vez al año hasta el 31 de enero, conforme el Art. 57 de la Resolución C.D. 513 del Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo en el que se menciona “Para evaluar la Prevención de Riesgos del Trabajo, el empleador o el asegurado remitirá anualmente al Seguro General de Riesgos del Trabajo, los siguientes índices reactivos: índice de frecuencia, gravedad y tasa de riesgos” (Resolución C.D 513, 2016, p. 24).

2.6 RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN

En el Ecuador, la construcción es considerada una actividad dinamizadora del aparato productivo. En el 2019, ocupó el sexto puesto entre las industrias que generan la mayor cantidad de fuentes de trabajo, empleando a un 6,15 % de la población en edad para trabajar (INEC, 2019, p. 35), mientras que durante el 2020 y el 2021 estuvo entre las cinco industrias que más aportan al PIB (BCE, 2021).

Tras la emergencia sanitaria causada por el virus SARS-CoV-2, el sector se vio significativamente afectado con un decrecimiento del 11,11 % (BCE, 2021; CEPAL, 2020). Para el año 2020, la actividad constructiva disminuyó un 60% a referencia

del año 2019; sin embargo, fue una de las primeras industrias que presentó un plan piloto para el regreso paulatino a la normalidad.

Pese a que año a año, a excepción del año de pandemia, la industria ha ido en crecimiento, el registro de accidentes no; mientras que, en el Boletín estadístico del Seguro de Riesgos del Trabajo la construcción permanece dentro de las diez industrias con mayor accidentabilidad. Por lo expuesto, se presume que existen casos de accidentes no denunciados, ya que varias de las actividades que se realizan en este sector forman parte del trabajo informal del país, que abarca aproximadamente al 46% de la población económicamente activa (Morales et al., 2021, p. 37).

Si bien en términos de seguridad no es el sector que presenta la mayor accidentabilidad, si es el que mayor tasa de mortalidad genera. Se considera que entre los factores desencadenantes está la negligencia y el exceso de confianza de los trabajadores (Martínez, 2015, p. 5).

En un estudio realizado por Morales et al. (2021), sobre la accidentabilidad en el sector de la construcción, menciona que entre los riesgos a los cuales se encuentran mayormente expuestos los trabajadores de la construcción son los riesgos mecánicos y psicológicos; y que las partes más afectadas por los riesgos se encuentran los miembros superiores e inferiores (p. 39).

3 METODOLOGÍA

La investigación se realizó en las instalaciones del proyecto Centro Comercial Mindalae, localizado en la ciudad de Otavalo, provincia de Imbabura, durante las trece semanas que tomó la ejecución de la etapa de carpintería de aluminio durante los meses de julio a septiembre del 2021.

En el proyecto se encontraban expuestos alrededor de 10 trabajadores entre los cuales se encontraban los siguientes cargos: supervisores, aluminieros y ayudantes de obra.

La obra consistió en una construcción de dos plantas en un espacio de aproximadamente 10 000 m², con 5 locales comerciales en el primer piso y 1 en el segundo.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Para alcanzar este objetivo se realizó una caracterización de los procesos, la revisión de la competencia y aptitud de los trabajadores, así como, la identificación de condiciones y actos subestándares a través de inspecciones de seguridad.

3.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS

Con el fin de identificar peligros asociados a las actividades se determinaron los procesos a realizar durante la ejecución del proyecto. Estos procesos se caracterizaron a través de una matriz en la cual se identificaron entradas, salidas, recursos y controles.

El levantamiento de la información se realizó a través de una entrevista con el encargado de la obra.

3.1.2 COMPETENCIA Y APTITUD

Con la descripción de los procesos, se identificaron las actividades a las cuales estaban sujetos los trabajadores de los distintos procesos y el herramental a usar durante la obra. Esta información se empleó para verificar que las actividades contempladas en las caracterizaciones concuerden con el descriptivo del cargo y las hojas de vida de los trabajadores; a fin de evaluar la competencia y aptitud de cada uno. Adicionalmente, se realizó una liberación para cada cargo a través de una evaluación de actividades; el formato de este documento se presenta en el Anexo I.

3.1.3 CONDICIONES DE TRABAJO

Para determinar las condiciones de trabajo, en una primera instancia se dividió la construcción en 7 áreas según se describe en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Designación de áreas para inspecciones de seguridad

Descripción de 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

Posteriormente se desarrolló un formato para realizar las inspecciones de seguridad el cual se presenta en el Anexo II. En el formato en mención se enlistan todas las condiciones inseguras que se pueden presentar en las áreas y que pueden ocasionar accidentes de tipo mecánico y químico como, situaciones de peligro generadas por la disposición y estado de materiales, herramientas, equipos, así como el estado de la construcción, accesos, entre otros.

Las inspecciones se realizaron diariamente con la participación del encargado de la obra y el personal designado del proyecto.

Con el fin de hacer dinámico el proceso, se creó un chat empresarial al cual se enviaban las novedades con fotografías y el detalle de la condición insegura, para una pronta gestión de esta.

3.2 EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS

La evaluación de riesgos mecánicos y químicos relacionados con quemaduras se realizaron a través del método William Fine, el cual incluye en el análisis los parámetros de probabilidad, frecuencia y exposición para la determinación del riesgo.

Una vez evaluados los riesgos a través de la metodología descrita, se establecieron medidas de control considerando la jerarquía de control: eliminar el peligro, sustituir operaciones, materiales, equipos; controles de ingeniería; controles administrativos; uso de EPP.

En concordancia con el factor económico, estructural u otras limitaciones, algunos controles fueron únicamente propuestos con el fin de que las medidas establecidas se ejecuten en otro proyecto.

3.3 ESTABLECIMIENTO DE INDICADORES DE GESTIÓN

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, índice de gravedad, tasa de riesgo 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 legislación; 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.

3.3.1 ÍNDICE DE FRECUENCIA

El índice de frecuencia (IF) es un indicador reactivo que indica la cantidad de siniestros aparecidos durante la jornada laboral de trabajo en un determinado tiempo, según se muestra en la ecuación 3.1 (Resolución C.D. 513, p. 25).

$$IF = \frac{\textit{incidentes}}{200\ 0000\ \textit{horas} - \textit{persona}} \quad [3.1]$$

Donde:

incidentes: número de accidentes que demanden menos de una jornada diaria de trabajo en el período

horas-persona: total de horas trabajadas en la organización en un determinado período por una persona

3.3.2 ÍNDICE DE GRAVEDAD

El índice de gravedad (IG) representa la severidad de los incidentes, se calcula con la relación entre las horas perdidas y las horas persona laboradas (Resolución C.D. 513, p. 25). El indicador se presenta en la ecuación 3.2.

$$IG = \frac{\text{horas perdidas}}{200\ 000 \text{ horas} - \text{persona}} \quad [3.2]$$

Donde:

horas perdidas: tiempo perdido por los incidentes

horas-persona: total de horas persona trabajadas en un determinado periodo

3.3.3 TASA DE RIESGO

La tasa de riesgo (TR) es la relación entre la gravedad del incidente y la frecuencia con la cual sucede, de acuerdo con la ecuación 3.3 (Resolución C.D. 513, p. 26).

$$TR = \frac{IG}{IF} \quad [3.3]$$

Donde:

IG: índice de gravedad

IF: índice de frecuencia

3.3.4 PRODUCTIVIDAD

La productividad (P) se define como la capacidad de producción dividida para la unidad de trabajo; para este estudio se midió según la relación de metros cuadrados instalados por hora hombre de trabajo, conforme la ecuación 3.4.

$$\text{Productividad} = \frac{m^2 \text{ instalados}}{\text{horas} - \text{persona}} \quad [3.4]$$

Donde:

horas-persona: horas trabajadas

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez recolectada la información a través de la metodología descrita en el capítulo anterior, se tabuló, analizó y evaluó. Los resultados de la intervención y su implicación en el sistema se evidencian en los indicadores de desempeño establecidos que se presentan en este capítulo.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

4.1.1 CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS

Una gestión por procesos permite identificar el flujo de actividades entendiéndola en términos de valor agregado (ISO 9001, 2015, p. 3). La caracterización del proceso es una herramienta que facilita la identificación y comprensión del desarrollo de un proceso; en este documento se coloca de forma estructurada toda la información incluyendo recursos (económicos, infraestructura, humanos) controles, entradas, salidas, para la gestión apropiada del mismo.

Para la ejecución del proyecto Mindalae, se determinaron dos procesos: la instalación de perfilería y vidrio e instalación de mamparas de vidrio. El proceso de perfilería y vidrio se encuentra descrito en la matriz de la Figura 4.1 mientras que el proceso de instalación de mamparas se encuentra en la Figura 4.2.

El proceso de perfilería involucra algunas actividades; y en estos se utiliza como recursos entre otras herramientas la atornilladora, cortadora de aluminio/vidrio, y taladro. Como controles del proceso, se han colocado los relacionados a la seguridad industrial cómo: IF, IG, TR y relacionados a la gestión como el indicador de productividad. Para el desarrollo del proceso se cuenta con un supervisor de obra, el maestro mayor cuya fortaleza es el conocimiento en el área del aluminio y los ayudantes de obra, los cuales para el apropiado manejo del herramental deberán tener la experiencia requerida en el campo.

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

Figura 4.1. Proceso de instalación de perfilería y vidrios

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

Figura 4.2. Proceso de instalación mamparas de vidrio templado

El proceso de instalación de mamparas es un proceso que requiere de varios cálculos previos a su ejecución; entre las actividades más complejas identificadas están el transporte y colocación de vidrio templado. Para una mejor comprensión de los procesos descritos, en la Figura 4.3 y Figura 4.4 se describen los diagramas de flujo y se da una breve explicación de cada etapa del proceso.

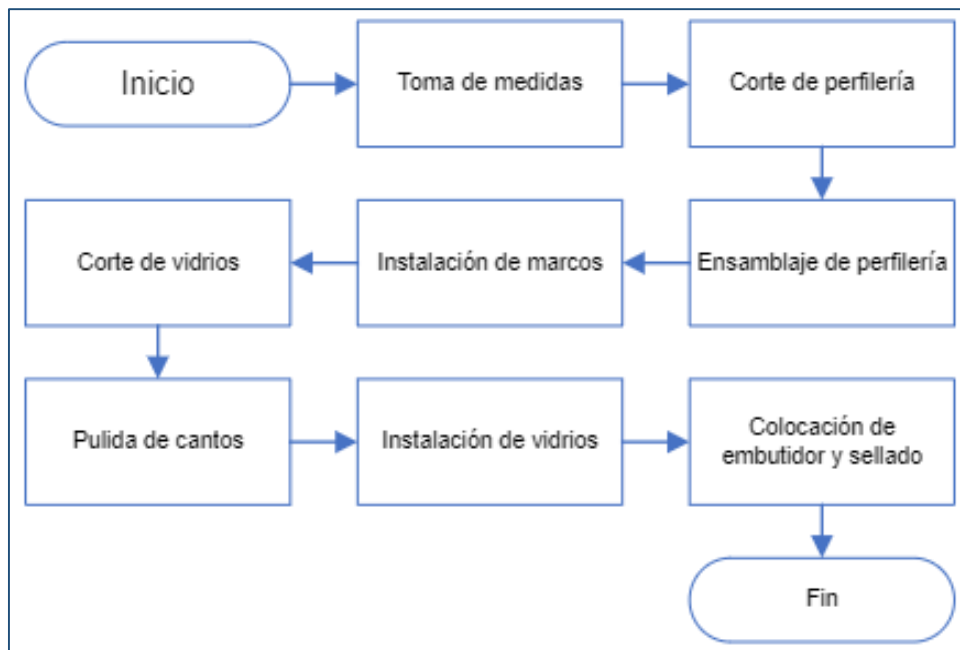


Figura 4.3. Flujograma de la instalación de perfilera de aluminio y vidrio

a) Toma de medidas: la medición se realiza de forma física y digital a través de un flexómetro (manual y digital); el personal se acerca a las áreas y toma las medidas de los marcos; el valor final es el promedio de los dos datos obtenidos.

b) Corte de perfilera: para el corte de perfilera se requiere inicialmente realizar un cálculo de perfilera y vidrio, los cuales guardan relación con las normativas de construcción considerando la forma de los marcos, el espesor y los descuentos del perfil. La herramienta utilizada para el corte de perfilera fue una cortadora de aluminio marca Dewalt, la cual permite realizar cortes nítidos y precisos.

Esta máquina recoge aproximadamente un 80% de la viruta que se genera por el corte, mientras que el 20% se dispersa en el aire; cuenta además con una guarda de seguridad en el disco y espacios en la base para un correcto anclaje.

c) Ensamblaje de perfilería: se inicia seleccionando los tornillos a utilizar, pues su tamaño depende de la perfilería. Empleando una atornilladora eléctrica se coloca cada tornillo en los puntos determinados y se arma el marco.

d) Instalación de marcos: una vez se tiene el marco y con ayuda de un auxiliar, se coge el marco de ambos extremos y se coloca en la ventana, ejerciendo presión para el ingreso con pequeños golpes en los extremos del marco utilizando un martillo de goma y amortiguando el golpe con un retazo de madera.

Posteriormente se realizan agujeros en la pared (por lo general 1 cada 75 cm) con una broca de 1/4 y un taco.

e) Corte de vidrios: dependiendo del tamaño y el área del vidrio, se podría cortar en mesa o caballete. Para realizar el corte en caballete primero se coloca un poco de diésel en la cortadora, de modo que ayude con el corte y el mismo penetre en el vidrio, después se limpia el área donde se va a cortar, se coloca la regleta y se realiza el corte. Con la parte trasera de la herramienta, se da unos pequeños golpes en los extremos hasta que se separen las piezas.

f) Pulida de cantos: a un moldeador angular se le coloca un disco de felpa de grano de 120 y se lo pasa por el borde cortado del vidrio, el cual reposa sobre el caballete.

g) Instalación de vidrios: en la instalación de vidrios se necesita una herramienta llamada ventosa, estas tienen diferentes capacidades de carga que pueden ir desde los 40 hasta los 130 kilogramos. Las ventosas son auxiliares a la carga principal ejercida por los trabajadores. Para que el vidrio quede estable totalmente, se coloca vinil de poliestireno en todos los extremos para evitar que la vibración o el movimiento rompan el vidrio, así también para impedir el paso del agua y del viento.

h) Colocación de embutidor y sellado: el embutidor se coloca en los bordes del vidrio con el fin de dar estabilidad a la estructura. El sellado se hace con silicona estructural, o de ser el caso silicona de curado neutro aprobada para exteriores.

Para colocar la silicona, en este caso de marca ABRO 1200, se limpia la superficie del vidrio, se corta la punta plástica de la silicona con un estilete, se coloca en la pistola de aplicación y se pone en los bordes del vidrio. Al finalizar, se pasa una esponja mojada para dar una buena terminación, se retiran las cintas y se espera 24 horas hasta que esté operativo.

El flujograma del proceso de instalación de mamparas se presenta en la Figura 4.4.

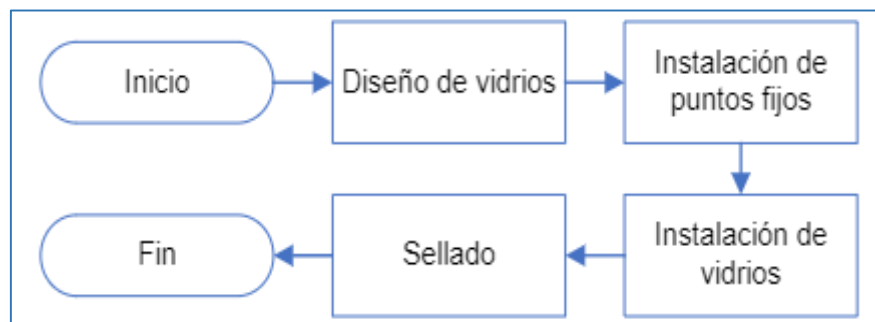


Figura 4.4. Flujograma del proceso de instalación de mamparas

i) Diseño de vidrios: se inicia con una medición física y digital de los espacios en los cuales se planifica colocar el vidrio templado. Con esta información se realiza un diseño para su aprobación y posterior corte.

j) Instalación de puntos fijos: sobre la superficie del vidrio se marcan los lugares en los cuales se realizarán las perforaciones. Para el anclaje a suelo, se emplea un taladro percutor marca Dewalt. Una vez perforado se coloca un taco y se atornilla en el piso el accesorio inoxidable.

k) Instalación de vidrios: los vidrios se transportan colocando unas ventosas que facilitan su movilización. Para la instalación se requiere de personal que mantenga firme la posición del vidrio, mientras otro ayudante realiza la sujeción entre el vidrio, los puntos fijos y accesorios de anclaje.

I) Sellado: se coloca sellador en los bordes de los vidrios a fin de mantener unidas las estructuras y el impedimento de partículas como polvo y otros. Se debe esperar un mínimo de 24 horas para tocar la estructura y para que esté operativo.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE PUESTOS Y APTITUD

De acuerdo con la caracterización de los puestos de trabajo establecidos, los ayudantes y supervisores de obra deberían tener experiencia en el manejo de cortadoras, atornilladoras, pulidoras, taladros y demás herramental común en etapas de acabados en la construcción. Experiencia adicional en instalaciones de perfilería y mamparas en áreas externas, esto a fin de minimizar la probabilidad de accidentes por actos inseguros.

En el Anexo III, se presentan los descriptivos de cargo para las funciones de: Supervisor de Obra, Maestro Mayor y Ayudantes de obra.

La comparación entre el análisis inicial, hojas de vida, descriptivos del cargo y resultados de la evaluación de aptitudes se detallan a continuación en la Tabla 4.1.

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

Usualmente, la liberación de un trabajador 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 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 tienen las siguientes disposiciones: Mandos medios: no estarían habilitados para ejercer sus labores;

operativos: serían capacitados continuamente y vigilados cuando realicen las actividades encomendadas.

Tabla 4.1. Resultado 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	✓	✓	✓	Sí
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

4.1.3 CONDICIONES DE TRABAJO

La identificación de condiciones y actos inseguros se realizó mediante las inspecciones de seguridad diarias de las instalaciones y los hallazgos se registraron en el formato que se presenta en el Anexo II.

El detalle de las condiciones inseguras de mayor frecuencia en la obra se presenta en la Tabla 4.2; mientras que, el análisis por área y el número de eventos en los cuales se presentó la condición subestándar se muestra en la Figura 4.5

Tabla 4.2 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

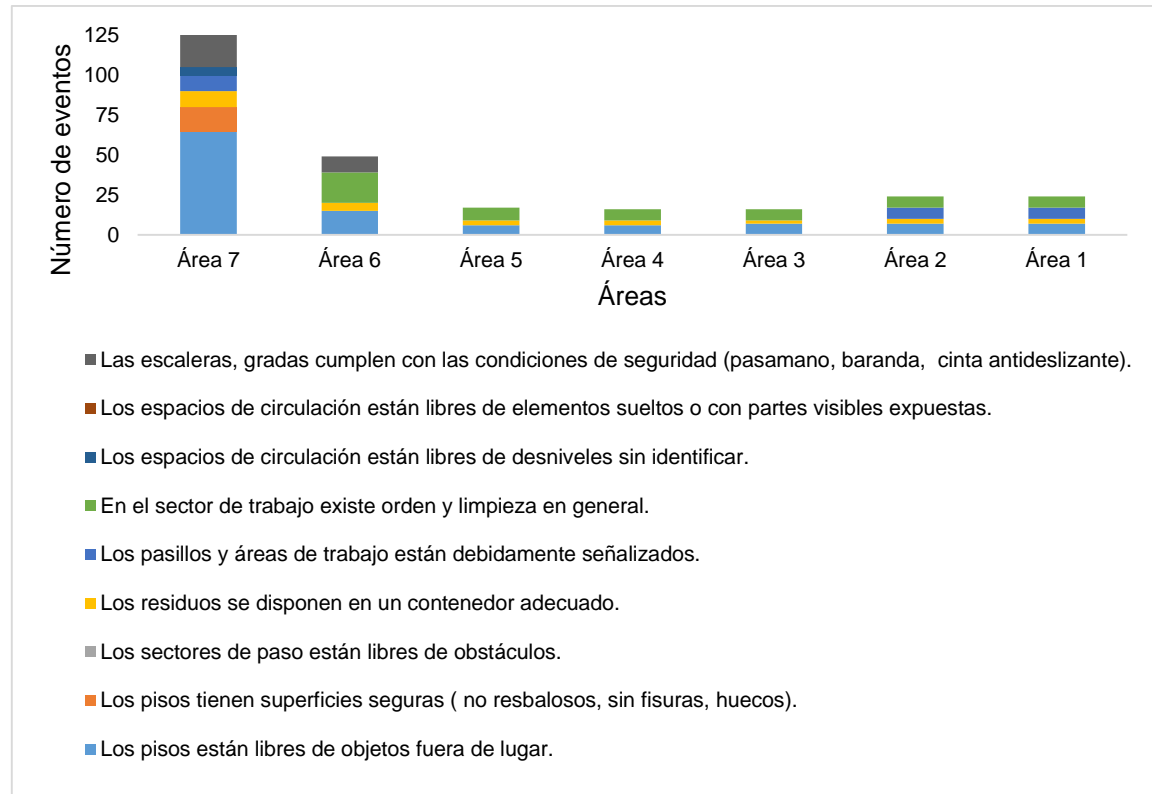


Figura 4.5. Condiciones inseguras por área

Como se puede observar en la Tabla 4.2, 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 5S.

Las 5S permiten alcanzar mejoras en el lugar de trabajo mediante la formación de hábitos de orden y limpieza. Esta metodología se fundamenta en cinco principios y son (Jara, 2017, p. 168):

- Seiri (clasificar/eliminar): retirar los artículos que no se necesitan en el área de trabajo y deshacerse de ellos
- Seiton (organizar/ordenar): cada cosa tiene un lugar y cada cosa en su lugar
- Seiso (limpieza): eliminar suciedad y mantener la limpieza
- Seitsuke (estandarización): mantener de manera regular los tres primeros pasos

- Shitsuke(disciplina): entrenar al personal para crear un hábito en la ejecución de actividades

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 tablonces que servían de apoyo presentaban grietas, estaban rotos o en malas condiciones. Para ello se tomó la medida de cambiar los tablonces por unos nuevos y colocar señalética para evitar el personal suba las gradas distraído. Adicionalmente, en cada inspección de seguridad se revisó el estado de los tablonces.

En relación con los actos inseguros, en la Tabla 4.3 se presentan aquellos de mayor frecuencia:

Tabla 4.3. Actos inseguros de mayor frecuencia en la obra

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

Según lo expuesto en la Tabla 4.3, 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. El resumen de eventos ocurridos por acto inseguro se detalla en la Figura 4.6.

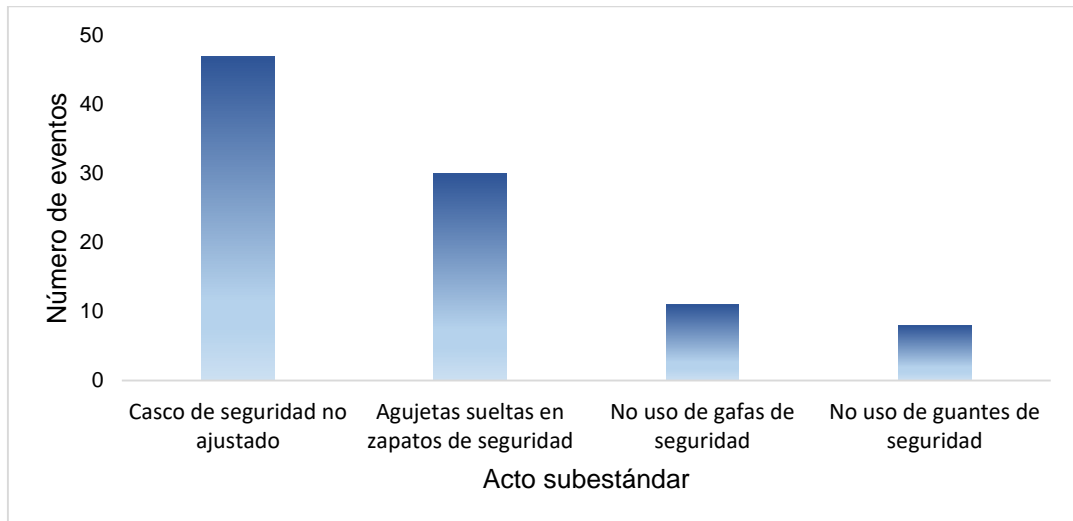


Figura 4.6. Número de eventos de actos inseguros

Como se puede notar en la Figura 4.6, el uso inadecuado del casco de seguridad fue el acto inseguro que más veces se presentó en la obra, seguido por el mal uso de zapatos de seguridad y el no uso de gafas de seguridad durante el corte de barras de aluminio.

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).

En cuanto a la leyenda de los riesgos, aquellos catalogados en la metodología como riesgos notables, riesgos altos y muy altos; se toman en este estudio como riesgos no tolerables, con el fin de que el lector pueda comprender de mejor manera el contenido.

Como se observa en la Figura 4.5, en el proceso de instalación de perfilera y aluminio se encuentran actividades valoradas como “riesgos no tolerables”, tipo de riesgo que, según la metodología empleada, requiere de una corrección urgente.

Para ello se desarrollaron algunas acciones correctivas que se mencionan en la Tabla 4.4

Tabla 4.4. Acciones propuestas para gestión de riesgos no tolerables en el proceso de instalación de perfilera

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”. Realizar capacitación sobre riesgos en alturas.	Administrativo	Ejecutado
Instalación de vidrios	Caídas de personas al mismo nivel/ Caída de objetos en manipulación	Revisión de áreas previa carga del vidrio. Concientización sobre 5S Concientización sobre el buen uso del calzado de seguridad	Administrativo	Ejecutado
Pulida de cantos	Cortes o cizallamiento	Cambio de elemento de trabajo. amoladora por lija	Sustitución	Ejecutado

Como se detalla en la Tabla 4.4, para la corrección del riesgo 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 (Coordina, 2020).

En referencia a los riesgos determinados en el proceso de instalación de mamparas de vidrio templado que se muestran en la Figura 4.6, se establecieron las medidas de control que se detallan en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Acciones propuestas para gestión de riesgos no tolerables en la instalación de mamparas

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
	Caídas de personas al mismo nivel, caída de objetos en manipulación	Revisión de áreas previo inicio de labores Concientización sobre 5S Concientización sobre el buen uso del calzado de seguridad Establecimiento de dos tipos de agarre para transporte de vidrios (ventosas + manual)	Administrativos/ ingeniería	Ejecutado
	Trabajos en altura	Implementar el documento "Permiso para trabajo en alturas". Realizar capacitación sobre riesgos en alturas.	Administrativo	Ejecutado

Una de las actividades más complejas del proceso de instalación de mamparas es la manipulación del vidrio templado, pues el peso de los vidrios en función de su área y espesor puede llegar a ser de 30 kg/m², por lo que puede requerir para su transporte entre 2 y 4 personas y el uso de herramientas que faciliten su manejo.

Con las medidas implementadas y sugeridas, se realizó una nueva evaluación del riesgo en ambos procesos, lo cual se presentan en la Figuras 4.7 y Figura 4.8.

Proceso	Actividades	Riesgos						
		Caídas de personas a distinto nivel	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en alturas	Caídas de objetos por manipulación	Cortes o cizallamientos	Golpes por herramientas	Proyección de partículas
Instalación de perfilería y vidrio	Corte de perfilería							
	Ensamblaje de perfilería							
	Instalación de marcos							
	Corte de vidrios							
	Pulida de cantos							
	Instalación de vidrios							
	Colocación de embutidor							
	Sellado							
								Riesgo Tolerable

Figura 4.7. Reevaluación de riesgos en el proceso de instalación de perfilería

Proceso	Actividades	Riesgos						
		Caídas de personas a distinto nivel	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en alturas	Caídas de objetos por manipulación	Cortes o cizallamientos	Golpes por herramientas	Contacto con sustancias corrosivas
Instalación de mamparas	Medición							
	Diseño digital							
	Colocación de vidrios							
	Perforación para sujeción							
	Instalación de puntos fijos							
	Instalación de vidrios							
	Colocación de silicona							
								Riesgo Tolerable

Figura 4.8. Reevaluación de riesgos del proceso de instalación de mamparas

Como se evidencia en las Figuras expuestas previamente, aquellos riesgos que se consideraban como no tolerables y que requerían acción inmediata, una vez aplicados los controles, cambiaron su clasificación y ahora se catalogan como riesgos tolerables, los cuales por concepto no deben corregirse de momento, pero sí en un futuro cercano. El análisis general de la reevaluación de riesgos se registra en el Anexo VI y VII.

4.3 INDICADORES DE GESTIÓN

Se establecieron 4 indicadores de gestión: índice de frecuencia, índice de gravedad, tasa de riesgo y productividad.

4.3.1 ÍNDICE DE FRECUENCIA

En la Tabla 4.6 se muestra la ficha del índice de frecuencia, cuya información describe e identifica al indicador.

Tabla 4.6. Descriptivo del indicador índice de frecuencia

Ficha de IF	
Nombre	Índice de frecuencia (IF)
Origen	Técnico de SSO y Responsable de RRHH
Dispositivos o recursos	Registros de incidentes y registro de asistencia
Frecuencia de toma de datos	Diario
Frecuencia de reporte	Semanal
Tipo	Índice
Dato 1	Cantidad de incidentes
Dato 2	Cantidad de horas-persona laboradas
Cálculo:	Relación entre dato 1 y dato 2
Unidades	$\frac{\text{incidentes}}{200\,000 \text{ horas} - \text{persona}}$
Rango	0-LCS
Tendencia	Mínima

El índice de frecuencia es un indicador de tipo reactivo con tendencia a la mínima, cuyo objetivo es alcanzar un valor cercano o igual a cero, lo que significaría la inexistencia de accidentes o incidentes laborales.

El análisis de incidentes y la gestión para la prevención de su ocurrencia es de gran importancia en un sistema debido a que la consecución de estos puede originar un accidente grave o una fatalidad.

La gráfica del comportamiento del índice de frecuencia en el tiempo de estudio se presenta en la Figura 4.9.

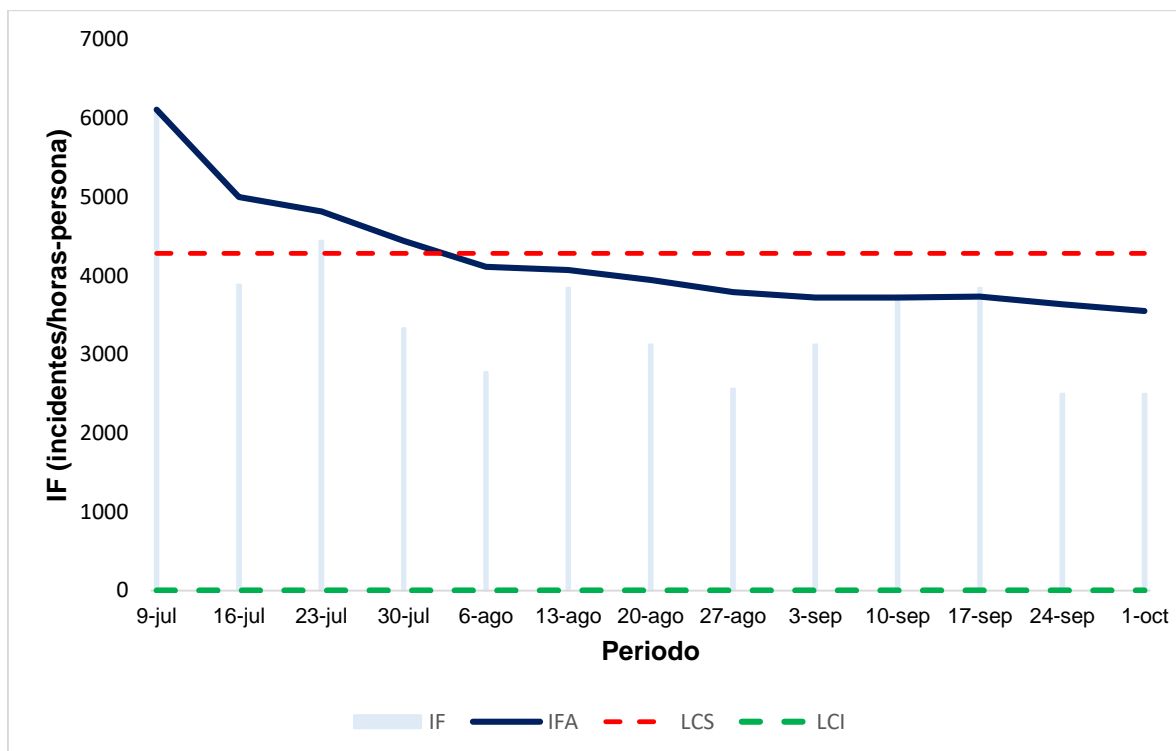


Figura 4.9. Tendencia del índice de frecuencia

La Figura 4.9 se presenta como un gráfico de control, el cual permite observar el comportamiento natural del proceso e identificar las variabilidades propias y eventuales, que ayudan a caracterizarlo y son una guía para la decisión sobre acciones de control y mejora (Pierdan y Rodríguez, 2009, p.155).

Una gráfica de control de proceso cuenta con una línea central (promedio) y dos límites de control, uno superior (LCS) y uno inferior (LCI). Los límites de control se obtienen a partir de variabilidades naturales del proceso, o pueden ser establecidos por especificaciones de carácter legal o contractual (Paz y González, 2012, p.8).

El límite de control inferior (LCI), denotado por el color verde en la gráfica, corresponde al valor mínimo esperado, que en este caso es igual a cero. El límite de control superior (LCS), que en la gráfica se presenta como una línea entrecortada de color rojo, es el valor máximo que, por el comportamiento natural del proceso, se podría tener. El espacio comprendido entre el LCI y el LCS se denomina rango de control, tolerancia o ancho de banda. Cuando una medida está dentro del rango, no es necesaria una medida de acción; caso contrario es necesario establecer acciones que corrijan la desviación (Mendoza y Nuño, 2013, p.5)

El punto de ajuste u objetivo es el mejor valor del proceso. Este valor puede tomar los valores del LCI, LCS o la media; en este caso al ser un indicador de mínima el objetivo es igual al LCI. Por otra parte, la línea de tendencia, denotada por el color azul, permite evidenciar el comportamiento del indicador en el tiempo de análisis.

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 y robustez de un proceso mejoran 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 al 1 de octubre de 3551,7 incidentes por cada 200 000 horas laboradas.

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.

Los índices de capacidad del proceso cp , $cpks$ y $cpki$ y valores estadísticos del indicador IF se presentan en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Valores estadísticos del indicador de frecuencia

Promedio	3551,7		
Desviación	730,3		
PA	0,0		
LCS	4281,9		
LCI	0,0		
B	4281,9		
cp	1,0		
$cpks$	0,3		
$cpki$	1,6		
LCSN	5742,4	5012,2	4281,9
LCIN	1360,9	2091,1	2821,4
Desvíos	3,0	2,0	1,0

La capacidad del proceso compara las salidas del proceso respecto a los límites establecidos, es decir, permite verificar el cumplimiento de especificaciones, requisitos o estándares. Para que un proceso evidencie es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones, su cp tiene que ser mayor a uno, idealmente igual o mayor a 1,3; caso contrario, se considera que el proceso no es capaz (Pascal, 2017, p. 200).

El valor de cpk , sea $cpks$ o $cpki$, indica si el proceso se ajusta a la media de las especificaciones, está por debajo o por encima de la misma. Este valor se relaciona también con un nivel sigma, parte de la metodología de mejora Seis Sigma, y que tiene relación con la probabilidad de que un proceso cumpla con lo esperado por cada millón de eventos. La relación entre valor del cpk y nivel sigma, se adjunta en el Anexo VIII (Tolagasi, 2018, pp. 9-10).

El valor de 1.0 del cp que se presenta en la Tabla 4.7 determina que el proceso es críticamente estable y considerando los valores del cpk, existe mayor número de incidentes por sobre la media que por debajo de la misma. En un análisis Seis Sigma y tomando como referencia el valor del cpks, se determina que el proceso trabaja a un nivel 1 sigma, es decir, existe un 70% de probabilidad de que se materialice un incidente. Este proceso puede ser mejorado estableciendo como objetivo el alcanzar un cp mayor a 1.

4.3.2 ÍNDICE DE GRAVEDAD

En la Tabla 4.8 se presenta la ficha del indicador del índice de gravedad. Este indicador resume el tiempo de recuperación o empleado en volver a las actividades laborales después de haber sufrido un incidente. Su tendencia es a la mínima y su valor óptimo o meta es cero, esto es, que cuando exista un incidente o accidente, el tiempo perdido por el mismo sea casi nulo.

Tabla 4.8. Descriptivo del indicador índice de gravedad

Ficha de IG	
Nombre	Índice de gravedad (IG)
Origen	Técnico de SSO y Responsable de RRHH
Dispositivos o recursos	Registros incidentes y registro de asistencia
Frecuencia de toma de datos	Diaria
Frecuencia de reporte	Semanal
Tipo:	Índice
Dato 1	Horas perdidas en incidentes
Dato 2	Cantidad de horas-persona laboradas
Cálculo	Relación entre dato 1 y dato 2
Unidades	$\frac{\text{horas perdidas}}{200\,000 \text{ horas} - \text{persona}}$
Rango	0-LCS
Tendencia	Mínima

La gráfica de control del proceso se presenta en la Figura 4.10. En esta ilustración se puede evidenciar 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.

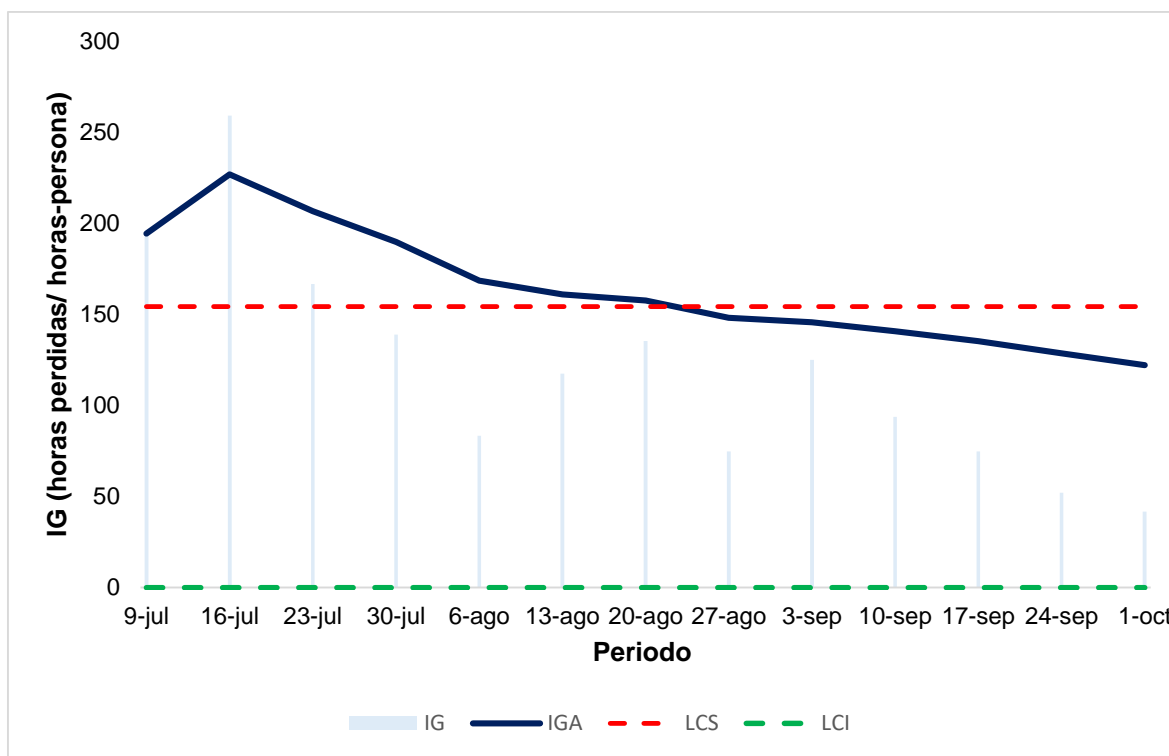


Figura 4.10. Tendencia del índice de gravedad

El resultado obtenido concuerda con lo esperado considerando que una buena gestión del riesgo minimiza no solo la probabilidad de la materialización de un accidente, sino también la consecuencia. Así como en el análisis del indicador de frecuencia, es necesario tener más información para evidenciar una mejora en el proceso.

Los valores estadísticos del indicador de gravedad se presentan en la Tabla 4.9. El cp de 0,8 determina que el proceso no es estable o capaz y que existe en mayor proporción incidentes en los cuales se pierde más tiempo del establecido en la media. En el análisis sigma, dado el valor de 0,3 del $cpks$, se evidencia que el proceso trabaja a un nivel 1 sigma, es decir, existe un 70% de probabilidad de que un accidente tome más tiempo del promedio.

Tabla 4.9. Valores estadísticos del indicador de gravedad

Promedio	122,2		
Desviación	32,1		
PA	0,0		
LCS	154,3		
LCI	0,0		
B	154,3		
cp	0,8		
cpks	0,3		
cpki	1,3		
LCSN	218,6	186,5	154,3
LCIN	25,9	58,0	90,1
Desvíos	3	2	1

Es menester mencionar que para todos los indicadores (IF, IG, TR y productividad), los límites superior e inferior se establecieron a partir del comportamiento o desempeño natural del proceso. Estos valores estadísticos se presentan en las con la abreviatura de LCSN y LCIN.

4.3.3 TASA DE RIESGO

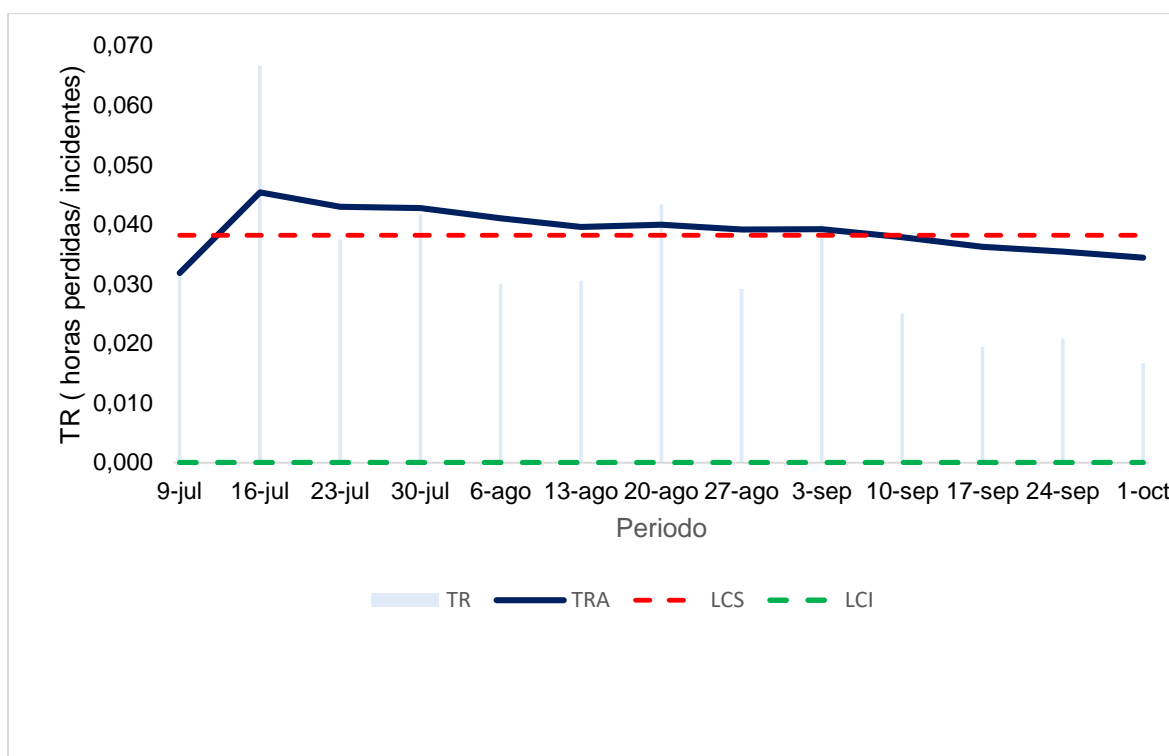
La tasa de riesgo relaciona el índice de gravedad con el índice de frecuencia. La ficha descriptiva del indicador se presenta en la Tabla 4.10.

Como se observa en la Tabla, este indicador también tiene una tendencia a la mínima, es decir se pretende que no existan accidentes y que si ocurren tengan la menor gravedad posible.

En la Figura 4.11 se puede observar que el indicador se encuentra dentro del rango de control; no obstante, este proceso no está controlado pues la tendencia no se encuentra cerca del valor óptimo del indicador, que en este caso es cero, sino más bien rodea el límite superior.

Tabla 4.10. Descriptivo del indicador tasa de riesgo

Ficha de TR	
Nombre	Tasa de riesgo (TR)
Origen	Personal SSO, personal RRHH
Dispositivos o recursos	Registros incidentes, registros de asistencia
Frecuencia de toma de datos	Diario
Frecuencia de reporte	Semanal
Tipo	Índice
Dato 1	IG
Dato 2	IF
Cálculo	Relación IG e IF
Unidades	$\frac{\text{horas perdidas}}{\text{incidentes}}$
Rango	0-LCS
Tendencia	Mínima

**Figura 4.11.** Tendencia del indicador tasa de riesgo

Los valores obtenidos tanto del indicador de frecuencia como el de gravedad y tasa de riesgo, guardan 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.

Tabla 4.11. Valores estadísticos del indicador tasa de riesgo

Promedio	0,03		
Desviación	0,00		
PA	0,00		
LCS	0,04		
LCI	0,00		
B	0,04		
cp	1,69		
cpks	0,33		
cpki	3,05		
LCSN	0,05	0,04	0,04
LCIN	0,02	0,03	0,03
Desvíos	3,00	2,00	1,00

El cp del indicador, que se presenta en la Tabla 4.11, evidencia que el proceso se encuentra controlado; sin embargo, mantiene un nivel 1 sigma pues el valor más bajo de sus cpk es igual a 0,33; esto quiere decir que es 70% probable que un incidente sea más grave de la media establecida, en términos de tiempo de recuperación. Adicionalmente, este indicador podría ajustar su meta a 0,02 horas perdidas/incidentes.

4.3.4 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Para obtener la productividad, se consideró el tiempo perdido por incidentes y las mudas o desperdicios del proceso (transporte, movimiento). Según bibliografía los desperdicios en la industria de la construcción, puede llegar a ser del 50% (Herrandiz, 2020, p.32). En el presente caso de estudio se tomó un valor del 25% a restar, ya que los acabados es una etapa final de la construcción no involucran algunos elementos de estudio que se contempló en el análisis de la investigación de Herrandiz.

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.

En la Tabla 4.12 se presenta la ficha del indicador de productividad. Este indicador a diferencia de los otros indicadores presenta una tendencia a la máxima, es decir, se pretende se instalen más metros cuadrados en menos horas laborales empleadas.

Tabla 4.12. Descriptivo del indicador de productividad

Ficha de Productividad	
Nombre	Productividad
Origen	Supervisor de obra, responsable de RRHH
Dispositivos o recursos	Registro de control de producción, registro de asistencia
Frecuencia de toma de datos	Diario
Frecuencia de reporte	Semanal
Tipo	Índice
Dato 1	Área instalada por trabajador
Dato 2	Reporte de horas trabajadas
Cálculo:	Ratio entre área instalada y tiempo trabajado
Unidades:	$\frac{m^2}{horas - persona}$
Rango:	0-LCS
Tendencia:	Máxima

Por otra parte, la Figura 4.12 muestra que la tendencia del indicador es la esperada. Esto supone que el personal que labora en un ambiente de trabajo seguro o controlado, opera de mejor manera, es más eficiente y productivo que uno que tiene un ambiente laboral inseguro.

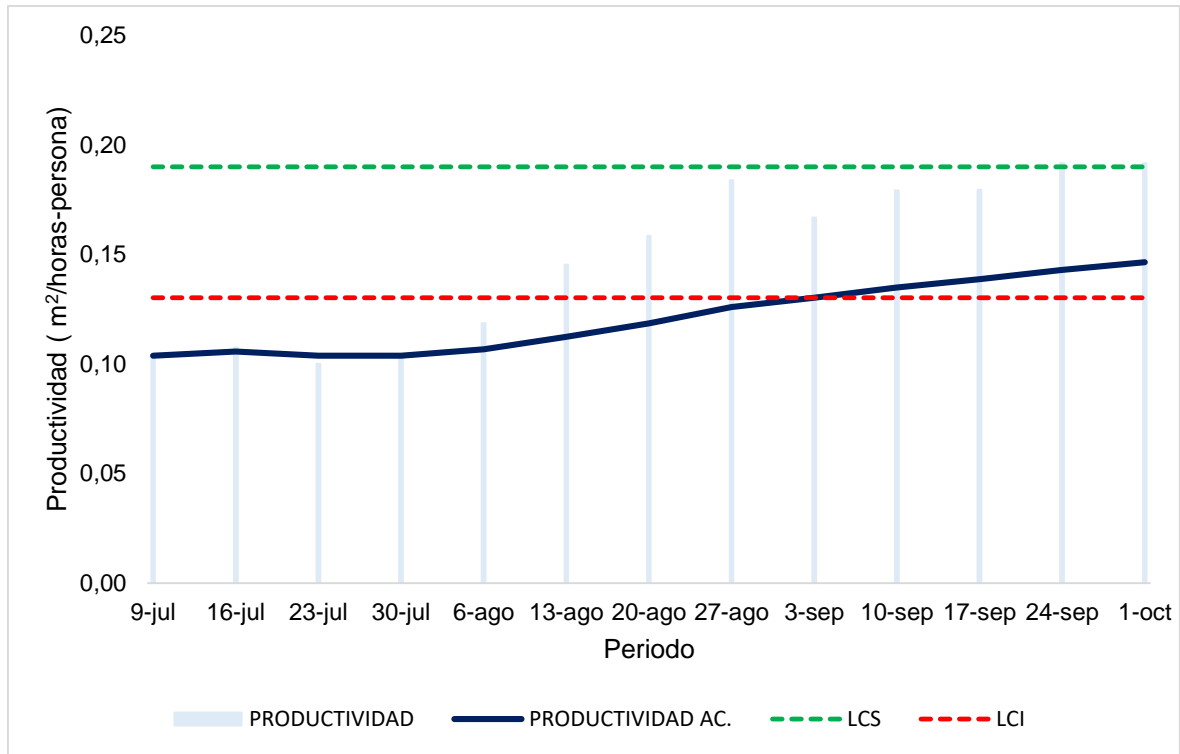


Figura 4.12. Tendencia del indicador de productividad

El análisis estadístico del indicador se muestra en la Tabla 4.13.

Tabla 4.13. Valores estadísticos del indicador de productividad

Promedio	0,15		
Desviación	0,02		
PA	0,00		
LCS	0,19		
LCI	0,13		
B	0,06		
cp	0,67		
cpks	1,00		
cpki	0,33		
LCSN	0,19	0,18	0,16
LCIN	0,10	0,11	0,13
Desvíos	3	2	1

Conforme la tabla, el indicador no es capaz y trabaja a un nivel 1 sigma, dado los valores del cp y cpks. Este indicador debe ser corregido hasta alcanzar un cp de 1.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 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 dio 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 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.

5.2 RECOMENDACIONES

- Desarrollar profesiogramas para los cargos operativos y utilizarlos para futuras contrataciones o movimientos internos del personal.
- Elaborar y aplicar un cronograma de capacitación para el personal operativo que incluya temas como trabajos en alturas, riesgos mecánicos, psicológicos, ergonómicos y demás relacionados con la prevención de riesgos laborales, con el objetivo de concientizar al trabajador y minimizar la probabilidad de la materialización de un accidente.
- Realizar un estudio de riesgos ergonómicos, físicos, psicosociales y químicos en los puestos de trabajo operativo a fin de contemplar y evaluar todas las aristas que puedan influir en el estado de salud de los trabajadores.
- Recolectar información referente a incidentes, accidentes y tiempo perdido en futuros proyectos similares con al menos 30 datos para poder evaluar el desempeño en la gestión de prevención de riesgos laborales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Artibai, L. (2009). Evaluación de riesgos. (1ra.ed.). Vasco, España: Leartik
2. ASTM. (2021). *Standard practice for use of control charts in statistical process control*. Recuperado de: <https://www.astm.org/e2587-16r21e01.html> (Noviembre, 2022).
3. Barragán, G. (2014). Diseño de profesiogramas con miras a mejorar la salud y bienestar ocupacional en Laboratorios Industriales Farmacéuticos Ecuatorianos C.A 2013-2014. Recuperado de: <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> (Agosto, 2021).
4. BEC. (2021). *La pandemia incidió en el crecimiento 2020: La economía ecuatoriana decreció 7,8%*. Recuperado de: https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensaarchivo/item/14_21-la-pandemia-incidio-en-el-crecimiento-2020-la-economiaecuadoriana-decrecio-7-8 (Julio, 2021).
5. Cendal. (2020). *La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia*. Recuperado de: *La construcción, un pilar de la economía debilitado por la pandemia | Gestión (revistagestion.ec)* (Julio, 2021).
6. Coordina. (2020). *Riesgos y medidas preventivas en el sector de la construcción*. Recuperado de: <https://www.coordinacae.com/blog/riesgos-y-medidas-preventivas-en-obras-de-construccion/> (Marzo, 2022).

7. Constitución de la República del Ecuador [Constitución]. Art. 32. 20 de octubre de 2008 (Ecuador).
8. Cortés, J. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=pjoYI7cYVVUC&oi=fnd&pg=PA19&dq=prevenci%C3%B3n+de+riesgos&ots=fMDEBcelmt&sig=EBS3PK4jMjg4kxLn3YGmo-8oXA#v=onepage&q=prevenci%C3%B3n%20de%20riesgos&f=false> (Febrero, 2022).
9. Costa, A. (2016). Actos inseguros vs Condiciones inseguras. *¿Qué es la seguridad preventiva y salud en el trabajo?* Recuperado de: <https://prevencionar.com/2016/09/06/actos-inseguros-condiciones-inseguras/> (Febrero, 2022).
10. Decreto Ejecutivo 2393 [Decreto]. Art. 11. 17 de noviembre 1896 (Ecuador).
11. Gómez, B. (2017). *Manual de prevención de Riesgos Laborales*. Recuperado de: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yF6_DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=prevenci%C3%B3n+de+riesgos+laborales&ots=h1sXNcEksK&sig=HWdv-Ex54H3LvIRwEbvhiB582Og#v=onepage&q=prevenci%C3%B3n%20de%20riesgos%20laborales&f=false (Febrero, 2022).
12. Gonzáles, M. (2014). *Riesgos químicos*. Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2015-06-01-MODULO%20RIESGOS%20QUIMICOS.pdf> (Julio, 2022)
13. Herrandiz, S. (2020). Aplicación de Lean Thinking a la Construcción. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8512/00.pdf> (Agosto, 2022).

14. INEC. (2019). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo*. Recuperado de: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2019/Diciembre/201912_Mercado_Laboral.pdf (Julio, 2021)
15. INSHT. (2017). *Evaluación de riesgos laborales*. Recuperado de: https://riesgoslaborales.saludlaboral.org/wp-content/uploads/2017/02/Evaluacion_riesgos.pdf (Febrero, 2022).
16. INSST. (2016). *Agentes físicos*. Recuperado de: <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-fisicos> (Marzo, 2022).
17. INSST. (2017). *Fundamentos para la prevención de riesgos laborales*. Recuperado de: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/NIPO+fund/789c688f-e753-49b4-bb19-67e53bd7ec28> (Abril, 2022).
18. ISO. (2015). *Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos*. Recuperado de: http://www.cucsur.udg.mx/sites/default/files/iso_9001_2015_esp_rev.pdf (Agosto, 2022).
19. ISO. (2018). *Sistemas de Gestión de la Seguridad y salud en el trabajo*. Recuperado de: <https://ergosourcing.com.co/wp-content/uploads/2018/05/iso-45001-norma-Internacional.pdf> (Agosto, 2022).
20. ISTAS. (2016). *Riego eléctrico*. Recuperado de: <https://istas.net/salud-laboral/peligros-y-riesgos-laborales/riesgo-electrico> (Marzo, 2022)
21. Jara, M. (2017). *El método de las 5S: su aplicación*. Recuperado de: <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf> (Agosto, 2022).
22. Martínez, J. (2015). *Riesgos laborales en la construcción. Un análisis sociocultural*. Recuperado de:

https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14075/1/uni_n23_Mart%C3%ADnez.pdf (Agosto, 2021).

23. Mendoza, V y Nuño, P. (2013). *El control estadístico de procesos (SPC): aplicaciones y beneficios en la industrial*. Recuperado de: [https://upaep.mx/micrositios/coloquios/coloquio2013/memorias/Mesa%201%20PEyDT/EI%20control%20estad%C3%ADstico%20de%20procesos%20\(SPC\)-%20Aplicaciones%20y%20beneficios%20en%20la%20industria.pdf](https://upaep.mx/micrositios/coloquios/coloquio2013/memorias/Mesa%201%20PEyDT/EI%20control%20estad%C3%ADstico%20de%20procesos%20(SPC)-%20Aplicaciones%20y%20beneficios%20en%20la%20industria.pdf) (Noviembre, 2022).

24. Monroy, L. (2017). *La importancia de los indicadores de gestión en las organizaciones colombianas*. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2476&context=administracion_de_empresas (Abril, 2022).

25. Morales, K., Pacheco, G. y Viera, P. (2021). *Accidentabilidad laboral en el sector de la construcción: Ecuador, período 2016-2019*. Recuperado de: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/3206/4260> (Marzo, 2022).

26. Ordoñez, M., Garcés, E. y Martínez, H. (2017). *Modelo cuantitativo de riesgos laborales para el sector de la construcción en el Ecuador*. Recuperado de: <https://scholar.archive.org/work/pddk7hfmvnc5pljo3tm7w24kou/access/wayback/https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/161/pdf> (Agosto, 2021)

27. Organización Mundial de la Salud. (2006). *¿Cómo define la OMS la salud?* Recuperado de: <https://www.who.int/es/about/frequently-asked-questions#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20define%20la%20OMS%20la,ausencia%20de%20afecciones%20o%20enfermedades%C2%BB> (Enero, 2022).

28. OSHA. (2021). *Los riesgos psicosociales y el estrés en el trabajo*. Recuperado de: <https://osha.europa.eu/es/themes/psychosocial-risks-and-stress> (Marzo, 2022).
29. Pascal, O. (2017). *Introducción a la Ingeniería de la Calidad II*. Recuperado: <https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/LIBRO-CALIDAD-II.pdf> (Noviembre, 2022)
30. Paz, R. y González, D. (2012). *Control estadístico de Procesos*. Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1617/1/12_control_estadistico.pdf (Noviembre, 2022).
31. Rimac. (2014). *Indicadores de seguridad y salud en el trabajo (STT)*. Recuperado de: <https://prevencionlaboralrimac.com/Herramientas/Indicadores-sst> (Noviembre, 2022)
32. Quezada, A. (2013). *Identificación, medición y evaluación de riesgos ocupacionales en el área de producción de la industria "Productos Lácteos Nandito-Cuenca"*. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/UPS-CT002592> (Abril, 2022)
33. Quezada, E y Miranda, A. (2019). *Evaluación de riesgos laborales en una empresa metalmecánica aplicando el método de William Fine*. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de ingeniero industrial). Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Ecuador.
34. Pierdan, A y Rodríguez, J. (2009). *Control estadístico de la calidad de un servicio mediante gráficas X y R*. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n32/n32a9.pdf> (Agosto,2022).
35. Resolución C.D. 513 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo [Reglamento]. Art. 53. 4 de marzo del 2016 (Ecuador).

36. Rubio, J. y Rubio, C. (2017). Métodos de evaluación de riesgos laborales. Recuperado de: https://kupdf.net/queue/juan-carlos-rubio-metodos-de-evaluacion-de-riesgos-laborales_58d5fbe4dc0d608405c3464f_pdf?queue_id=-1&x=1661834824&z=MTg2LjcxLjE1My4yMDY= (Julio, 2022)
37. Seguro de Riesgos Laborales. (2021). Reporte de avisos registrados- Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Recuperado de: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYmViMThkZWEtNTE0Yi00MmRiLWl0ZWUtOGMyMDJmZmzMWE3liwidCI6IjZhNmNIOGVkLTBlMGYtNDY4YS05Yzg1LWU3Y2U0ZjlxZjRmMiJ9> (Julio, 2021).
38. Tolagasi, G. (2018). *Mejoramiento de la capacidad del proceso de impresión en la compañía sigmaplast a través de la aplicación de la metodología seis sigma*. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19084/1/CD-8486.pdf> (Agosto, 2022).
39. Universidad Carlos III Madrid. (2012). *Riesgos mecánicos*. Recuperado de: Riesgos mecánicos | UC3M (Mayo, 2022).
40. USO. (2019). *Los riesgos ergonómicos de origen laboral derivan de posturas y movimientos y pueden dar lugar a trastornos musculoesqueléticos*. Recuperado de: <https://www.uso.es/que-son-riesgos-ergonomicos-y-como-evitarlos-en-nuestro-trabajo/> (Marzo, 2022).

ANEXOS

ANEXO I
FORMATO DE LIBERACIÓN DE PERSONAL

SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL LIBERACIÓN PERSONAL	
FECHA:	
NOMBRE DEL TRABAJADOR:	
CARGO QUE DESEMPEÑA:	
ACTIVIDADES QUE EJECUTA:	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
EVALUACIÓN	
NOMBRE DEL EVALUADOR:	
CARGO EL EVALUADOR:	
DESCRIPTIVO DE TRABAJO Y HOJA DE VIDA:	
ACTIVIDADES EVALUADAS:	
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
APTO PARA EL CARGO:	
SI	NO
<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

Figura AI.1. Registro de liberación de personal

ANEXO II

FORMATO DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES Y ACTOS INSEGUROS

SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL INSPECCIÓN DE SEGURIDAD						
ÁREA:	_____					
FECHA:	_____					
REALIZADO POR:	_____					
<i>Instrucciones: identificar las situaciones que se describen en el listado; colocar un "check" en el recuadro "SI", si el área está como se indica en el enunciado; caso contrario colocar un señal en el espacio de "NO" y escribir la corrección inmediata a realizar. Cuando la corrección se ejecute colocar un "check" en el espacio designado como "ejecutado"</i>						
TEMA	SI	NO	NA	ACCIONES DE MEJORA PROPUESTAS	EJECUTADO	
ORDEN Y LIMPIEZA						
Los pisos están libres de objetos fuera de lugar.						
Los pisos tienen superficies seguras (no resbalosos, sin fisuras, huecos).						
Los sectores de paso están libres de obstáculos.						
Los residuos se disponen en un contenedor adecuado.						
Los productos se encuentran bien apilados y ordenados.						
Los pasillos y áreas de trabajo están debidamente señalizados.						
En el sector de trabajo existe orden y limpieza en general.						
Los cables se encuentran contenidos (no estan sueltos).						
INSTALACIONES GENERALES						
Los espacios de circulación están libres de desniveles sin identificar.						
Los espacios de circulación están libres de elementos sueltos o con partes visibles expuestas.						
Las escaleras/gradas u otros accesos cumplen con las condiciones de seguridad (pasamano, baranda, cinta antideslizante, superficies planas).						
Los baños y vestidores son higiénicamente aptos.						
HERRAMIENTAS/EQUIPOS/MÁQUINAS						
Las herramientas se encuentran en buen estado.						
Las herramientas son originales (es decir no ha sido modificadas,no tienen remiendas).						
Las herramientas no presentan corrosión.						
Las partes móviles de máquinas disponen de una protección completa.						
Las herramientas/equipos en desuso son identificadas/os.						
INSUMOS QUÍMICOS						
Los insumos químicos están identificados y almacenados en un lugar designado para los mismos						
Los insumos químicos cuentan con hojas de seguridad						
Observaciones: Indicar si el personal usa bien su equipo de protección, si no realiza remiendas temporales de herramientas o equipos para usarlos, si hace caso a señalética. Verificar que no juegue, que no venga en estado etílico, que utilice los equipos como indica el manual, etc.						

Figura AII.1. Registro de inspección de seguridad

ANEXO III

**DESCRIPTIVOS DE CARGO PARA: SUPERVISOR DE OBRA,
MAESTRO MAYOR Y AYUDANTES DE OBRA**

RMDE ARTÍCULOS DE ACERO	DESCRIPTIVO DE CARGO		APROBACIÓN 01/DIC/2021
	SUPERVISOR DE OBRA		
CARGO:	SUPERVISOR DE OBRA		
JEFE INMEDIATO:	GERENTE DE PROYECTOS	ÁREA:	PRODUCCIÓN
OBJETIVO			
Ejecución y supervisión de obras conforme requisitos preestablecidos por el cliente o jefe inmediato			
RESPONSABILIDADES:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar/ interpretar planos de estructuras de acero inoxidable, vidrio y aluminio 2. Coordinar el cumplimiento del cronograma de obra 3. Supervisar la construcción de estructuras 4. Supervisar el montaje de las estructuras prediseñadas 5. Realizar las actividades encomendadas por su jefe inmediato 			
REQUISITOS DE COMPETENCIA			
<p>1. Formación Bachillerato (mínimo)</p> <p>2. Experiencia Al menos tres años en diseño y montaje de estructuras metálicas (acero inoxidable, vidrio templado y aluminio) o cargos similares.</p> <p>3. Conocimientos AUTOCAD 2D y 3D REVIT (De preferencia) SKETCHUP Paquete Ofimático (Excel, Word, Visio) Prevención de riesgos en construcción</p> <p>4. Actitudes y aptitudes Liderazgo Trabajo en equipo Capacidad de organización Capacidad de trabajo en alturas</p>			
DATOS ADICIONALES			
Género: Masculino Edad: 28-45 años			

Figura AIII.1. Descriptivo de cargo para supervisor de obra

	DESCRIPTIVO DE CARGO		APROBACIÓN 01/DIC/2021
	MAESTRO MAYOR		

CARGO:	MAESTRO MAYOR		
JEFE INMEDIATO:	SUPERVISOR DE OBRA	ÁREA:	PRODUCCIÓN
OBJETIVO			
Dirigir, gestionar la ejecución de obras			
RESPONSABILIDADES:			
Velar por el cumplimiento de las características dadas en planos Proponer mecanismos para cumplir con la calidad técnica y estética Optimizar el uso de recursos			
REQUISITOS DE COMPETENCIA			
<p>1. Formación Bachillerato (mínimo)</p> <p>2. Experiencia Al menos 2 años como maestro mayor en el montaje de estructuras metálicas (acero inoxidable, vidrio templado y aluminio).</p> <p>3. Conocimientos AUTOCAD 2D y 3D REVIT (De preferencia) SKETCHUP Paquete Ofimático (Excel, Word, Visio) Prevención de riesgos en construcción</p> <p>4. Actitudes y aptitudes Liderazgo Trabajo en equipo Capacidad de organización Capacidad de trabajo en alturas</p>			
DATOS ADICIONALES			
Género: Masculino Edad: 28-45 años			

Figura AIII.2. Descriptivo de cargo para maestro mayor

	DESCRIPTIVO DE CARGO		APROBACIÓN 01/DIC/2021
	AYUDANTE DE OBRA		

CARGO:	AYUDANTE DE OBRA		
JEFE INMEDIATO:	MAESTRO MAYOR/SUPERVISOR	ÁREA:	PRODUCCIÓN
OBJETIVO			
Soporte en la ejecución de obras conforme requisitos preestablecidos por el cliente o jefe inmediato			
RESPONSABILIDADES:			
Realizar las actividades encomendadas por su jefe inmediato			
REQUISITOS DE COMPETENCIA			
<p>5. Formación Bachillerato (mínimo)</p> <p>6. Experiencia Al menos 6 meses en manejo de herramientas manuales y montaje de estructuras metálicas (acero inoxidable, vidrio templado y aluminio) o cargos similares.</p> <p>7. Conocimientos Ejecución de obras en áreas externas</p> <p>8. Actitudes y aptitudes Trabajo en equipo Predisposición Capacidad de trabajo en alturas</p>			
DATOS ADICIONALES			
Género: Masculino Edad: 20-35 años			

Figura AIII.3. Descriptivo de cargo para ayudantes de obra

ANEXO IV

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA INSTALACIÓN DE PERFILERÍA

EVALUACIÓN DE RIESGOS																																			
INFORMACIÓN GENERAL																		P.																	
Actividad	Carpintería de aluminio																																		
Locación	Otavalo																																		
Metodología	William Fine (Ternario)																																		
																		LEYENDA																	
																		Riesgo aceptable	AC																
																		Riesgo posible	PO																
																		Riesgo notable	NO																
																		Riesgo alto	AL																
																		Riesgo muy alto	MA																
																		Mecánicos																	
PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	Caídas de personas a distinto nivel	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en altura	Caída de objetos por desplome	Caída de objetos en manipulación	Caída de objetos desprendidos	Pisadas sobre objetos	Choques contra objetos inmóviles	Choques contra objetos móviles	Aplastamiento	Cortes o cizallamiento	Enganches	Atrapamientos	Abrusiones	Punzamientos	Golpes por herramientas	Proyección de fragmentos o partículas	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas															
Instalación de perfilería de aluminio y vidrio	Medición	Se realiza de forma física y digital.	AC	AC	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	Cálculo de perfilería	Se realiza en una computadora	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	Corte de perfilería	Ubicación de perfilería, corte con cortadora	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA															
	Ensamblaje de perfilería	Perforación de perfil con taladro, colocación de tornillos	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	AC	AC	NA															
	Instalación de marcos	Se emplea: taladro, atornillador eléctrico, nivel, metro	NO	AC	NO	NA	AC	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA															
	Corte de vidrios	Se raya con lápiz o marcador la plancha. Se corta con una cortadora	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA														
	Pulida de cantos	Se emplea una moladora	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	AC	NA														
	Instalación de vidrios	Se toma el vidrio y se coloca en el perfil	NO	NO	NO	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA														
	Colocación de embutidor	Se coloca el embutidor en el vidrio	NO	AC	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA														
Sellado	Se coloca silicona con pistola	NO	AC	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															

Figura AIV.1. Evaluación de riesgos del proceso de perfilería

ANEXO V

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA INSTALACIÓN DE MAMPARAS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																																				
INFORMACIÓN GENERAL																		LEYENDA																		
Actividad	Carpintería de aluminio																	Riesgo aceptable	AC																	
Locación	Otavalo																	Riesgo posible	PO																	
Metodología	William Fine (Temario)																	Riesgo notable	NO																	
																		Mecánicos																		P.
PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	Caídas de personas a distinto nivel	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en altura	Caída de objetos por desplome	Caída de objetos en manipulación	Caída de objetos desprendidos	Pisadas sobre objetos	Choques contra objetos inmóviles	Choques contra objetos móviles	Aplastamiento	Cortes o cizallamiento	Enganches	Atrapamientos	Abrusiones	Punzamientos	Golpes por herramientas	Proyección de fragmentos o partículas	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas																
Instalación de mamparas de vidrio templado, cuerpos fijos y móviles	Medición	Se utiliza un flexómetro	AC	AC	PO	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																
	Diseño digital	Se utiliza el programa sketch up y autocad	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																
	Colocación de vidrios	Se emplean ventosas para su movilización	NO	NO	NO	NA	NO	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	Perforación para sujeción	Se emplea un taladro, atomillador eléctrico y nivel	NO	NO	NO	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA															
	Instalación de puntos fijos	Se coloca cabeza con cuerpo y se ajusta	NO	NO	NO	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO															
	Instalación de vidrios	Se transporta y se coloca en el lugar. Se perfora donde van los puntos fijos y se instala	NO	NO	NO	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	Colocación de silicona	Se emplea silicona fría	NO	NO	NO	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															

Figura AV.1. Evaluación de riesgos en la instalación de mamparas

ANEXO VI

REEVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA INSTALACIÓN DE PERFILERÍA

EVALUACIÓN DE RIESGOS																																				
INFORMACIÓN GENERAL																		LEYENDA																		
Actividad	Carpintería de aluminio																	Riesgo aceptable	AC																	
Locación	Otavalo																	Riesgo posible	PO																	
Metodología	William Fine (Ternario)																	Riesgo notable	NO																	
																		Mecánicos																		P.
PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	Caídas de personas a distinto nivel	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en altura	Caída de objetos por desplome	Caída de objetos en manipulación	Caída de objetos desprendidos	Pisadas sobre objetos	Choqueos contra objetos inmóviles	Choqueos contra objetos móviles	Aplastamiento	Cortes o cizallamiento	Enganches	Atrapamientos	Abrasiones	Punzamientos	Golpes por herramientas	Proyección de fragmentos o partículas	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas																
Instalación de perfilera de aluminio y vidrio	Medición	Se realiza de forma física y digital.	AC	AC	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA																
	Cálculo de perfilera	Se realiza en una computadora	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																
	Corte de perfilera	Ubicación de perfilera, corte con cortadora	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA																
	Ensamblaje de perfilera	Perforación de perfil con taladro, colocación de tornillos	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	AC	AC	NA																
	Instalación de marcos	Se emplea: taladro, atornillador eléctrico, nivel, metro	PO	AC	PO	NA	AC	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA																
	Corte de vidrios	Se raya con lapiz o marcador la plancha. Se corta con una cortadora	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	Pulida de cantos	Se emplea una moladora	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	AC	NA															
	Instalación de vidrios	Se toma el vidrio y se coloca en el perfil	PO	PO	PO	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
	Colocación de embutidor	Se coloca el embutidor en el vidrio	PO	AC	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA															
Sellado	Se coloca silicona con pistola	PO	AC	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																

Figura AVI.1. Reevaluación de riesgos en el proceso de perfilera

ANEXO VII

REEVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA INSTALACIÓN DE MAMPARAS

EVALUACIÓN DE RIESGOS																					
INFORMACIÓN GENERAL										LEYENDA											
Actividad	Carpintería de aluminio									Riesgo aceptable	AC	Riesgo posible	PO	Riesgo notable	NO	Riesgo alto	AL	Riesgo muy alto	MA		
Locación	Otavalo																				
Metodología	William Fine (Temario)																				
PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	Mecánicos																P.		
			Caídas de personas a distinto nivel	Caídas de personas al mismo nivel	Trabajos en altura	Caída de objetos por desplome	Caída de objetos en manipulación	Caída de objetos desprendidos	Pisadas sobre objetos	Choques contra objetos inmóviles	Choques contra objetos móviles	Aplastamiento	Cortes o cizallamiento	Enganches	Atrapamientos	Abrusiones	Punzamientos	Golpes por herramientas		Proyección de fragmentos o partículas	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas
Instalación de mamparas de vidrio templado, cuerpos fijos y móviles	Medición	Se utiliza un flexómetro	AC	AC	PO	NA	NA	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Diseño digital	Se utiliza el programa sketch up y autocad	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Colocación de vidrios	Se emplean ventosas para su movilización	PO	PO	PO	NA	PO	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Perforación para sujeción	Se emplea un taladro, atornillador eléctrico y nivel	PO	PO	PO	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	AC	NA	NA
	Instalación de puntos fijos	Se coloca cabeza con cuerpo y se ajusta	PO	PO	PO	NA	AC	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PO
	Instalación de vidrios	Se transporta y se coloca en el lugar. Se perfora donde van los puntos fijos y se instala	PO	PO	PO	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Colocación de silicona	Se emplea silicona fría	PO	PO	PO	NA	PO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

Figura AVII.1. Reevaluación de riesgos en el proceso de mamparas

ANEXO VIII

NIVEL SEIS SIGMA

Nivel Seis Sigma con cambio de 1.5 Sigma

Nivel Sigma	Sigma + 1.5	1.5 - Sigma	Probabilidad Buenos	Probabilidad Defectos	DPMO	Cpk
0	0,933192799	0,933192799	0	1	1.000.000,00	0,000
0,5	0,977249868	0,841344746	0,135905122	0,864094878	864.094,88	0,167
0,75	0,987775527	0,773372648	0,21440288	0,78559712	785.597,12	0,250
1	0,993790335	0,691462461	0,302327873	0,697672127	697.672,13	0,333
1,25	0,997020237	0,598706326	0,398313911	0,601686089	601.686,09	0,417
1,5	0,998650102	0,5	0,498650102	0,501349898	501.349,90	0,500
1,75	0,999422975	0,401293674	0,598129301	0,401870699	401.870,70	0,583
2	0,999767371	0,308537539	0,691229832	0,308770168	308.770,17	0,667
2,25	0,999911583	0,226627352	0,77328423	0,22671577	226.715,77	0,750
2,5	0,999968329	0,158655254	0,841313075	0,158686925	158.686,93	0,833
2,75	0,999989311	0,105649774	0,894339538	0,105660462	105.660,46	0,917
3	0,999996602	0,066807201	0,933189401	0,066810599	66.810,60	1,000
3,25	0,999998983	0,040059157	0,959939826	0,040060174	40.060,17	1,083
3,5	0,999999713	0,022750132	0,977249581	0,022750419	22.750,42	1,167
3,75	0,999999924	0,01224473	0,987775451	0,01224549	12.224,55	1,250
4	0,999999981	0,006209665	0,993790316	0,006209684	6.209,68	1,333
4,25	0,999999996	0,002979763	0,997020232	0,002979768	2.979,77	1,417
4,5	0,999999999	0,001349898	0,998650101	0,001349899	1.349,90	1,500
4,75	1	0,000577025	0,999422975	0,000577025	577,03	1,583
5	1	0,000232629	0,999767371	0,000232629	232,63	1,667
5,25	1	8,84173E-05	0,999911583	8,84173E-05	88,42	1,750
5,5	1	3,16712E-05	0,999968329	3,16712E-05	31,67	1,833
5,75	1	1,06885E-05	0,999989311	1,06885E-05	10,69	1,917
6	1	3,39767E-06	0,999996602	3,39767E-06	3,40	2,000
6,25	1	1,01708E-06	0,999998983	1,01708E-06	1,02	2,083
6,5	1	2,86652E-07	0,999999713	2,86652E-07	0,29	2,167
6,75	1	7,60496E-08	0,999999924	7,60496E-08	0,08	2,250
7	1	1,89896E-08	0,999999981	1,89896E-08	0,02	2,333
7,25	1	4,46217E-09	0,999999996	4,46217E-09	0,00	2,417
7,5	1	9,86588E-10	0,999999999	9,86588E-10	0,00	2,500
7,75	1	2,05226E-10	1	2,05226E-10	0,00	2,583
8	1	4,016E-11	1	4,016E-11	0,00	2,667

elaborada por Blackberry&Cross www.blackberrycross.com

elaborada por
Blackberry&Cross
www.blackberrycross.com
(508) 2234-5720
(antes de utilizar esta tabla asegúrese de comprender los supuestos bajo los cuales fue confeccionada. Para más información escriba a sopORTE@blackberrycross.com)

Figura AVIII.1. Tabla referencial equivalencias cpk y nivel sigma

ANEXO IX
FOTOGRAFÍAS DE CONDICIONES DE TRABAJO



Figura AIX.1. Proyecto Mindalae y condiciones de trabajo