UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2019

ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN ÁREA DE CORTE Y SOLDADURA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE REVESTIMIENTOS MINEROS DE METSO, CONCÓN, V REGIÓN

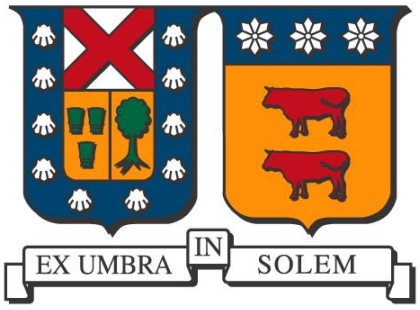
ARATA MARTINEZ, FRANCO IGNACIO

https://hdl.handle.net/11673/48319

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR



ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS EN ÁREA DE CORTE Y SOLDADURA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE REVESTIMIENTOS MINEROS DE METSO, CONCÓN, V REGIÓN.

Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero en Prevención de Riesgos Laborales y Ambientales.

Estudiante:

Franco Ignacio Arata Martínez

Profesor Guía:

Leonor Cabello Arellano

2019

RESUMEN

KEYWORDS: ANÁLISIS DE RIESGO, VALOR ESPERADO DE PÉRDIDA, ALTO POTENCIAL

En el presente documento se expone un **Análisis, Evaluación y Control de Riesgos** en el **Taller de Corte y Soldadura** de la planta de producción de revestimientos mineros de **Metso Concón,** con el fin de establecer medidas para prevenir, controlar y/o minimizar la ocurrencia de accidentes y enfermedades profesionales.

Para realizar el análisis, la observación del desempeño de los trabajadores en el taller fue fundamental, junto con el apoyo y cooperación de estos mismos para identificar las tareas realizadas, principalmente, el corte de planchas de acero con método de oxicorte semi automático, la soldadura tipo MIG y al arco de piezas de gran magnitud con equipos profesionales, el uso de puente grúa y grúa pluma de columna y la operación de grúa horquilla.

Una vez concluida la etapa de identificación, se continuó con la evaluación de los riesgos para conocer y definir el Valor Esperado de Pérdida según los criterios establecidos por la "Guía Técnica para el Identificación y Evaluación de los Riesgos de Seguridad en el trabajo" del Instituto de Salud Pública, así como también el nivel de acción para finalmente establecer las medidas preventivas en cada una de los riesgos resultantes como NO EVITABLES, los cuales fueron la inhalación de humos metálicos y la exposición a radiaciones provenientes de las tareas de corte y soldadura.

Finalmente se proponen una serie de medidas preventivas, las que incluyen la adquisición de equipos de extracción de humos, con previa cotización de una empresa externa especializada en la materia, y la compra de máscaras de seguridad de medio rostro que disminuyen la inhalación de agentes químicos. Se estima en primera instancia una inversión de US$ 118,31 ($ 78.400 CLP) sólo en elementos de protección personal, y en equipos de extracción queda sujeto al estudio y cotización de la empresa designada.

Además, se establece una nueva metodología para abordar aquellos riesgos Evitables que no formaron parte de la evaluación final, pero que sin embargo tienen un alto potencial de generar lesiones graves y fatales para los trabajadores, como el aplastamiento por caída de material en suspensión, atropellos con vehículos o atrapamiento por o entre objetos.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y DEFINICIONES

INTRODUCCIÓN **1**

OBJETIVOS **2**

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA **4**

1.1. METSO MINERALS 5

1.1.1. Misión y Visión 6

1.1.2. Política de Salud, Seguridad y Medioambiente (HSE) 7

1.1.3. Declaración de Auditoría Interna HSE 8

1.2. METSO MINERALS CHILE 9

1.2.1. Metso Concón S.p.A 10

1.2.2. Organigrama 12

1.2.3. Productos de la Planta de Revestimientos Mineros de Concón 13

1.2.4. Procesos de Metso Concón 14

CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL Y TEÓRICO **16**

2.1. MARCO LEGAL APLICABLE 17

2.2. MARCO TEÓRICO DEL ANÁLISIS DE RIESGO 19

2.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO 20

2.4. DETERMINACIÓN DEL RIESGO SEGÚN FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS 21

2.4.1. Determinación de la Probabilidad 21

2.4.2. Determinación de la Consecuencia o Severidad del daño 23

2.4.3 Valoración de los Riesgos detectados 25

CAPÍTULO 3: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 27
3.1. TALLER DE CORTE Y SOLDADURA 28
3.1.1. Corte de planchas de acero 28
3.1.2. Soldadura semiautomática con gas inerte de protección (MIG) 30
3.1.3. Uso y manejo de Puente Grúa 32
3.1.4. Operación de Grúa Horquilla 33
3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN TALLER DE CORTE Y SOLDADURA 34
3.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS 39
3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 41

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA Y RECOMENDACIONES 44
4.1. PROPUESTA DE MEJORA 45
4.2. RECOMENDACIONES 48
4.3. ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN SOBRE ALTO POTENCIAL DE LESIONES GRAVES Y FATALES 50
4.3.1 Modelo para prevenir Lesiones Graves y Fatales 51
4.4. APLICACIÓN DEL MODELO ESTRATÉGICO 52

CONCLUSIÓN 54

BIBLIOGRAFÍA 56

ANEXOS 58
ANEXO A: DISTRIBUCIÓN PLANTA METSO CONCÓN 59
ANEXO B: FICHAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGO 60
ANEXO B.2: FICHAS DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGO 61
ANEXO C: CODIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES 62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Taller de revestimiento Mesto Concón	11
Figura 1-2	Organigrama Mesto Concón	12
Figura 1-3	Parrilla PolyMet	13
Figura 3-1	Trabajos de Oxicorte en Metso Concón	29
Figura 3-2	Trabajos de Soldadura en Mesto Concón	31
Figura 3-3	Grúa Pluma de Columna.	32
Figura 3-4	Grúa Horquilla Metso Concón	34
Figura 3-5	Equipo para Soldadura MIG Kemppi	35
Figura 3-6	Exposición a Humos de Soldadura.	42
Figura 4-1	Extractor móvil para Humos de Soldadura	46
Figura 4-2	Respirador de Seguridad 3M	47
Figura 4-3	Gráfica Estadística ACHS	50
Figura 4-4	Exposición a LGF por sector económico	53

INDICE DE TABLAS

Figura 2-1	Determinación de Probabilidad	22
Figura 2-2	Determinación de Consecuencia	24
Figura 2-3	Valor Esperado de Pérdida	26
Figura 3-1	Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad	37
Figura 3-1	Continuación Tabla 3-1	38
Figura 3-2	Matriz de Evaluación de Riesgos No Evitables	40

SIGLAS Y DEFINICIONES

ACHS:	Asociación Chilena de Seguridad.
ASIMET:	Asociación de industriales metalúrgicos y metalmecánicos.
CMPC:	Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones.
DS:	Decreto Supremo.
HSEQ:	Health, Safety, Environment and Quality, cuyo significado en español es Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad.
ISP:	Instituto de Salud Pública.
LGF:	Lesiones Graves y Fatales.
MIG:	Metal Inert Gas. Técnica de soldar al arco bajo gas.
TIG:	Técnica de soldar (Tungsten Inert Gas) mediante el uso de un electrodo de tungsteno.
VEP:	Valor Esperado de Pérdida.
Polymet:	Combinación de goma y acero utilizado por Metso en los revestimientos de molinos.
Molino SAG:	Molino Semi Autógeno; equipo usado en plantas mineras para moler rocas de mineral para reducir su tamaño y hacerlo apto para las etapas siguientes de procesamiento de dicho mineral
Factores de Riesgo:	Presencia de algún elemento, fenómeno o acción humana que puede causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones.

Riesgo Evitable:	Riesgos que puedan ser eliminados de forma fácil, sin implicación de muchas personas o estamentos, sin un desembolso económico importante, sin parar el proceso o la tarea y cuyas medidas para evitarlos sean sencillas y de rápida instalación. Nunca se considerará riesgo de tipo evitable aquel que requiera como medida preventiva formación, aprobación de un presupuesto económico o contratación de un servicio con una empresa ajena.
Riesgo No Evitable:	Todo aquel tipo de riesgo que no cumpla con los requerimientos señalados en el 1º párrafo de la definición de "riesgo evitable".
Evaluación Riesgo:	Proceso global de estimar la magnitud del riesgo y decidir si el riesgo es o no tolerable. Para evaluar los riesgos se utiliza el método del Valor Esperado de Pérdidas (VEP) en el cual se considera la probabilidad y la consecuencia, como criterios fundamentales para la evaluación del riesgo.
Probabilidad (P):	Expectativa que se desarrolle toda una secuencia de causas y efectos, hasta terminar en un resultado distinto al deseado donde se consideran las experiencias de la propia empresa o de empresas similares.
Consecuencia (C):	Nivel o grado de lesión o daño asociado a la causa que puede provocar un incidente el cual se expresa por una escala de magnitud.

INTRODUCCIÓN

La industria metalúrgica-metalmecánica es uno de los principales sectores económicos del país, y que, si bien ha mostrado resultados por debajo de lo esperado en términos de producción, el balance respecto de la seguridad laboral es distinto, mostrando avances positivos. Según la revista HSEC[1] "en 2014 cerró con una tasa de accidentabilidad de 5,66%, destacándose la evolución mostrada por las actividades de fabricación de productos metálicos, cuya tasa bajó de 10,45% en Enero de 2013 a 7,42% en Diciembre de 2014.

La disminución de la accidentabilidad en este rubro no es fácil debido a la fuerte interacción hombre-máquina que se produce, donde se ha registrado la mayor cantidad de accidentes. "Una característica del sector metalmecánico es su alta incidencia de accidentes graves con consecuencia de amputación traumática, ámbito en el cual aún queda mucho por hacer", explica Cristián Rojas, Experto Senior Sector Industrial de ACHS[2].

Respecto al origen de los riesgos críticos en la industria, Karol Benavides, Jefa del Departamento de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente de Asimet[3], sostiene que: "La diversidad de los procesos del sector metalúrgico- metalmecánico hace que también los focos de riesgo sean variados, los que van desde procesos tecnológicos, hasta una utilización intensiva de energía". Por lo tanto, la probabilidad de que una persona entre en contacto con alguna de ellas en ausencia de medidas de control es muy alta, generando así accidentes de todo tipo. Algunos de los riesgos a los que se exponen los trabajadores son:

- Físicos: ruido, vibraciones, temperatura, radiaciones no ionizantes, infrarrojos y ultravioletas-, entre otros.
- Químicos: polvos, partículas, humos y neblinas, sustancias tóxicas, humos, etc.
- Eléctricos: alta y baja tensión.
- Físico-químicos: incendios y explosiones.
- Ergonómicos: sobreesfuerzo (manejo manual de cargas), posturas inadecuadas/ forzadas de trabajo.

[1] Revista HSEC, 2014.
[2] Cristián Rojas, Experto Senior Sector Industrial de ACHS
[3] Karol Benavides, Jefa del Departamento de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente de la Asociación de Industriales Metalúrgicos y Metalmecánicos (Asimet)

- Mecánicos: herramientas defectuosas, máquinas sin protecciones o protecciones insuficientes, superficies calientes, recipientes a presión, entre otros.

OBJETIVO GENERAL

Realizar un Análisis de Riesgo para identificar y evaluar los riesgos de seguridad existentes en el Taller de Corte y Soldadura de Metso Concón, en base a los criterios que establece la Guía Técnica para la identificación y evaluación de los riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo, del Instituto de Salud Pública.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los factores de riesgos asociados a las actividades realizadas en el Taller de Corte y Soldadura.
- Evaluar los factores de riesgo, y determinar el nivel de riesgo o valor esperado de pérdida (VEP).
- Establecer medidas preventivas para los riesgos resultantes como No Evitables del Análisis de Riesgo.

FUNDAMENTACIÓN

Debido al riesgo latente al cual se exponen los trabajadores del Taller de Corte y Soldadura, y la gravedad que significaría la materialización de ello, ya sea como accidentes laborales, enfermedades profesionales o daños al medio ambiente, es que se requiere de la elaboración de un Análisis, Evaluación y Control de Riesgos para prevenir, controlar y/o minimizar su ocurrencia.

ALCANCE

El presente análisis de riesgo aplica exclusivamente a los trabajadores del Área de Corte y Soldadura de la planta de revestimiento minero de Metso, ubicada en el Camino Internacional #1850, Concón, V Región de Valparaíso. En el taller trabajan aproximadamente 20 personas (dependiendo de la carga laboral), divididas en dos turnos (día y noche), con 10 - 12 trabajadores por cada turno.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este documento se compone de dos etapas principalmente:

La primera etapa corresponde a la identificación de los factores de riesgo, donde se da énfasis en los riesgos de seguridad existentes en el lugar de trabajo, en este caso, el Taller de Corte y Soldadura de la planta de revestimientos mineros de Metso.

La segunda etapa consiste en determinar el Nivel de Riesgo según los factores de riesgo identificados previamente, y evaluarlos mediante el método de "Valor Esperado de la Pérdida (VEP)" del Instituto de Salud Pública, para finalmente establecer medidas preventivas y de control orientadas a todas aquellas tareas resultantes como críticas.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

A continuación, se presenta la información referente a Metso Minerals y Metso Chile, principalmente aquellos datos relevantes para contextualizar el Análisis de Riesgo.

1.1 METSO MINERALS

Metso es una empresa industrial finlandesa que ofrece equipos y servicios para el procesamiento sostenible y el flujo de recursos naturales en las industrias de minería, agregados, reciclaje y procesos. Entrega soluciones innovadoras para ayudar a sus clientes a mejorar su eficiencia operativa, reducir riesgos y aumentar la rentabilidad. En la actualidad, la compañía cuenta con alrededor de 80 centros de servicio, en 52 países y con cerca de 11.000 profesionales

Nace mediante la fusión de las empresas Valmet y Rauma en el año 1999. En ese momento, Valmet suministraba máquinas de papel y cartón, mientras que las operaciones de Rauma estaban enfocadas en tecnología de fibra, la trituración de roca y el flujo de las soluciones de control. La fusión, creó un proveedor de equipos que se reunió a la industria de procesos globales, y que centró su desarrollo en soluciones y servicios inteligentes para la minería, la construcción; el petróleo y el gas. Siguiendo una estrategia de adquisición activa y crecimiento orgánico, en poco tiempo, la empresa se convirtió en uno de los principales proveedores del mundo de la industria de procesos.

Además, continuó proporcionando soluciones de automatización de procesos, control de flujo, y servicios para las plantas de celulosa, papel y generación de energía, y otras industrias. Dichas operaciones son aquellas que realiza hasta ahora.

La nueva empresa tenía operaciones superpuestas y la misma base de clientes. El propósito de la fusión fue la voluntad de crecer, particularmente en tecnología de procesos. El alcance del negocio de la compañía se diversificó y hubo críticas de la fusión que dijeron que

se habría logrado un crecimiento más fácil si las dos compañías hubieran adquirido un competidor en su propio sector empresarial central.

El año 2013, marcó un punto de inflexión en la historia de Metso, ya que se decidió separar la compañía en dos empresas públicas independientes: Metso Corporation y Valmet Corporation.

Para el procesamiento de minerales en las industrias de minería, agregados y reciclado, la oferta de Metso incluye trituradoras, cribas, soluciones para minería, molinos y medios de molienda, transportadores, soluciones para el manejo de materiales a granel, así como equipos de procesamiento, pirotecnia y reciclaje.

1.1.1 Misión y Visión

Metso es un proveedor líder de rendimiento de procesos con clientes en las industrias de minería, áridos y petróleo, y gas. La empresa se basa en la experiencia del cliente y en las tecnologías fiables, así como en el conocimiento de procesos y aplicaciones y en la oferta de servicios de alcance completo y capacidad de entrega. Para cuyos fines tiene como misión y visión:

"Nuestra visión, misión, valores y principios de liderazgo son el núcleo de todo lo que hacemos."

"De acuerdo con nuestra misión, contribuimos a un mundo más sostenible al ayudar a nuestros clientes a procesar recursos naturales y reciclar materiales en productos comercializables. Nuestra misión, junto con nuestros valores y nuestro código de conducta, forman la base de nuestra visión: "Trabajar como Uno para ser el Número Uno". Trabajar como uno significa trabajar estrechamente con los clientes y otras partes interesadas externas, así como dentro de la empresa. Ser el número uno significa crear valor agregado para nuestros grupos de interés en todo lo que hacemos y ser los mejores en ello."

"Nuestros valores son: impulsar el éxito del cliente, buscar innovaciones, actuar juntos y respetarnos mutuamente. Estos valores nos guían en cómo hacemos negocios y cómo trabajamos juntos con partes interesadas internas y externas."

1.1.2. Política de Salud, Seguridad y Medioambiente (HSE)

La Salud, Seguridad y Medio Ambiente (HSE) es un elemento esencial en todas las actividades de Metso, y define su política de la siguiente manera:

"Estamos comprometidos a asumir la responsabilidad personal de nuestra salud y seguridad, y hacemos hincapié en la obligación de rechazar el trabajo inseguro. Creemos en que se pueden prevenir todas las lesiones, accidentes ambientales y peligros para la salud. Cumpliremos nuestra obligación de proporcionar un ambiente de trabajo seguro y saludable, y el bienestar de nuestros empleados. Animamos a todos a participar en nuestro desarrollo de HSE."

"Creemos firmemente que el buen desempeño de HSE es clave para garantizar un negocio sostenible y, por lo tanto, será considerado como una parte integral en el proceso de toma de decisiones de negocios."

"Siempre enfatizamos nuestros altos estándares de conducta de HSE cuando tratamos con clientes, proveedores y otras partes interesadas. El cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables es sólo un requisito mínimo."

"Aspiramos a minimizar nuestra huella medioambiental en toda la cadena de valor y a prevenir la contaminación.

Para cumplir con nuestra política de HSE, nosotros:

- *Requerimos buen comportamiento de HSE y seguir las reglas e instrucciones que hemos fijado en todas nuestras actividades diarias.*
- *Mejorar continuamente nuestros procesos, prácticas y ambiente de trabajo*

- *Utilizar una jerarquía de control, cuando aplique, para controlar los riesgos.*
- *Diseñar nuestras soluciones, productos, innovaciones y servicios para ayudar a nuestros clientes a mejorar su seguridad y rendimiento medioambiental.*
- *Esforzarse por un uso eficiente y sostenible de la energía, los recursos naturales y los materiales en todas nuestras operaciones."*

1.1.3. Declaración de Auditoría Interna HSE

Las auditorías internas de Metso se realizan en cada una de sus áreas a nivel nacional en materia de seguridad y medio ambiente. Éstas tienen como foco:

- Verificar el cumplimiento de los estándares de seguridad, tanto internos como de nuestros clientes.

- Verificar en la práctica el grado de conocimiento de los estándares de seguridad y cómo son desarrollados en terreno.

De esta forma Metso define la importancia de los procesos de auditoría interna en la siguiente declaración:

"Metso continúa desarrollando su cultura de seguridad concentrándose en las prácticas de auditoría HSE. El proceso de auditoría de HSE apoya a nuestras unidades en la aplicación de nuestros estándares de seguridad mínimos y en la búsqueda de las mejores prácticas en nuestras operaciones diarias. También nos permite compartir estas prácticas a nivel mundial."

"Las auditorías HSE realizan un seguimiento de buenas prácticas en los sitios de Metso a nivel mundial. También es una herramienta para monitorear la tasa de implementación de nuestras prácticas, tales como las normas de seguridad mínimas. Nuestro auditor interno de HSE visita docenas de ubicaciones anualmente e identifica las acciones HSE para mejorar la seguridad en nuestras ubicaciones. Además, la herramienta de auto-evaluación de HSE de Metso apoya el desarrollo de las buenas prácticas de seguridad local y ayuda a identificar y priorizar las áreas para el desarrollo. La herramienta incluye gestión

HSE, evaluación de riesgos y peligros, capacitación, participación, liderazgo, y gestión de incidentes y accidentes."

"Hemos mejorado nuestros informes HSE mediante la implementación de un Grupo-abierto de HSE que informa a todo el sistema. El sistema mejorará el monitoreo y gestión de nuestra seguridad ocupacional, incluyendo accidentes, cuasi accidentes, situaciones de primeros auxilios y observaciones de riesgo."

1.2 METSO MINERALS CHILE

Metso Chile es la filial chilena de la multinacional finlandesa Metso Oyj. La compañía es proveedora de soluciones y servicios principalmente para los sectores mineros, reciclaje y celulosa y papel. También entrega soluciones y automatización en el ámbito de la construcción y la industria del petróleo y gas. Su oficina central está ubicada en la ciudad de Santiago y mantiene presencia regional en las ciudades de Antofagasta, Calama, Concepción y Concón.

Entre sus proyectos más relevantes en el país destaca la firma de un contrato con la minera estatal chilena Codelco en 2014 para el reacondicionamiento de 33 molinos de bolas en dos plantas de Chuquicamata. Además, el mismo año implementó mejoras operacionales en la producción de cobre de la mina El Teniente, y en la División Andina instaló los primeros revestimientos de molino Megaliner, ambos pertenecientes a Codelco. En 2015 participó en la implementación de mejoras para aumentar la producción de oro y cobre en Minera Esperanza, perteneciente a Antofagasta Minerals. Otro importante proyecto fue la entrega de una línea completa de producción a la papelera de CMPC en Talagante que comenzó a operar en 2013.

El preocupante déficit de personal calificado que afecta a la minería complica la mantención de un grupo experto, debido a la alta demanda de profesionales. Por esta razón, Metso ha firmado una serie de convenios con universidades y liceos industriales en donde se capacita a los estudiantes, además de facilitar prácticas profesionales dentro de la compañía.

Los altos ejecutivos de Metso comparten la preocupación generalizada del sector minero en Chile, acerca de las complicaciones que puede ocasionar en las faenas la falta de disponibilidad de agua.

Reducir, reusar y reciclar. La matriz energética de Chile permite alcanzar grandes alternativas para trabajar; tiene generación con gas, hidráulica y en base a hidrocarburos. Los clientes buscan desarrollar soluciones con sus proveedores estratégicos que apunten a disminuir el consumo energético.

Metso tiene planes de eficiencia energética a nivel mundial, para lo que está trabajando con el programa denominado MEEP - Metso Energy Efficient Program, por sus siglas en inglés - en las plantas productoras, que vela por la reducción de consumos y la eficiencia en los procesos. Por ejemplo, se trabaja con un sistema de recuperación de la energía del vapor. Si bien es un ciclo cerrado, en algún minuto el proceso se abre en los ciclos de purga, en los que el vapor condensado aún sigue manteniendo una buena calidad de energía que se utiliza en recalentar el agua que vuelve al proceso. En el caso de los gases de combustión, éstos son utilizados para el calentamiento de piezas metálicas, lo que reduce la gran demanda energética de los procesos siguientes, aumentando la eficiencia de todo el conjunto productivo en pos del cuidado del medioambiente.

En los últimos cuatro años, Metso Chile ha triplicado la producción, medido tanto por el número de piezas como por los kilos procesados de acero y goma.

Cuenta con un plan estratégico de inversiones, con el cual se espera ampliar la planta al doble dentro de los próximos tres años, con posibilidades de seguir en el mercado sudamericano.

1.2.1. Metso Concón

Metso posee una planta de revestimientos de molinos, única en su tipo y en el rubro, gracias a la innovación y la diversidad de sus productos. La fábrica, ubicada en el parque industrial de Concón - en la V Región – es uno de los eslabones de la cadena fabril que el

grupo de origen finlandés tiene en Brasil, Argentina, México, Canadá, Sudáfrica, Suecia, India, y Australia.

Inaugurada en 1965, cuenta actualmente con más de 200 empleados. La planta ha ido realizando diversas innovaciones tecnológicas como la inclusión de equipos automatizados, una extrusora continua y prensas de gran tamaño.

Cubre el amplio mercado chileno de compañías mineras privadas y estatales, además de proveer a países sudamericanos como Argentina, Uruguay, Brasil y Perú. Aproximadamente, el 80% de lo fabricado en la planta se distribuye a nivel nacional, aunque los rubros brasileños y peruanos están creciendo. Además concentra alrededor del 80% del mercado en molinos semi autógeno (SAG) y revestimientos de molinos de bolas a nivel local. Con materia prima proveniente de una de las plantas que Metso mantiene en Suecia, la firma ha sido precursora en la fabricación de productos en base al Polymet - aleación de polímero y metal - que permite a los molinos funcionar más aliviados, dando una ventaja comparativa importante frente a los revestimientos de acero, aumentando la disponibilidad y logrando mayor confiabilidad.

En la actualidad Metso Concón cuenta con un stock aproximado de 1.500 toneladas de acero laminado y 1100 toneladas de caucho (goma), este último utilizado gran parte en el taller de revestimiento (Fig. 1-1), distribuidos al interior de la planta (ANEXO A).

Figura 1-1: Taller de Revestimiento Mesto Concón.

Fuente: Elaborado por Metso Chile S.p.A

1.2.2. Organigrama

La empresa cuenta con una organización estructurada y diseñada para trabajar en pro del objetivo común y complementar cada área de la empresa, las cuales tienen a cargo diferentes departamentos con sus respectivas secciones. En la figura 1-2 se muestra el organigrama que posee Metso, específicamente los estamentos pertenecientes a las dependencias de la fábrica Concón. Estos cargos son los responsables del área de producción de la empresa.

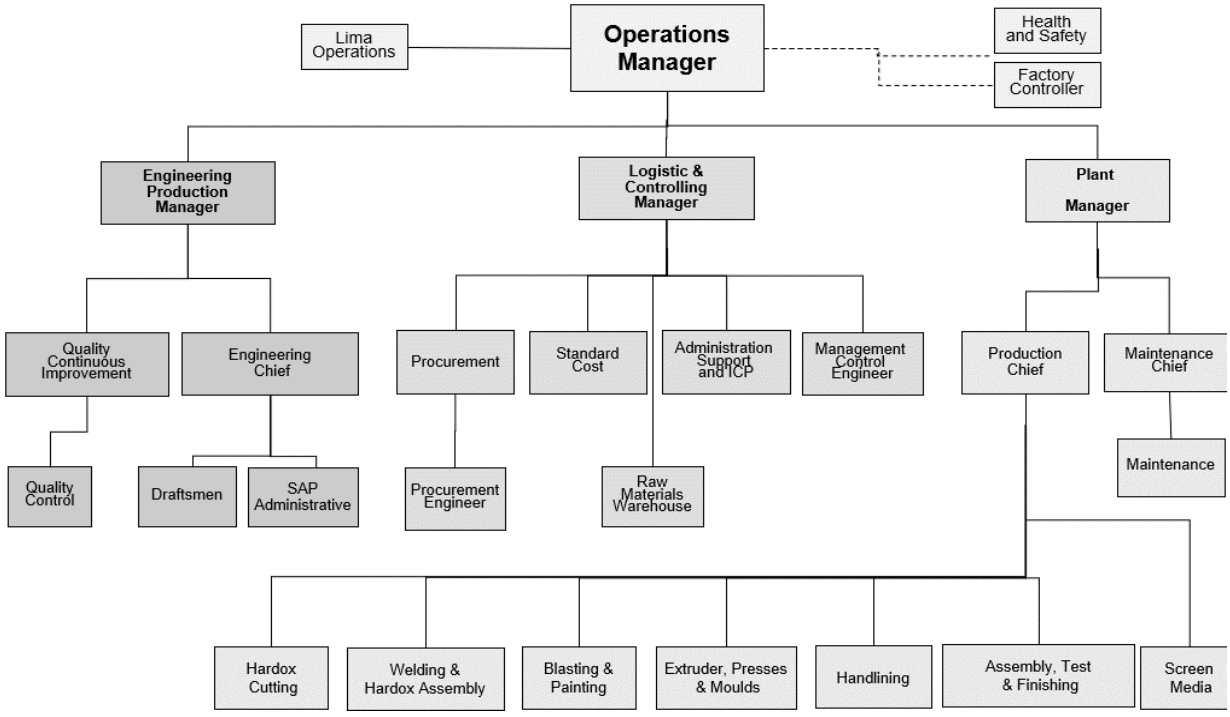


Figura 1-2: Organigrama Mesto Concón

Fuente: Elaborado por Metso Chile S.p.A

1.2.3. Productos de la planta de revestimientos mineros de Concón

Metso Concón realiza modificaciones en el diseño de sus productos, aumentando la performance de operación y ampliando la vida útil de los revestimientos que, en promedio, van de cuatro meses a un año. Los principales usuarios son Codelco Chile, Minera Los Pelambres, Minera Escondida y División Los Bronces, de Anglo American, en Chile; Barrick Veladero y Alumbrera, en Argentina; Loryser en Uruguay; Cerro Corona, Antamina y Cerro Verde, en Perú; Maraca y Las Luces, en Brasil, entre otros. Con relación al mercado de Argentina, el proceso de sustitución de importaciones que impulsa el gobierno argentino no ha logrado, hasta ahora, desarrollar revestimientos para molinos de gran tamaño, o con alta durabilidad. Sin embargo, Argentina está levantando las barreras arancelarias, ya que el mercado interno no ha sido capaz de crear soluciones a la velocidad que demandan los clientes.

Los productos elaborados en la fábrica son principalmente elementos de desgaste con su respectivo revestimiento; tales como lifter, parrillas Polymet para molinos SAG (Figura 1-3), mallas, entre otras. La innovación en este tipo de productos es que a pesar de su gran tamaño, tienen menor peso en comparación a los fabricados en acero. En el caso de las parrillas, éstas mantienen su área libre de descarga, además de ser auto-limpiantes, lo que disminuye las paradas de los equipos por mantención.

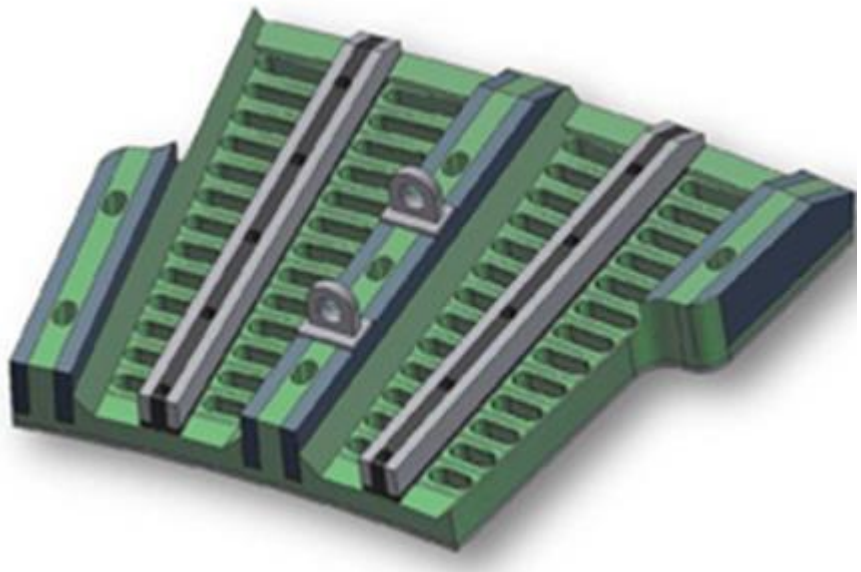


Figura 1-3: Parrilla Polymet

Fuente: Catálogo Revestimiento de Molino, trómel y trunnions Skega.

1.2.4. Procesos de Metso Concón

La planta en Concón se divide por áreas, entre las que se encuentran Administración, Recursos Humanos, Contabilidad, Logística y Centro de distribución, éste último quien se encarga de administrar y distribuir a los clientes de Metso los productos fabricados en las instalaciones. También encontramos el área de Control de Calidad, quienes realizan las respectivas revisiones y mediciones en cada proceso de fabricación, asegurando que durante todo el proceso, los productos que se fabriquen cumplan todos los estándares de calidad que requiere la empresa.

Por último, y donde se centra el presente estudio, se encuentra el área de Fábrica que se subdivide en 8 sub procesos para lograr el producto final, los cuales se detallan a continuación:

− **Taller de Corte y Soldadura:** Proceso en el cual las planchas de acero que llegan a la fábrica son cortadas o trozadas y luego soldadas, dependiendo de las características del producto que se solicita, armando los conjuntos.

− **Moldes:** En este proceso se hace una revisión y modificación, en caso que sea necesario, de las piezas según los moldes de cada producto y cliente.

− **Mallas:** En esta parte del proceso se fabrican las mallas a partir de caucho, el cual se debe cortar, marcar, punzonar, limpiar, entre otras actividades específicas para elaborar estas piezas.

− **Prueba estadio:** Proceso mediante el cual se realizan pruebas a las piezas, para su posterior instalación en los equipos y maquinarias de cada cliente. Se hace para asegurar un producto de calidad y eficiencia, pudiendo controlar y corregir cualquier desperfecto que presentara la pieza.

− **Pintura y granallado:** Este proceso se realiza dentro de taller de terminaciones, y se basa principalmente en granallar las piezas de acero con la finalidad de lograr alisar o eliminar cualquier material contaminante de la superficie y así facilitar el pintado, que luego será de gran utilidad una vez que pasen a aliarse con caucho.

− **Prensas:** Proceso fundamental para el producto final, donde el caucho se adhiere a la pieza y se vulcaniza a altas temperaturas en las prensas, para lograr obtener un producto de calidad y resistente al desgaste. Además, se realiza una primera limpieza de las piezas.

− **Revestimiento:** Es el último proceso que se le realizan a los productos fabricados, donde se ajustan las piezas aplicando caucho de manera manual, el cual es vulcanizado en autoclaves para luego volver a probarlas en los estadios, y posteriormente realizar las últimas terminaciones.

CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL Y TEÓRICO

2.1 MARCO LEGAL APLICABLE

Las bases legales sobre las cuales se realizó el presente estudio son las siguientes:

A. **Constitución Política de la República de Chile de 1980.** Artículo 19, número 1°: "El derecho a la vida y a la integridad física y psíquica de la persona"**.**

B. **Código del Trabajo,** del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Artículo N° 184: "El empleador estará obligado a tomar todas las medidas necesarias para proteger eficazmente la vida y salud de los trabajadores, informando de los posibles riesgos y manteniendo las condiciones adecuadas de higiene y seguridad en las faenas, como también los implementos necesarios para prevenir accidentes y enfermedades profesionales".

C. **Ley Nº 16744 de 1968,** del Ministerio del Trabajo y Previsión Social: "Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales". Artículo 66° Bis.- "Los empleadores que contraten o subcontraten con otros la realización de una obra, faena o servicios propios de su giro, deberán vigilar el cumplimiento por parte de dichos contratistas o subcontratistas de la normativa relativa a higiene y seguridad, debiendo para ello implementar un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para todos los trabajadores involucrados, cualquiera que sea su dependencia, cuando en su conjunto agrupen a más de 50 trabajadores.".

D. **Ley Nº 20123, de 2006,** del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Regula Trabajo en Régimen de Subcontratación, el Funcionamiento de las Empresas de Servicios Transitorios y el Contrato de Trabajo de Servicios Transitorios. Artículo 183-B.- "La empresa principal será solidariamente responsable de las obligaciones laborales y previsionales de dar que afecten a los contratistas en favor de los trabajadores de éstos, incluidas las eventuales indemnizaciones legales que correspondan por término de la relación laboral. Tal responsabilidad estará limitada al tiempo o período durante el cual el o los trabajadores prestaron servicios en régimen de subcontratación para la empresa principal (…)".

E. **Ley N° 19937, de 2004,** del Ministerio de Salud. Establece una nueva concepción de la autoridad sanitaria, distintas modalidades de gestión y fortalece la participación ciudadana. Artículo 4°.- "Al Ministerio de Salud le corresponderá formular, fijar y controlar las políticas de salud. En consecuencia tendrá, entre otras, las siguientes funciones: (…) La labor de inspección o verificación del cumplimiento de las normas podrá ser encomendada a terceros idóneos debidamente certificados conforme al reglamento, sólo en aquellas materias que éste señale y siempre que falte personal para desarrollar esas tareas y que razones fundadas ameriten el encargo. La contratación se regirá por lo dispuesto en la ley Nº 19.886, debiendo cumplir la entidad, al menos, los siguientes requisitos: experiencia calificada en materias relacionadas, de a lo menos tres años; personal idóneo, e infraestructura suficiente para desempeñar las labores. En caso de que estas actividades puedan ser desarrolladas por universidades, las bases de la licitación deberán considerar esta condición con un mayor factor de ponderación".

F. **Decreto Supremo N° 40, de 1969**, del Ministerio del Trabajo y Previsión social. Reglamento sobre prevención de riesgos profesionales, Artículo N° 8: "Toda empresa que ocupe más de 100 trabajadores deberá contar con un Departamento de Prevención de Riesgos Profesionales, dirigido por un experto en la materia. La organización de este Departamento dependerá del tamaño de la empresa y la importancia de los riesgos, pero deberá contar con los medios y el personal necesario para asesorar y desarrollar las siguientes acciones mínimas: reconocimiento y evaluación de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, control de riesgos en el ambiente o medios de trabajo, acción educativa de prevención de riesgos y promoción de la capacitación y adiestramiento de los trabajadores, registro de información y evaluación estadística de resultados, asesoramiento técnico a los comités paritarios, supervisores y líneas de administración técnica."

G. **Decreto Supremo Nº 594, de 1999**, del Ministerio de Salud. Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares del trabajo, Artículo N° 3: "La empresa está obligada a mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores

que en ellos se desempeñan, sean éstos dependientes directos suyos o lo sean de terceros contratistas que realizan actividades para ella".

H. **Decreto Supremo Nº 76, de 2006,** del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. Reglamento para la aplicación del artículo N° 66 bis de la Ley N° 16744 sobre la gestión de la seguridad y salud en el trabajo de las obras faenas o servicios que indica, Artículo N° 1: "El presente reglamento establece normas para la aplicación del artículo 66 bis de la Ley N° 16.744, sobre materias relativas a la seguridad y salud en el trabajo, para aquellas empresas que contraten o subcontraten con otras la realización de una obra, faena o servicios propios de su giro, así como para sus empresas contratistas y subcontratistas, con la finalidad de proteger la vida y salud de todos los trabajadores que laboren en dichos lugares, cualquiera sea su dependencia."

2.2 MARCO TEÓRICO: ANÁLISIS DE RIESGO

El presente estudio se centra en la realización del análisis de los riesgos presentes en el Taller de Corte y Soldadura de las dependencias de Metso Chile, en Concón. En ese sentido, es preciso aclarar algunos conceptos. El primer término es el propio Análisis de Riesgo, que consiste en una herramienta de gestión preventiva de suma importancia para evitar accidentes laborales o enfermedades profesionales. Para su desarrollo se debe definir la prioridad del análisis a través de distintos factores, como por ejemplo, la frecuencia y gravedad de accidentes, el potencial para lesiones o enfermedades graves, los trabajos recientemente establecidos, trabajos modificados, o trabajos realizados poco frecuentes.

Una vez definido el lugar y las actividades que se deseen analizar, se debe dividir el trabajo en una secuencia de partes, identificar y evaluar los factores de riesgos potenciales, y finalmente establecer las medidas de control correspondientes.

Para dicho análisis, se utilizará la "Guía para Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad en los Ambientes de Trabajo" elaborada por el Instituto de Salud Pública en Enero del 2014.

Otro concepto relevante para la comprensión del análisis son los denominados "Factores de Riesgo". Estos se definen como la presencia de algún elemento, fenómeno o acción humana que puede causar daño en la salud de los trabajadores, en los equipos o en las instalaciones.

Una de las principales ventajas que tiene el Análisis de Riesgo es que se realiza en tiempo real y en el lugar de los hechos. De esta forma se pueden identificar desviaciones o no conformidades que no están contenidos en los procedimientos de trabajo, ya que estos últimos se elaboran bajo otras condiciones y con anticipación al día laboral. Además, este proceso involucra al Comité Paritario en la obtención de información sobre los procesos y riesgos asociados, lo que permite tener una base más amplia de experiencia y promover una aceptación más rápida de los procedimientos del trabajo resultante.

2.3 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO

Consiste en la primera parte del Análisis de Riesgo. Contempla la identificación de los factores de riesgo existentes en un lugar de trabajo, materia de competencia del profesional de prevención de riesgos. Para tal fin, se deberá elaborar una pauta previa que permita reconocer aquellos factores de riesgo existentes en el lugar o puesto de trabajo analizado, independiente de su nivel de incidencia. Para la confección de la pauta para la identificación de los factores de riesgo que se desea elaborar para METSO Concón, se deberá tomar en consideración los cuatro grandes bloques en que éstos se pueden agrupar, los cuales se detallan a continuación:

- **Agentes Materiales:** Factores que por razón de su naturaleza peligrosa, pueden contribuir a la generación de un accidente (instalaciones, máquinas, herramientas y equipos, así como también los inherentes a materiales y/o materias primas y productos).

- **Características Personales:** Factores de carácter individual asociados al comportamiento de los trabajadores (conocimientos, aptitudes, actitudes).

- **Entorno Ambiental:** Son aquellos factores atribuibles al ambiente de trabajo que pueden incidir en la generación de accidentes, como por ejemplo orden y limpieza, ruido e iluminación entre otros.

- **Organización:** Factores asociados a la organización del trabajo y que influyen en la gestión preventiva (formación, métodos de trabajo, supervisión, entre otros.)

2.4 DETERMINACIÓN DEL RIESGO SEGÚN FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS

La "Guía Técnica para la Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad en los Ambientes de Trabajo" del ISP, establece que: "Una vez identificados los factores de riesgo según lugar, puesto, proceso, equipo u operación de trabajo, el profesional deberá asociar cada factor identificado con un riesgo determinado. No obstante, aquellos riesgos detectados que, según el criterio técnico del profesional, sean del tipo "evitable" se procederá a la inmediata eliminación del factor de riesgo correspondiente, de forma que sólo serán considerados para efectos de valoración de la magnitud, aquellos riesgos de tipo "no evitable".

2.4.1 Determinación de la Probabilidad

La determinación de la variable "probabilidad" será asignada por el profesional de prevención de riesgos, según el siguiente criterio:

- **Baja** (valor asignado 1): En este caso, el daño ocurrirá rara vez o en contadas ocasiones (posibilidad de ocurrencia remota).

- **Medi**a (valor asignado 2): En este caso, el daño ocurrirá en varias ocasiones (posibilidad de ocurrencia mediana (puede pasar), no siendo tan evidente).

- **Alta** (valor asignado 4): En este caso, el daño ocurrirá siempre o casi siempre (posibilidad de ocurrencia inmediata, siendo evidente que pasará).

Los criterios anteriormente mencionados se resumen en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1: Determinación de Probabilidad

BAJA **(VALOR ASIGNADO 1)**	EL DAÑO OCURRIRÁ RARA VEZ O EN CONTADAS OCASIONES (POSIBILIDAD DE OCURRENCIA REMOTA)
MEDIA **(VALOR ASIGNADO 2)**	EL DAÑO OCURRIRÁ EN VARIAS OCASIONES (POSIBILIDAD DE OCURRENCIA MEDIANA (PUEDE PASAR), NO SIENDO TAN EVIDENTE).
ALTA **(VALOR ASIGNADO 4)**	EL DAÑO OCURRIRÁ SIEMPRE O CASI SIEMPRE (POSIBILIDAD DE OCURRENCIA INMEDIATA, SIENDO EVIDENTE QUE PASARÁ).

Fuente: Guía para Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad en los Ambientes de Trabajo del Instituto de Salud Pública.

Para la determinación de la "probabilidad", es recomendable que el profesional de prevención tome en consideración una serie de factores, destacándose los siguientes:

a) Existencia de condiciones y acciones inseguras.

b) Revisión de los registros de accidentes del trabajo e informes técnicos existentes.

c) Frecuencia de exposición al riesgo evaluado (por ejemplo si es continua o puntual durante el día, semana, mes, entre otros.)

d) Cumplimiento de requisitos legales y existencia de procedimientos seguros.

e) Medidas de control implementadas y eficacia aparente de éstas.

2.4.2. Determinación de la Consecuencia o Severidad del daño

La determinación de la variable "consecuencia" (potencial severidad del daño) (Tabla 2-2), será asignada por el profesional en base a consideraciones como parte(s) del cuerpo que se pueda (n) ver afectada (s) y naturaleza del daño, estableciéndose la siguiente graduación:

- **Ligeramente dañino** (valor asignado 1): Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar a nivel de trabajadores daños superficiales como cortes, magulladuras pequeñas e irritaciones a los ojos (por ejemplo por polvo), como a su vez por molestias e irritaciones que puedan generar dolor de cabeza y disconfort entre otras, todas éstas incapacitantes. A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material que no impida su funcionamiento normal, junto con una pérdida de producción menor.

- **Dañino** (valor asignado 2): Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes y fracturas menores. A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material parcial y reparable, junto con una pérdida de producción de consideración (mediana).

- **Extremadamente dañino** (valor asignado 4): Esta graduación debe ser adoptada en aquellos casos en los cuales se puedan generar eventos extremadamente dañinos a nivel de los trabajadores que generen incapacidades permanentes como amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples y lesiones fatales.

A su vez, también corresponderá su asignación cuando se genere a la empresa un daño material extenso e irreparable, junto con una pérdida de producción de proporciones.

Tabla 2-2: Determinación de Consecuencia

LIGERAMENTE DAÑINO (VALOR ASIGNADO 1)	DAÑOS SUPERFICIALES COMO CORTES, MAGULLADURAS PEQUEÑAS E IRRITACIONES A LOS OJOS, ENTRE OTROS.
DAÑINO (VALOR ASIGNADO 2)	CASOS EN LOS CUALES SE PUEDAN GENERAR LACERACIONES, QUEMADURAS, CONMOCIONES, TORCEDURAS IMPORTANTES Y FRACTURAS MENORES.
EXTREMADAMENTE DAÑINO (VALOR ASIGNADO 4)	CASOS QUE GENEREN INCAPACIDADES PERMANENTES COMO AMPUTACIONES, FRACTURAS MAYORES, INTOXICACIONES, LESIONES MÚLTIPLES Y LESIONES FATALES.

Fuente: Guía para Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad en los Ambientes de Trabajo del Instituto de Salud Pública.

2.4.3. Valoración de los de riesgos detectados

Esta etapa describe la valoración de los riesgos detectados asociados por lugar, puesto, proceso, equipo u operación de trabajo de forma de optimizar la información necesaria para la toma de decisiones apropiadas respecto de la adopción de las medidas preventivas por parte de la empresa involucrada. Para tal fin, el profesional deberá cuantificar cada riesgo detectado aplicando el método del "Valor Esperado de la Pérdida (VEP)" según sigue en la Ec. 2-1:

$$VEP = Probabilidad \times Consecuencia$$

Ec. 2-1: Valor Esperado de la Pérdida

El valor VEP (Tabla 2-3) obtenido (magnitud del riesgo detectado) se ubicará entre 1 a 16 dependiendo de los valores asignados por el profesional para las variables "probabilidad" y "consecuencia o severidad", estableciéndose los siguientes rangos de clasificación, acompañados de su acción correspondiente:

Tabla 2-3: Valor Esperado de Pérdida

VEP	RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
1	Trivial	No se requiere acción específica
2	Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control
4	Moderado	Se deber hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo se deben implementar en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
8	Importante	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo (puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo). Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, se debe remediar el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
16	Intolerable	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducirlo, incluso con recursos ilimitados, se debe prohibir el trabajo.

Fuente: Guía para Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad en los Ambientes de Trabajo del Instituto de Salud Pública.

Una vez obtenido el valor VEP por cada riesgo, el profesional de prevención de riesgos deberá completar la información, junto con las medidas preventivas a adoptar en cada caso según directrices entregadas en la columna “acción y temporización” de la tabla anterior.

CAPÍTULO 3: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

En este capítulo se detalla la etapa de identificación y evaluación de riesgos existentes en el taller de corte y soldadura de Metso Concón.

3.1. TALLER DE CORTE Y SOLDADURA

Dentro de la planta de Metso Concón se encuentra el Taller de Corte y Soldadura, en donde se llevan a cabo diferentes actividades, las cuales se detallan a continuación con el fin de desarrollar la primera parte del análisis que corresponde a la identificación de factores de riesgo.

3.1.1 CORTE DE PLANCHAS DE ACERO

Una de las actividades realizadas por los trabajadores en el Taller de Corte y Soldadura es el corte de planchas de acero tipo Hardox mediante la técnica de oxicorte.

El oxicorte corresponde a una técnica auxiliar a la soldadura, e indica la operación de seccionamiento o corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos, por medio de un soplete alimentado por un gas combustible y oxígeno. Esta operación se basa en una reacción altamente exotérmica de la oxidación del hierro en presencia de oxígeno, es decir, el hierro es llevado a la temperatura de rojo y puesto en presencia de oxígeno puro, lo transforma en óxido férrico que se derrite en forma de chispas al ser su temperatura de fusión inferior a la del acero, continuando la combustión por la reacción de oxidación, pero, para que suceda esta operación deben cumplirse dos condiciones:

a) Que la reacción de oxidación sea exotérmica.

b) Que el óxido formado tenga una temperatura de fusión inferior a la del metal.

La técnica del oxicorte comienza con el precalentamiento. Para ello, con el soplete utilizando parte del oxígeno y el gas combustible crea una llama de precalentamiento formada por un anillo perimetral en la boquilla de corte.

Acercando la llama de precalentamiento a la pieza, ésta se calienta hasta alcanzar la temperatura de combustión (aproximadamente 870 ºC). Se sabe que la pieza ha alcanzado esta temperatura, porque el acero va adquiriendo tonalidades anaranjada brillante.

Una vez alcanzada la temperatura de ignición en la pieza, se actúa sobre el soplete para permitir la salida por el orificio central de la boquilla del chorro de oxígeno puro, con lo que se consigue enriquecer en oxígeno la atmósfera que rodea la pieza precalentada, y así, utilizando la llama de precalentamiento como agente iniciador, dar lugar a la combustión (Fig. 3-1).

Como toda combustión, la oxidación del acero es una reacción altamente exotérmica, y es precisamente esta gran energía desprendida la que actúa a su vez como agente iniciador en las áreas colindantes, que las lleva a la temperatura de ignición y por tanto, hace continuar el proceso de corte.

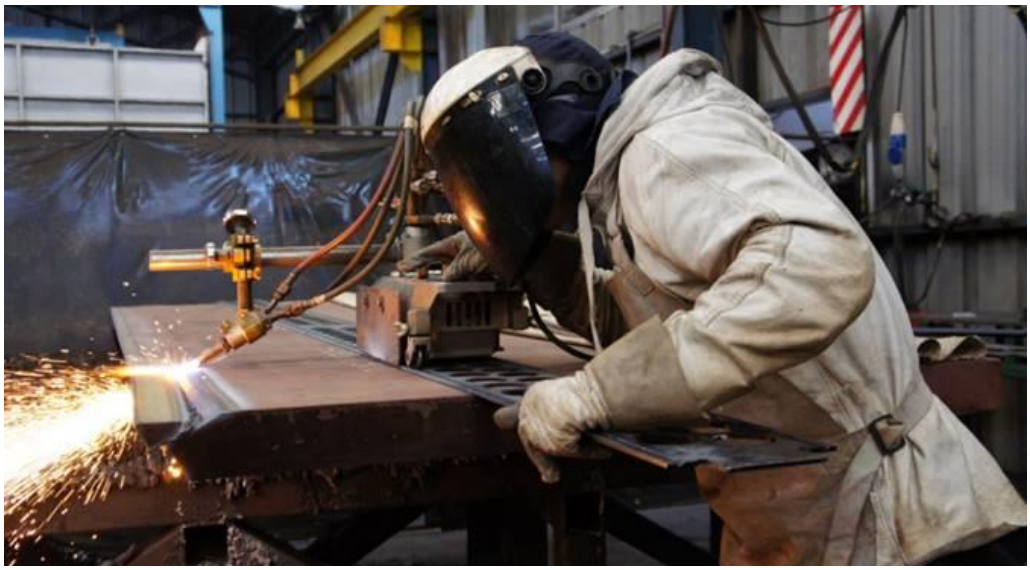


Figura 3-1: Trabajos de Oxicorte en Metso Concón.

Fuente: Elaboración propia en base al estudio.

Además de las dos botellas móviles que contienen el combustible y el comburente, los elementos principales que intervienen en el proceso de oxicorte son los manorreductores, el soplete, las válvulas anti retroceso y las mangueras. Los manorreductores desarrollan la transformación de la presión de la botella de gas (150 atm) a la presión de trabajo (de 0,1 a 10 atm) de una forma constante; Se encuentran ubicados entre las botellas y los sopletes. El soplete requiere de dos conductos: uno por el que circule el gas de la llama calefactora (gas combustible) y uno para el corte (oxígeno), en él se efectúa la mezcla de gases, y sus partes principales son las dos conexiones con las mangueras, dos llaves de regulación, el inyector, la cámara de mezcla y la boquilla. Las válvulas antiretroceso son dispositivos de seguridad instalados en las conducciones y que sólo permiten el paso de gas en un sentido, las conforman envolvente, un cuerpo metálico, una válvula de retención y una válvula de seguridad contra sobrepresiones. Las mangueras o conducciones sirven para conducir los gases desde las botellas hasta el soplete. Pueden ser rígidas o flexibles.

3.1.2. Soldadura Semiautomática con Gas Inerte de protección (MIG)

Otra de las actividades realizadas es la soldadura de piezas de acero mediante la técnica MIG (Metal Inert Gas) (Fig. 3-2).

La soldadura MIG es un proceso de soldeo en el cual el calor necesario es generado por un arco que se establece entre un electrodo consumible y el metal que se va a soldar. El electrodo es un alambre macizo, desnudo, que se alimenta de forma continua automáticamente y se convierte en el metal depositado según se consume. El electrodo, arco, metal fundido y zonas adyacentes del metal base, quedan protegidas de la contaminación de los gases atmosféricos mediante una corriente de gas que se aporta por la tobera de la pistola, concéntricamente al alambre/electrodo.

Para las actividades específicas de Metso Concón se utiliza este tipo de soldadura dado las grandes magnitudes y el uso de las piezas elaboradas en la planta, las cuales se utilizan generalmente en equipos de grandes dimensiones de la industria minera, como molinos, principalmente.

Esta forma de soldar, por sus múltiples ventajas, ha tenido una gran aceptación en la soldadura de metales y aleaciones no ferrosas, tales como aluminio, cobre, acero inoxidable, aceros de baja aleación, titanio, entre otros. Estas ventajas también son extensivas a las soldaduras de aceros corrientes donde sus posibilidades de aplicación son prácticamente ilimitadas. En muchas aplicaciones ha sustituido a la soldadura con presos TIG o la soldadura con electrodo revestido.

Este procedimiento automático o semiautomático de soldar requiere disponer del equipo especializado, compuesto básicamente de una fuente de poder, un mecanismo impulsor del electrodo de alambre, una pistola para dirigir el trabajo, un control, una fuente de atmosfera protectora y un carrete con la soldadura a emplear en forma de alambre.

Figura 3-2: Trabajos de Soldadura en Mesto Concón.

Fuente: Elaborado por Metso Chile S.p.A

3.1.3 Uso y manejo de puente grúa

Para facilitar el manejo de los materiales, especialmente de las planchas de acero, se utilizan grúas pluma de columnas (Fig. 3-3) y un puente grúa pórtico para elevarlas mediante magnetismo.

Un puente grúa es un tipo de grúa que se utiliza en fábricas e industrias, para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran tamaño en forma horizontal y vertical. Un puente grúa se compone de un par de rieles paralelos ubicados a gran altura sobre los laterales del edificio o galpón con un puente metálico (viga) desplazable que cubre el espacio entre ellas. El winche, también conocido como polipasto, es el dispositivo de izaje de la grúa, se desplaza junto con el puente sobre el cual se encuentra; el guinche, a su vez se encuentra alojado sobre otro riel que le permite moverse para ubicarse en posiciones entre los dos rieles principales.

Figura 3-3 Grúa Pluma de Columna.

Fuente: Imagen de referencia Corworks.cl

En el taller de la planta en Concón, existen 4 grúas pluma de columnas (que tienen una capacidad máxima entre 250 a 500 kg) las cuales se encuentran a disposición de los trabajadores que requieran mover o trasladar material a sus puestos de trabajo y son operadas mediante botoneras, y 1 puente grúa de carácter "pórtico" que puede transitar por todo el taller, pero sólo puede ser operado por personal autorizado. Esta última tiene una capacidad máxima de 5 toneladas.

El operador tiene la responsabilidad de verificar que los elementos de izaje como cables de acero, estrobos, eslingas, cadenas y elementos de seguridad auxiliares, cumplan con las especificaciones técnicas del fabricante, en su forma de uso y mantención, con el objeto de no acortar la vida útil del material.

3.1.4 Operación de Grúa Horquilla

Al igual que el puente grúa, la grúa horquilla (Fig. 3-4) se utiliza para agilizar los procesos y el transporte de material (planchas de acero, pallets, etc.), sin embargo, dada la alta demanda de producción a veces se vuelve un vehículo en el que hay que tener mucha atención, puesto que aun existiendo barreras de control preventivas como controladores de velocidad, señaléticas, alarmas de retroceso o sensores de proximidad, la sobre carga laboral y la desconcentración puede generar accidentes en un abrir y cerrar de ojos.

El también denominado montacargas posee dos paletas en su parte frontal y lleva un contrapeso en su parte posterior, para evitar el desequilibrio o posibles volcamientos del vehículo. Traslada un peso considerable dependiendo de sus dimensiones y características, y al mismo tiempo permite ahorrar tiempo a la empresa.

Para su utilización el operador debe contar con Licencia clase D, y una capacitación previa enfocada a las características del lugar en donde se va a trabajar.

Figura 3-4: Grúa Horquilla Metso Concón.

Fuente: Elaboración propia en base al estudio.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN TALLER DE CORTE Y SOLDADURA

Como primera parte del análisis se identifican las áreas y procesos involucrados en el taller de corte y soldadura al interior de la Planta de Revestimientos Mineros de Metso. Tomando en cuenta los factores a considerar en el análisis de riesgo (Punto 2.2 del presente estudio) se establece que dada las características de los trabajos realizados en el taller existe un alto potencial de accidentes laborales.

En la categoría de **Agentes Materiales** se encuentran todos los equipos, maquinarias y materia prima utilizada en las actividades del taller: Equipos de Oxicorte, Soldador MIG (Fig. 3-5), planchas de acero que superan los 500 kg, puentes grúa manuales, y todo aquello que por su naturaleza peligrosa, pueden contribuir a la generación de un accidente, incluyendo la operación de vehículos (grúas horquilla en este caso).

Lo que respecta a las **Características del Personal** que trabaja en el taller hay que destacar que todo aquel trabajador que realice actividades con maquinarias de oxicorte y soldadura debe estar calificado por el organismo certificador, y debe estar en un periodo de prueba de aproximadamente un mes.

El **Entorno Ambiental** del taller se ve favorecido por los altos estándares de seguridad que obligan a los propios trabajadores a mantener el orden y la limpieza, ya sea removiendo la escoria y desechos de sus puestos de trabajo o realizando aseo general en el taller. Sin embargo, lo que respecta al Ruido, se puede ver como un factor de riesgo latente, ya que todas las maquinarias y equipos operados en el taller generan altos niveles de ruido. Por otro lado, la ventilación del galpón en donde trabaja el personal de corte y soldadura es de carácter general, ingresando el aire únicamente por el portón a la entrada del taller.

Finalmente como último factor tomado en consideración está la **Organización**, la cual se encarga de supervisar y dirigir la realización del trabajo como tal. En este punto es necesario recalcar que la empresa recibe órdenes de producción, las cuales si no les lleva una planificación y seguimiento adecuada, puede significar la sobre carga laboral de los trabajadores del taller, y por lo tanto aumentar la probabilidad de que alguno de ellos sufra accidentes de tipo laboral.

Figura 3-5: Equipo para Soldadura MIG Kemppi

Fuente: Elaboración propia en base al estudio.

Teniendo todos estos antecedentes se procede a elaborar la Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad en Taller de Corte y Soldadura de Metso Concón (Tabla 3-1), utilizando como base la Ficha N°1 y N°2 de la guía del ISP (ANEXO B y B.2).

Tabla 3-1: Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad

EMPRESA	METSO MINERALS		MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD EN TALLER DE CORTE Y SOLDADURA METSO CONCON					
LUGAR/SUCURSAL	PLANTA DE REVESTIMIENTOS MINEROS							
DIRECCIÓN	CAMINO INTERNACIONAL 5725, CONCÓN							
ÁREA	**PROCESO**	**ACTIVIDAD**	**PUESTO DE TRABAJO**	**N° DE TRABAJADORES**	**RIESGOS ASOCIADOS**	**CÓDIGO**	**RIESGO EVITABLE**	
							SI	**NO**
TALLER DE CORTE Y SOLDADURA	ELABORACIÓN DE PIEZAS PARA MOLINOS SAG	CORTE MEDIANTE TÉCNICA DE OXICORTE	CORTADOR	5	Caída de objetos por desplome	030	X	
					Caída de objetos por manipulación	040	X	
					Proyección de fragmentos o partículas	100	X	
					Contactos eléctricos	160	X	
					Inhalación de humos metálicos	171		X
					Exposición a radiaciones	190		X
					Explosiones	200	X	
					Incendios	210	X	
					Sobreesfuerzo al realizar manejo de materiales pesados	131	X	
					Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos	171	X	
					Contactos térmicos por calor	151	X	

Fuente: Elaboración propia en base al estudio.

Continuación Tabla 3-1: Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos de Seguridad

TALLER DE CORTE Y SOLDADURA	ELABORACIÓN DE PIEZAS PARA MOLINOS SAG	SOLDADURA DE PIEZAS CON TÉCNICA MIG	MAESTRO SOLDADOR	6	Proyección de fragmentos o partículas	100	X	
					Exposición a radiaciones	190		X
					Inhalación de humos metálicos	171		X
					Contactos térmicos por calor	151	X	
					Asfixia por desplazamiento del Oxigeno	171	X	
					Sobre esfuerzos en la preparación y disposición del elemento, pieza o superficie a soldar	131	X	
					Incendios	210	X	
					Explosiones	200	X	
					Contactos eléctricos	160	X	
	TRANSPORTE VERTICAL Y HORIZONTAL DE MATERIAL	MANIPULACIÓN DE PUENTE GRÚA CON CARGA EN SUSPENSIÓN	MAESTRO AUTORIZADO (SOLDADOR - CORTADOR)	2 o más	Caída de objetos en manipulación	040	X	
					Choque contra objetos móviles	080	X	
					Atrapamiento por o entre objetos	110	X	
					Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	120	X	
	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAL	OPERACIÓN DE GRUA HORQUILLA	OPERADOR GRUA HORQUILLA	2	Atrapamiento por o entre objetos	110	X	
					Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	120	X	
					Atropellos o golpes con vehículos	230	X	

Fuente: Elaboración propia en base al estudio.

3.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Una vez identificadas las actividades y sus respectivos riesgos asociados, se determinó si el riesgo es evitable o no, utilizando las siguientes definiciones según la "Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en el trabajo":

- **Riesgo Evitable:** Riesgos que puedan ser eliminados de forma fácil, sin implicación de muchas personas o estamentos, sin un desembolso económico importante, sin parar el proceso o la tarea y cuyas medidas para evitarlos sean sencillas y de rápida instalación. Nunca se considerará riesgo de tipo evitable aquel que requiera como medida preventiva formación, aprobación de un presupuesto económico o contratación de un servicio con una empresa ajena.

- **Riesgo No Evitable:** Todo aquel tipo de riesgo que no cumpla con los requerimientos señalados en el 1º párrafo de la definición de "riesgo evitable".

Por lo tanto, de la etapa anterior se obtiene que los Riesgos No Evitables son:

- **Inhalación de humos metálicos**, generados en las tareas de corte y soldadura.

- **Exposición a radiaciones**, emitidas por la llama del oxicorte y principalmente por equipos de soldadura MIG.

La etapa de Evaluación de los Riesgos No Evitables se muestra en la Tabla 3-2:

Tabla 3-2: Matriz de Evaluación de Riesgos No Evitables

NOMBRE DE LA EMPRESA	METSO MINERALS CONCÓN						
PROCESO	ELABORACIÓN DE PIEZAS PARA MOLINOS SAG						
ACTIVIDAD (ES)	OXICORTE Y SOLDADURA MIG EN ACERO						
RIESGO NO EVITABLE	PROBABILIDAD (P)	CONSECUENCIA (C)	VALOR VEP	RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN	MEDIDA PREVENTIVA	
						DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
Inhalación de humos metálicos	2	2	4	MODERADO	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo se deben implementar en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.	Gestionar un Plan de Mantención para el sistema de ventilación general/localizado existente en el lugar de trabajo.	Gerente de Operaciones/Gerente Finanzas
						Eliminar o reducir la cantidad de contaminante a través de la correcta selección de los electrodos, fundentes, materiales de aporte, etc.	Depto. Adquisiciones/Supervisor de Área
						Realizar estudio para la instalación de Campanas móviles de aspiración en los puestos de trabajo.	Gerente de Operaciones/Gerente Finanzas
						Utilizar protección respiratoria con suministro de aire fresco, de forma tal de independizarse del ambiente.	Supervisor/Encargado en Prevención de Riesgos
Exposición a radiaciones	2	1	2	TOLERABLE	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. *Recomendaciones adicionales para mantener o disminuir al mínimo el valor esperado de pérdida.	Planificar y establecer pausas en la tarea, ya que la exposición prolongada a radiaciones provenientes de la soldadura produce irritaciones a los ojos.*	Supervisor/Comité Paritario
						Capacitar al personal del Taller sobre las consecuencias que produce el estar expuesto a radiaciones, incluso generando disminución permanente en la vista, y recordando las medidas preventivas existentes para prevenir cualquier tipo de enfermedad.*	Encargado en Prevención de Riesgos/Mutualidad
						Uso de Mascara facial completa obligatoria, procedimiento seguro en soldadura MIG.*	Supervisor/Encargado en Prevención de Riesgos

Fuente: Elaboración propia en base al estudio.

3.4. ANALISIS DE RESULTADOS

Las actividades de la industria metalmecánica desarrolladas en Metso Concón abarcan las máquinas industriales y las herramientas proveedoras de componentes que son adquiridas por las demás industrias metálicas, siendo el metal y las aleaciones de hierro su insumo básico para la utilización en bienes de capital productivo. De esta forma, en el ejercicio de las actividades de dicho rubro se encuentran una serie de factores que influyen directamente en la salud de los trabajadores.

En la etapa de Identificación, se establece que la soldadura MIG y el corte (mediante oxicorte) de planchas de acero, el transporte de material suspendido a través de puente grúa y la operación de grúa horquilla forman parte de las tareas a evaluar.

Luego, al determinar si los riesgos asociados a cada actividad pertenecen a la categoría de Evitables o No Evitables, se estableció que solo 2 de la totalidad de los riesgos evaluados se encuentran dentro de la categoría de No Evitables, con la particularidad que en ambos participan agentes físicos y químicos. Sin embargo, pese a que el presente estudio se enfoca netamente en los riesgos de seguridad, de igual forma se tomarán en consideración a la hora de definir medidas de control.

El primer riesgo No Evitable, de acuerdo a la definición de la "Instituto de Salud Pública" (Punto 3.3) se encuentra el riesgo de inhalación de humos metálicos provenientes de las tareas de oxicorte y soldadura MIG (Fig. 3-6), que corresponden a una mezcla de partículas y gases generados por el fuerte calentamiento del acero a soldar, los posibles recubrimientos superficiales de estas piezas, los materiales de aporte utilizados en el proceso de soldadura, el aire en la zona de soldadura y su posible contaminación. La exposición a estos humos puede dañar las vías respiratorias, los pulmones y el sistema nervioso e incluso provocar cáncer.

La cantidad de humo inhalado por el trabajador depende básicamente de la posición de soldador o cortador al ejecutar la tarea, la ventilación del lugar, la pantalla o máscara de soldar y la protección individual de las vías respiratorias.

Figura 3-6: Exposición a humos de soldadura.

Fuente: https://www.plymovent.com

Los efectos más habituales son las intoxicaciones crónicas causadas por exposiciones continuadas a concentraciones moderadas de contaminantes, que pueden conducir a enfermedades profesionales como bronquitis, asma, neumonía, enfisema, neumoconiosis y disminución de la capacidad pulmonar, entre otros.

A este riesgo se le asignó una Probabilidad Media (2) dado que la inhalación se vuelve continua por largos periodos de tiempo, sin embargo existen algunas medidas de control mínimas que evitan parcialmente el contacto. En relación a la Consecuencia, el valor asignado fue de 2, ya que los efectos potenciales de la inhalación pueden llegar a ser nocivos para la salud. Por lo tanto, el Valor Esperado de Pérdida fue de 4, el cual corresponde a un Nivel de Riesgo Moderado.

Según la guía del Instituto de Salud Pública, se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas e implementando dichas medidas en un periodo establecido por la empresa.

El segundo riesgo No Evitable fue la exposición a radiaciones (no ionizantes). En la Probabilidad de ocurrencia se asignó un valor de 2, por el hecho que en el taller si bien existen paneles o pantallas móviles en los puestos de trabajo y hay personal calificado y capacitado para realizar este tipo de trabajos con soldadura y oxicorte con todos sus elementos de protección personal, la sobrecarga laboral y las exigencias en cuanto a producción de la supervisión llevan muchas veces a descuidar la parte de seguridad y realizar los trabajos sin aplicar todas las medidas existentes.

Por ejemplo, el correcto uso de paneles móviles para reducir la exposición a radiaciones a terceros se ve muy poco, lo que se traduce en que las personas que transiten cerca del puesto de trabajo igual reciben algún nivel de radiación no ionizante.

En cuanto a la Consecuencia se asignó el valor 1, porque estas Radiaciones No Ionizantes pueden producir en la piel eritemas o quemaduras, pero sólo superficiales, aunque a largo plazo, aceleran el envejecimiento e incrementan la probabilidad de desarrollar cáncer. Respecto a los ojos, pueden ser responsables de fotoqueratitis y fotoconjuntivitis, así como de pérdidas de visión o cataratas de origen térmico.

Tras la evaluación, se obtuvo un Valor Esperado de Pérdida igual a 2, donde si bien es el riesgo es tolerable y controlable en una primera instancia, siempre es recomendable considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante para mantener o disminuir el VEP al mínimo. (Tabla 3-2).

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA Y RECOMENDACIONES

4. PROPUESTA DE MEJORA Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se establece una propuesta de mejora y se entregan recomendaciones a considerar tras la realización de análisis de riesgo en el taller de Corte y Soldadura de Metso Concón.

4.1. PROPUESTA DE MEJORA

Aunque los resultados del análisis hayan apuntado a una situación favorable a la empresa, en términos generales, se proponen una serie de alternativas y medidas de control preventivas para mantener las condiciones actuales o mejorarlas dentro de lo posible.

Para el primer riesgo que corresponde a la inhalación de humos metálicos, la eficacia de la prevención se debe principalmente a una correcta ventilación del proceso, la cual es decisiva para limitar la inhalación de humos por el soldador, combinada con el correcto uso de elementos de protección personal.

Los humos afectan al soldador/cortador primeramente de forma directa e intensa por su proximidad al foco de generación, y posteriormente de manera más indirecta y moderada como consecuencia del aumento progresivo de la contaminación del ambiente general.

La intensidad de la inhalación directa dependerá de la calidad de la ventilación localizada instalada en su puesto de trabajo, mientras que la inhalación indirecta, debida tanto a sus operaciones como a las de otros posibles compañeros, y será menor cuanto más eficaz sea la ventilación general del local de trabajo.

Actualmente en el taller existe ventilación general, sin embargo no existe algún mecanismo de extracción localizada en los puestos de trabajo. A modo de recomendación, teniendo en cuenta que los trabajadores se encuentran expuestos a la inhalación de humos metálicos durante toda la jornada laboral, se sugiere realizar un

estudio para ver la factibilidad de implementar un nuevo sistema de ventilación localizado.

La complejidad de estas instalaciones exige contar con una empresa especializada tanto para el diseño e instalación como para cualquier modificación, ya que hasta la más pequeña variación puede tener una incidencia significativa sobre el correcto funcionamiento del sistema. Existen, además de instalaciones, equipos portátiles ideales para trabajos que no se realicen en puestos fijos. En ambos casos, los equipos deben contar con filtros que depuren el aire antes de ser recirculado o liberado a la atmósfera y mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La eficacia de dichos sistemas depende en gran medida de la proximidad entre el punto de generación de los contaminantes y el de captación. Asimismo el sistema debe funcionar de tal forma que evite en lo posible que los contaminantes lleguen a la zona de respiración del trabajador. Se propone este tipo de extractores, disponibles para cotización en el catálogo de Ambitec.cl para mejorar las condiciones de trabajo y minimizar la exposición al agente químico en cuestión.

Figura 4-1: Extractor móvil para humos de soldadura

Fuente: www.Ambitec.cl

Por otra parte, los trabajadores del taller no cuentan con protección respiratoria mientras realizan tareas que impliquen la generación de humos metálicos, lo que es imprescindible para garantizar una protección completa contra estas partículas.

Dentro del mercado existen una gran variedad de elementos de protección personal que disminuyen la inhalación de humos de soldadura, siendo el más común la máscara de medio rostro con filtros. De ésta última se cotizó en la página de TRIPLEE, proveedor de elementos de protección personal para empresas del rubro, y se propone adquirir la siguiente protección con un costo unitario de $ 9.800 CLP. Será necesaria la compra de al menos 8 máscaras para distribuirlas en los turnos de día y noche del taller, resultando una inversión total de **$78.900** CLP.-

Figura 4-2: Respirador de Seguridad 3M

Fuente: www.Triplee.cl

Respecto a la Exposición a Radiaciones No Ionizantes, que fue el segundo riesgo resultante como No Evitable, es importante mencionar que se debe principalmente al contacto visual que se genera al mirar directamente los arcos de soldadura en cuyo caso, si la exposición es prolongada, puede provocar irritación de la vista reversible, pero que impide el trabajo durante un período significativo. Por ello se debe utilizar de forma obligatoria máscaras con filtros especiales para soldaduras, que actualmente utilizan los trabajadores del taller de forma consciente y responsable. Aunque la radiación afecta en primer lugar los ojos, la piel también se ve afectada provocando diferentes efectos, como el oscurecimiento, eritemas, que corresponde a un enrojecimiento de la piel debido al aumento de la sangre contenida en los capilares, y extrañamente puede generar cáncer a la piel.

Al ser de carácter Tolerable según los parámetros de la Guía Técnica del ISP, se recomienda incorporar al programa de capacitación anual temas relacionados con la exposición prolongada a radiaciones no ionizantes generadas por la soldadura y los equipos de oxicorte, sus riesgos asociados y las medidas de control preventivo, básicamente para recordar y reforzar todo lo relacionado a esta materia.

4.2. RECOMENDACIONES

Adicional a los resultados de la evaluación, se muestra a continuación un ejemplo de lo que debe hacer un trabajador implicado en actividades de soldadura, ya que hoy en día se piensa que la inspección es una actividad terminal, es decir, que se efectúa al término de trabajo, pero en realidad no es así, ya que es uno de los principales errores que cometen las industrias. Para evitar esto se recomienda que exista un procedimiento de seguridad que corrobore la efectividad y evaluación de los equipos.

Antes de la soldadura:

- Limpieza de escorias, polvos, aceites y otros.
- Identificación del material.
- Delimitación del área de trabajo.
- Revisar equipo de trabajo y de protección personal.

Durante la soldadura:

- Verificación del metal de aporte.
- Limpieza entre pasos.
- Concordancia con la especificación del procedimiento y tiempo.

Después de la soldadura:

- Colocar el equipo en lugar correspondiente.
- Inspección del lugar y equipo, de posibles riesgos.

En cuanto al corte mediante llama u **oxicorte**, se recomienda lo siguiente:

- No cortar en lugares donde exista la posibilidad de provocar un incendio con las chispas o proyecciones generadas por el proceso mismo; por ejemplo, no soldar en lugares donde se tengan materiales altamente inflamables como depósitos de combustibles, lugares con presencia de madera, almacén de cilindros de gases o materiales como telas sintéticas o solventes. Segregar materiales combustibles.

- Cuando se va a realizar un corte en donde se pueda generar un gran desprendimiento de proyecciones y escoria, se recomienda rociar el suelo con arena para evitar el calentamiento del piso y el agrietamiento del mismo.

4.3. ESTRATEGIA DE PREVENCIÓN SOBRE ALTO POTENCIAL DE LESIONES GRAVES Y FATALES

Como complemento al análisis realizado, se propone trabajar con un nuevo enfoque en los riesgos identificados, más allá de los resultados obtenidos.

La guía del ISP, al no considerar los riesgos Evitables dentro de la evaluación, genera un vacío que no deja de ser importante. Este enfoque se basa en priorizar todas aquellas actividades en las que exista potencial de sufrir algún tipo de lesión grave o fatal y no a la consecuencia, dándole cabida a las actividades restantes del taller.

En el año 2018, la ACHS, estableció este modelo como una nueva forma de hacer prevención a través de una alianza con DEKRA, organización líder en materia preventiva a nivel internacional, en donde se muestra la capacidad de un evento de producir lesiones graves o fatales (Fig, 4-3).

Figura 4-3: Gráfica Estadística ACHS

Fuente: Asociación Chilena de Seguridad

Según la Asociación Chilena de Seguridad, se entiende por Lesión Grave:

"Que amenaza la vida: Una lesión laboral que requirió de acción de rescate inmediata para mantener viva a la persona; y que de no aplicarse inmediatamente pudo haber resultado en la muerte de esa persona."

"Que altera la vida: Una lesión laboral que resultó en una pérdida permanente y significativa de funcionalidad de una parte importante de cuerpo o de un órgano, que de forma permanente incapacita a la persona para realizar su vida o actividades normales."

Y Lesión Fatal: "Una lesión laboral donde la persona perdió la vida."

Según un estudio del mismo organismo: "El 84% de los eventos con potencial de ser LGF se concentran en 5 tipos:"

- Atrapamiento/corte en zona peligrosa de la maquina o equipo con energía suficiente para dañar una parte significativa del cuerpo
- Golpeado/aplastado por objetos de gran energía y peso
- Colisión en vehículo motorizado, contra objeto móvil o fijo.
- Caída no controlada desde altura, distinto nivel o al mismo nivel de espalda.
- Golpeado por vehículo motorizado.

4.3.1 Modelo para prevenir lesiones graves y fatales (LGF)

En primer lugar está la Gestión de la Información, que hace referencia a explotar la información con modelos innovadores que permita visualizar aquellos que permanecen ocultos, identificando los accidentes con alto potencial LGF y disponibilizarlos a la empresa, por ejemplo, a través de un software que permita detectar y dejar evidencia de cualquier incidente/accidente notificado por los trabajadores mediante una aplicación móvil, además de poder realizar inspecciones, observaciones e investigaciones de accidente, entre otras funciones.

Luego sigue la etapa de Desarrollo Metodológico y estrategia de adopción, que se traduce en estructurar el modelo de gestión a utilizar por la empresa y desarrollar capacidades necesarias para que gestionen sus accidentes con potencial LGF.

Y por último la Formalización y Masificación de la estrategia entre sus pares y a nivel país, proponiendo cambios normativos o regulatorios que hagan más efectiva la estrategia.

4.4 APLICACIÓN DEL MODELO ESTRATÉGICO

De las actividades identificadas para realizar el análisis de riesgo se encuentra el corte de planchas de acero mediante técnica de oxicorte, Soldadura con técnica MIG, Operación de Grúa Pluma de Columna y Puente Grúa, y por último, Operación de Grúa Horquilla.

Como resultado de la evaluación posterior, sólo dos de las tareas identificadas arrojaron resultados para analizar en base a los criterios establecidos en la Guía Técnica (Punto 2-2), sin embargo, donde existe mayor potencial de sufrir lesiones graves o fatales está en las dos actividades restantes, que corresponden a la Operación de Puente Grúa y Grúa Horquilla. Estas actividades por lo tanto, resultan con **alto potencial**.

Para el traslado de material pesado es indispensable el uso de equipos de grandes dimensiones, en primer lugar a través del Puente grúa o Grúas plumas de columna.

Durante toda la jornada laboral, los trabajadores necesitan operar dichos equipos para tener material a disposición sobre el cuál trabajar o más bien realizar cortes, perforaciones y soldaduras. Por lo tanto, el hecho que durante este proceso se eleven cargas de material, que corresponden a planchas de acero que llegan hasta los 500 kg aproximadamente, significa que una mala maniobra del operador o un descuido de un trabajador que transite en el lugar se traduce inmediatamente en un accidente con lesiones graves o fatales.

Lo mismo ocurre, con la Grúa Horquilla, la diferencia está en que muchas veces la presión sobre el operador es mayor que la del resto de los trabajadores, ya que al contar con un número limitado de grúas, los trabajadores que necesitan material almacenado en el patio de la planta requieren obligatoriamente de los servicios del operador. En el taller solo hay dos grúas horquillas para alrededor de 15 puestos de trabajo.

Dada la condición de presión en la que trabaja el operador, en algunas ocasiones, por cumplir con lo solicitado de manera rápida, descuida los puntos ciegos de la grúa o no respeta los límites de velocidad generando un accidente con lesiones graves o fatales. Un atropello, golpe o aplastamiento con o sin carga sobre las horquillas, significan daños severos al trabajador, generalmente produciéndoles algún tipo de lesión traumática o incluso la muerte.

Esto queda reflejado en la siguiente gráfica (Fig. 4-4), en donde se define la actividad industrial como el sector donde se concentra la mayor exposición a LGF:

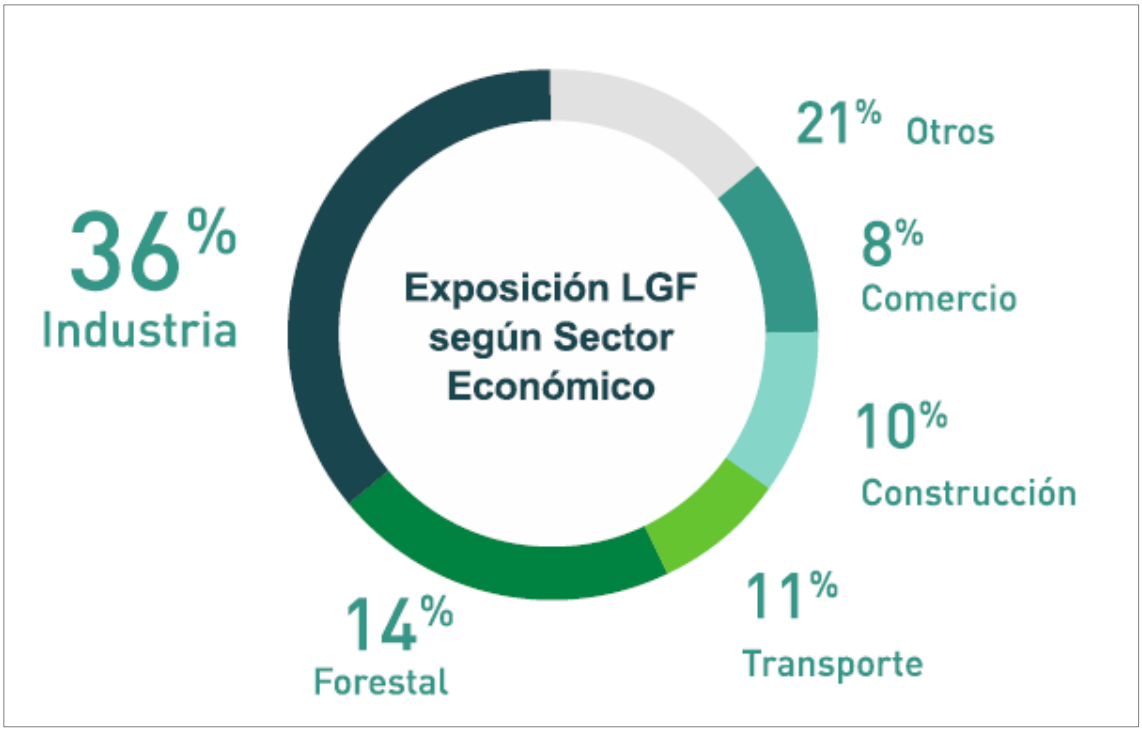


Figura 4-4: Exposición a LGF por sector económico

Fuente: Asociación Chilena de Seguridad

CONCLUSIÓN

Partiendo desde la base que la industria Metal-mecánica es uno de los principales sectores económicos del país, la prevención de riesgos no puede ser un factor ajeno a los procesos productivos involucrados. Por lo mismo, y según las estadísticas de la Asociación de Industriales Metalúrgicos y Metalmecánicos, la tendencia en esta materia es a la disminución de accidentes. Sin embargo, dada las magnitudes y características de los trabajos relacionados a la industria, los riesgos suelen ser generalmente de carácter crítico.

Al realizar el análisis de riesgo en el taller, se concluye que es una herramienta bastante útil para desglosar el trabajo en una serie de actividades, de las cuales se pueden identificar los factores de riesgos asociados a cada una de ellas, y evaluar los riesgos para categorizarlos según su Valor Esperado de Pérdida.

Los resultados del presente estudio dan a conocer el estado actual de los trabajos realizados en el taller de corte y soldadura de Metso Concón, sus características, consecuencias y al mismo tiempo permite conocer en qué actividades realizar un plan de acción para disminuir los riesgos evaluados.

En las tareas de Corte, Soldadura y Operación de Maquinaria, se identificaron riesgos asociados, de los cuales dos resultaron como No Evitables: Exposición a Radiaciones No Ionizantes, producto de la soldadura y oxicorte, e Inhalación de Humos Metálicos. Si bien la guía técnica del Instituto de Salud Publica en la cual se basa el estudio no contempla estos riesgos de carácter higiénico, las conclusiones tras el análisis son muy provechosas.

El mayor riesgo al cual se encuentran expuestos los trabajadores, de forma directa e indirectamente, es a sufrir algún tipo de enfermedad profesional producto de la inhalación de agentes químicos y la prolongada exposición a radiaciones no ionizantes generadas por el oxicorte y la soldadura. Para ello se entregó una serie de propuestas como recomendación para controlar y disminuir la ocurrencia de éstas a mediano y largo plazo. Estas medidas van desde un control ingenieril, que involucra el estudio del lugar para implementar un sistema de ventilación localizado, hasta el uso de Elementos de Protección Respiratoria para las tareas de Corte y Soldadura. Sin embargo, fue

necesario realizar un análisis más profundo para determinar si realmente eran esos dos riesgos, catalogados como No Evitables, los más significativos dentro del taller.

El análisis posterior al resultado de la aplicación de la Guía Técnica, entrega un nuevo foco de atención en los riesgos que, aun estando dentro de la categoría de "Evitables", son los que pueden generar pérdidas de mayor magnitud. Son éstos riesgos los que se encuentran en el concepto de Alto Potencial, ya que muchas veces pueden concretarse en incidentes menores, pero existe la posibilidad de que la persona sufra algún tipo de mayor, es decir, una Lesión Grave o Fatal.

Por lo tanto, las tareas del taller que involucran utilizar maquinaria o grúas requieren un esfuerzo adicional para eliminar o controlar la ocurrencia de incidentes o accidentes laborales, hablando en términos de Alto Potencial.

En un caso práctico, por ejemplo, un operador de grúa horquilla mientras retrocede para trasladar material del patio del recinto al puesto de trabajo, atropella a un trabajador que pasa imprudentemente por detrás de la grúa. El trabajador alcanza a reaccionar, sin embargo la grúa lo golpea de todas formas, dejándolo tendido en el suelo. Finalmente el trabajador resulta con lesiones menores.

En el caso anterior, más allá de la responsabilidad de ambos involucrados, la probabilidad de que el trabajador haya sufrido una lesión grave o fatal era alta, por lo que se debe priorizar en trabajar y controlar este tipo de situaciones.

Así es como tras un análisis exhaustivo se logra determinar cuáles son las actividades que requieren más atención, ya sea en implementando medidas preventivas efectivas, como barreras duras por ejemplo, para disminuir al mínimo su ocurrencia, o desarrollando un plan de acción que asegure que el personal cumpla con las competencias necesarias para el puesto de trabajo y se le capacite constantemente, y para ello definir indicadores de cumplimiento que permitan verificar su estado.

BIBLIOGRAFÍA

1. ISPCH.CL. Instituto de Salud Pública de Chile, Guía para la identificación y evaluación de riesgos de seguridad en los ambientes de trabajo, Enero 2014. <http://www.ispch.cl/sites/default/files/D003-PR.500.02.001%20Guía%20para%20la%20identificación%20y%20evaluación%20de%20riesgos%20de%20seguridad.pdf>

2. ROJAS, Jesús María. El soldador y los humos de soldadura, Mayo 2009. <http://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/higiene_200920/es_200920/adjuntos/El%20%20Soldador.pdf>

3. AEPSAL. Noticias, estudios y estadísticas. Junio 2015. <https://www.aepsal.com/soldadura-y-humos-metalicos/>

4. ISASTUR. Manual de Seguridad Equipos de Soldadura eléctrica y Oxicorte, 2010. <https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/2/2_9_6_1.htm>

5. MUTUAL.CL. Operador de Puente Grúa. Ficha 21. <https://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/4c5b141e-39e3-4b45-bc24-d004420c7260/107400481+11-12+operador+puente+grua.pdf?MOD=AJPERES&CVID=lQeUqVw&CVID=lQeUqVw&CVID=lQeUqVw&CVID=lQeUqVw>

6. SERVICIO DE SALUD Y SEGURIDAD DE CENTROS EDUCATIVOS. Guía de Prevención de Riesgos en Trabajos de Soldadura, España 2012. <https://profex.educarex.es/profex/Ficheros/RiesgosLaborales/FORMACION/Carpeta_5/GUIA_SOLDADURA.PDF>

7. ACHS. Capacitación, Control de riesgos en uso de grúa horquilla. <https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/taller-de-control-de-riesgos-en-el-uso-de-grua-horquilla.pdf>

8. SAFETY MANAGERS CLUB 3M. La soldadura y sus riesgos para la salud. 2017. <http://clubseguridad.3m.com.mx/safetytip/la-soldadura-y-sus-riesgos-para-la-salud/>

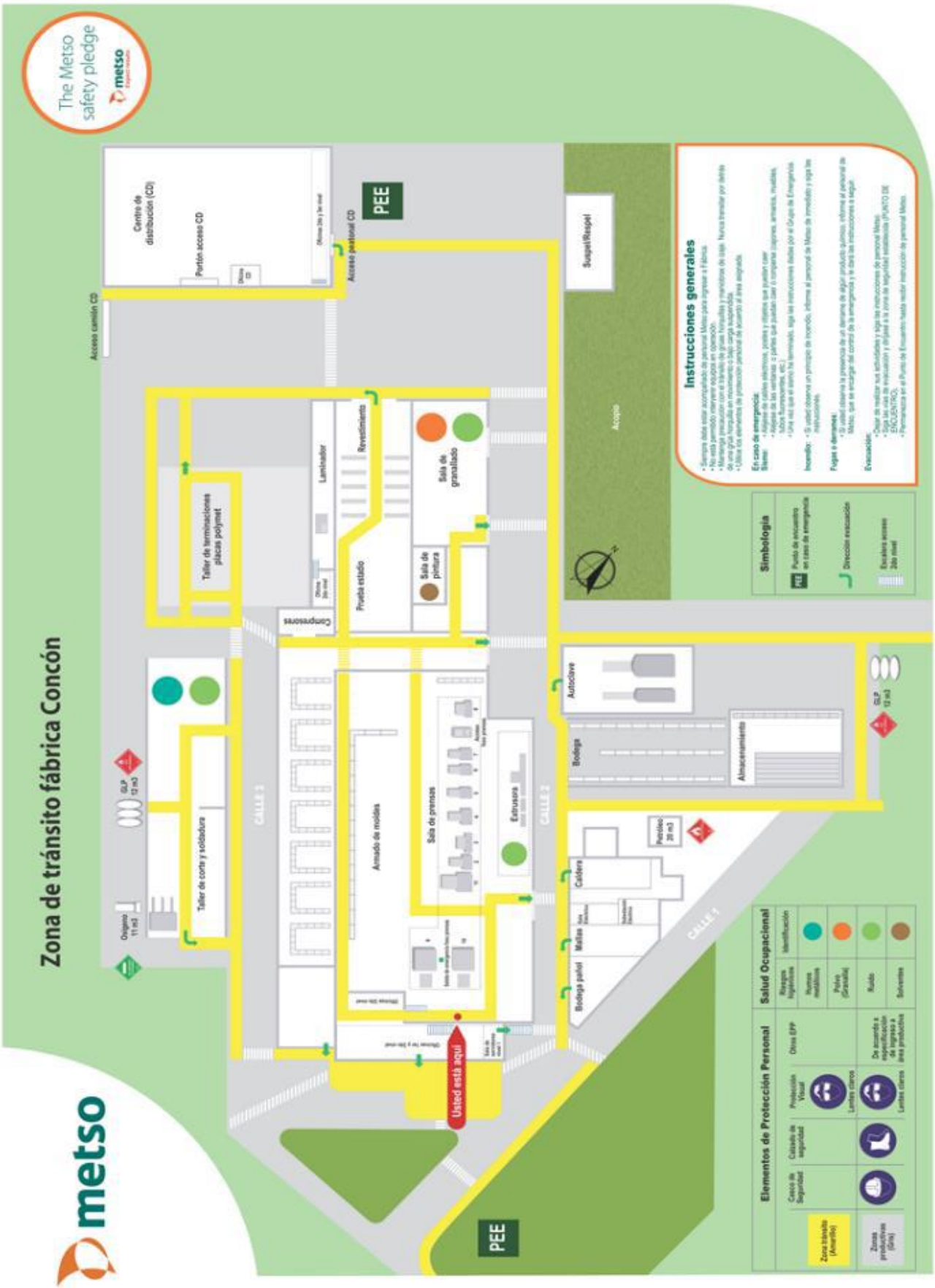
9. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Radiaciones en soldadura, España 2006. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_006.pdf>

10. PLYMOVENT. Aspiración de humos de soldadura y corte (2002). <https://www.plymovent.com/es/aspiracion-humo-soldadura-y-corte/mas-informacion/riesgos-para-la-salud>

11. AMBITEC.CL. Ventilación Industrial para humos de soldadura, Equipos Móviles. <http://www.ambitec.cl/equipos-moviles.php>

ANEXOS

ANEXO A: DISTRIBUCIÓN PLANTA METSO CONCÓN



ANEXO B: FICHAS DE IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE RIESGO

Ficha Nº 1:
Identificación de Factores de Riesgo

NOMBRE EMPRESA				
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo.				
FACTOR DE RIESGO	RIESGO	CÓDIGO	RIESGO EVITABLE	
			SI	NO
Nombre y firma profesional que realiza la Identificación				
Fecha de la Identificación (DD/MM/AÑO)				

FICHA Nº 2:
Evaluación del Riesgo

NOMBRE EMPRESA							
Lugar, Puesto, Proceso, equipo u Operación de trabajo.							
RIESGO NO EVITABLE*	PROBABILIDAD (P)	CONSECUENCIA (C)	VALOR VEP	MEDIDA PREVENTIVA			
				Descripción	Fecha implementación	Responsable	Fecha verificación
Nombre y firma profesional que realiza la Evaluación							
Fecha de la Evaluación (DD/MM/AÑO)							

** = Proveniente de la Ficha Nº1 de Identificación de Factores de Riesgo.*

ANEXO C: CODIFICACION DE RIESGOS LABORALES

Riesgo	Código del Riesgo	Definición
Caída de personas a distinto nivel.	010	Caída a un plano inferior de sustentación. Caídas desde alturas (edificios, ventanas, máquinas, árboles, vehículos, ascensores). Caída en profundidades (puentes, excavaciones, agujeros, etc.)
Caída de personas al mismo nivel.	020	Caída que se produce en el mismo plano de sustentación. Caídas en lugares de tránsito o superficies de trabajo (inadecuadas características superficiales, desniveles, calzado inadecuado). Caída sobre o contra objetos (falta de orden y limpieza)
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	030	Caída de elementos por pérdida de estabilidad de la estructura a la que pertenecen. Caída de objetos por hundimiento, caída desde edificios, muros, ventanas, escaleras, montones de mercancías, desprendimiento de rocas, de tierra, etc.
Caída de objetos en manipulación	040	Caída de objetos y materiales durante la ejecución de trabajos en operaciones de transporte por medios manuales o con ayudas mecánicas. Caída de materiales sobre un trabajador, siempre que el accidentado sea la misma persona a que se le haya caído el objeto que está manejado.
Caída de objetos desprendidos	050	Caída de objetos diversos que no se estén manipulando y que se desprenden de su ubicación por razones varias. Caída de herramientas y materiales sobre un trabajador siempre que el accidentado no lo estuviese manejando.
Pisada sobre objetos/ superficies irregulares	060	Es la situación que se produce por tropezar o pisar sobre objetos abandonados o irregularidades del suelo pero que no originan caídas aunque sí lesiones
Choque contra objetos inmóviles	070	Encuentro violento de una persona o de una parte de su cuerpo con uno o varios objetos colocados de forma fija o en situación de reposo
Choque contra objetos móviles	080	Golpe ocasionado por elementos móviles de las máquinas e instalaciones. No se incluyen atrapamientos.
Golpes/cortes por objetos/herramientas	090	Situación que puede producirse ante el contacto de alguna parte del cuerpo de los trabajadores con objetos cortantes, punzantes o abrasivos (no se incluyen los golpes por caída de objetos). Golpes con un objeto o herramienta que es movido por una fuerza diferente a la gravedad.
Proyección de fragmentos o partículas	100	Circunstancia que se puede manifestar en lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material proyectadas por una máquina, herramienta o materia prima a conformar. Excluye los producidos por fluidos biológicos.

Atrapamiento por o entre objetos	110	Situación que se produce cuando un trabajador, o parte de su cuerpo, es enganchada o aprisionada por mecanismos de las máquinas o entre objetos, piezas o materiales.
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos	120	Es la situación que se produce cuando un operario, o parte de su cuerpo, es aprisionado contra las partes de las máquinas o vehículos que, debido a condiciones inseguras, han perdido su estabilidad.
Sobreesfuerzos	130	
Sobreesfuerzos por manipulación de cargas	131	Manipulación, transporte, elevación, empuje o tracción de cargas (carros, cajas, etc.) que pueda producir lesiones
Sobreesfuerzos por movilización de personas con movilidad reducida	132	Manipulación, transporte, elevación, empuje o tracción de personas con movilidad reducida pueda producir lesiones
Sobreesfuerzos por otras causas	133	Posturas inadecuadas o movimientos repetitivos o vibraciones mecánicas que puedan producir lesiones músculo-esqueléticas agudas o crónicas. Excluye las lesiones producidas por manipulación de cargas incluida en otros apartados.
Exposición a temperaturas extremas	140	Permanencia en un ambiente con calor o frío excesivo.
Contactos térmicos	150	
Contactos térmicos por calor	151	Acción y efecto de tocar superficies o productos calientes.
Contactos térmicos por frío	152	Acción y efecto de tocar superficies o productos fríos.
Contactos eléctricos	160	
Contactos eléctricos directos	161	
Contactos eléctricos directos baja tensión (<1000 volts)	161.1	Es todo contacto directo de las personas con partes activas en tensión (trabajando con tensiones < 1000 volts)
Contactos eléctricos directos alta tensión (>1000 volts)	161.2	Es todo contacto directo de las personas con partes activas en tensión (trabajando con tensiones > 1000 volts)
Contactos eléctricos indirectos	162	
Contactos eléctricos indirectos baja tensión (<1000 volts)	162.1	Es todo contacto de las personas con masas puestas accidentalmente en tensión (trabajando con tensiones < 1000 volts)

Contactos eléctricos indirectos alta tensión (>1000 volts)	162.2	Es todo contacto de las personas con masas puestas accidentalmente en tensión (trabajando con tensiones > 1000 volts)
Exposición a sustancias nocivas o tóxicas	170	
Inhalación o ingestión accidental de sustancias nocivas	171	Efectos agudos producidos por exposición ambiental accidental o por ingestión de sustancias o productos como lesiones neurológicas, respiratorias (asma, hiperreactividad bronquial, etc.), etc. Incluye las asfixias y ahogamientos.
Otras formas de exposición accidental	172	Otros tipos de exposición no incluidas en el apartado anterior.
Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas	180	
Contacto con sustancias (nocivas) que puedan producir dermatitis	181	Acción y efecto de tocar sustancias o productos que puedan producir dermatitis: por abrasión química o física (uso frecuente de jabones o detergentes) o de tipo alérgico.
Contacto con sustancias (nocivas) que puedan producir otro tipo de lesiones externas distintas a la dermatitis	182	Acción y efecto de tocar sustancias o productos que puedan producir lesiones externas en la piel distintas a la dermatitis.
Exposición a Radiaciones	190	Altas dosis, entendiendo dicha exposición como accidente.
Explosiones	200	
Explosiones químicas: Gases y vapores (201.1) y Polvo combustible (201.2)	201	Liberación brusca de gran cantidad de energía que produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases, teniendo su origen en transformaciones químicas.
Explosiones físicas	202	Liberación brusca de gran cantidad de energía que produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases, teniendo su origen en transformaciones físicas.
Incendios	210	
Factores de inicio	211	Es el conjunto de condiciones (materiales combustibles, comburente y fuentes de ignición), cuya conjunción en un momento determinado puede dar lugar a un incendio.
Propagación	212	Condiciones que favorecen el aumento y la extensión del incendio

Medios de lucha y señalización	213	Insuficiencia de medios materiales con los que es posible atacar un incendio hasta su completa extinción o problemas con la llegada de ayuda exterior.
Evacuación	214	Insuficiencia en la salida ordenada de todo el personal del centro y problemas en la concentración en un punto predeterminado considerado como seguro.
Accidentes causados por seres vivos	220	
Accidentes causados por personas	221	Son los producidos a las personas por la acción de otras personas como agresiones, patadas y mordiscos.
Accidentes causados por animales	222	Son los producidos a las personas por la acción de animales como arañazos, patadas y mordiscos.
Atropellos o golpes con vehículos	230	Son los producidos por vehículos en movimiento, empleados en las distintas fases de los procesos realizados por la empresa.
Accidentes de tránsito	240	Los ocurridos dentro del horario laboral, independientemente de que esté relacionado con el trabajo habitual o no.
Otros riesgos	250	Son aquellos riesgos de accidente que a juicio del evaluador, no han sido descritos en ninguno de los ítemes anteriores.