



# **Serie Proyectos de Investigación e Innovación**

Superintendencia de Seguridad Social  
Santiago - Chile

**INFORME FINAL**

**Generación de estándares para la operación segura de máquinas**

Universidad Técnica Federico Santa María  
2020





## **SUPERINTENDENCIA DE SEGURIDAD SOCIAL**

### **SUPERINTENDENCE OF SOCIAL SECURITY**

La serie Proyectos de Investigación e Innovación corresponde a una línea de publicaciones de la Superintendencia de Seguridad Social, que tiene por objetivo divulgar los trabajos de investigación e innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades del Trabajo financiados por los recursos del Seguro Social de la Ley 16.744.

Los trabajos aquí publicados son los informes finales y están disponibles para su conocimiento y uso. Los contenidos, análisis y conclusiones expresados son de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente la opinión de la Superintendencia de Seguridad Social.

Si requiere de mayor información, sobre el estudio o proyecto escriba a: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

Si desea conocer otras publicaciones, artículos de investigación y proyectos de la Superintendencia de Seguridad Social, visite nuestro sitio web: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

The Research and Innovation Projects series corresponds to a line of publications of the Superintendence of Social Security, which aims to disseminate the research and innovation work in the Prevention of Occupational Accidents and Illnesses financed by the resources of Law Insurance 16,744.

The papers published here are the final reports and are available for your knowledge and use. The content, analysis and conclusions are solely the responsibility of the author (s), and do not necessarily reflect the opinion of the Superintendence of Social Security.

For further information, please write to: [investigaciones@suseso.cl](mailto:investigaciones@suseso.cl).

For other publications, research papers and projects of the Superintendence of Social Security, please visit our website: [www.suseso.cl](http://www.suseso.cl).

Superintendencia de Seguridad Social  
Huérfanos 1376  
Santiago, Chile.

## **Informe Final Proyecto**

# **GENERACIÓN DE ESTÁNDARES PARA LA OPERACIÓN SEGURA DE MÁQUINAS**

**226-2018**

**Autores**

**Valencia Sociedad por Acciones RTECH  
Universidad Técnica Federico Santa María**

**OCTUBRE 2019**

Este trabajo fue seleccionado en la Convocatoria de Proyectos de Investigación e Innovación en Prevención de Accidentes y Enfermedades Profesionales 2018 de la Superintendencia de Seguridad Social (Chile) y fue financiado por la Asociación Chilena de Seguridad, a través de la Fundación Científica y Tecnológica (FUCYT-ACHS), con recursos del Seguro Social de la Ley N°16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.

## **RESUMEN**

Este proyecto de investigación ha considerado el estudio de las máquinas que presentan mayores peligros para su operación en Chile, el análisis de sus peligros y las medidas de control que deben ser establecidas para su uso seguro. En la actualidad la ausencia de este tipo de estándares se refleja en la ocurrencia de accidentes graves con consecuencia de amputación que afectan a los trabajadores con una frecuencia alta.

El objetivo se dirigió entonces al estudio de las máquinas (un total de cien), que de acuerdo a estudios anteriores de la Asociación Chilena de Seguridad, son aquellas que son causa u origen de la mayor cantidad de accidentes.

Para el desarrollo de este proyecto se estableció una metodología que consideró el análisis de los principales factores asociados al problema de las máquinas, como la falta de normativa nacional con relación al tema, el rol de los proveedores y del mercado de las máquinas en el país, como así mismo de las buenas prácticas utilizadas por las empresas.

Finalmente se ha conseguido caracterizar las máquinas estudiadas, establecer sus peligros y proponer las medidas de control necesarias para que las empresas, propietarios o fabricantes de las máquinas puedan hacerse cargo de manera apropiada de la responsabilidad de les corresponde.

## Índice de contenidos

1. Introducción y antecedentes del estudio.....	4
2. Definición del problema y relevancia.....	5
3. Objetivos e hipótesis.....	8
4. Marco teórico.....	9
5. Método.....	15
6. Resultados.....	17
7. Conclusiones.....	33
8. Referencias.....	37
9. Anexos.....	42

# 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

A principios del año 2018 la Asociación Chilena de Seguridad estableció que la seguridad de máquinas era un tema de interés prioritario. Durante los meses siguientes se trabajó en la formulación de un proyecto que pudiera aportar conocimiento nuevo en el país sobre la materia y a la vez generar resultados concretos para permitir su incorporación en el corto plazo por parte de los Organismos Administradores y de las empresas.

Asimismo, se consideró la posibilidad de incorporar dentro de las conclusiones del estudio la proposición de algunos lineamientos que podrían servir como carta de navegación de mediano y largo plazo para el desarrollo de una agenda país que aborde las deficiencias básicas y estructurales relacionadas con la seguridad de máquinas en Chile.

Como una forma de potenciar la investigación propuesta e incorporar al medio académico en esta nueva conversación, se invitó a participar al Departamento de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Federico Santa María, que ha contribuido en forma importante en el desarrollo y con la obtención de los objetivos del proyecto.

Con la publicación del presente trabajo creemos se ha dado un paso importante para abordar al problema que hoy día representa el mercado y la utilización de máquinas en nuestro país, que no cuentan con regulaciones ni con una institucionalidad mínimamente apropiada. Confiamos que los resultados sean de un alto interés para los profesionales de las áreas de prevención de riesgos y en especial de los encargados de la operación y el mantenimiento de las máquinas y equipos.

Este estudio no sólo agrega contenido al estado del arte de la materia en Chile, entrega estándares que permitirán adoptar prácticas más seguras e impulsar cambios en la cultura de las organizaciones, pudiendo impactar en forma directa en la seguridad de las personas que se relacionan con las máquinas y en la productividad de las empresas.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y RELEVANCIA

En la actualidad nuestro país presenta una importante tasa de accidentes graves con consecuencia de amputación causadas por máquinas de todo tipo.

A pesar del progreso conseguido en la reducción de otros tipos de accidentes durante los últimos años, la tendencia en la ocurrencia del tipo de accidente descrito no muestra una evolución favorable, habiéndose mantenido en el tiempo sin mostrar evidencia de que el problema se encuentra bajo control.

De acuerdo a un estudio reciente realizado por la Asociación Chilena de Seguridad, el resultado anual de las amputaciones traumáticas, es decir aquellas ocurridas en forma efectiva en el lugar de trabajo es de 159 en promedio. Se adjunta gráfico.

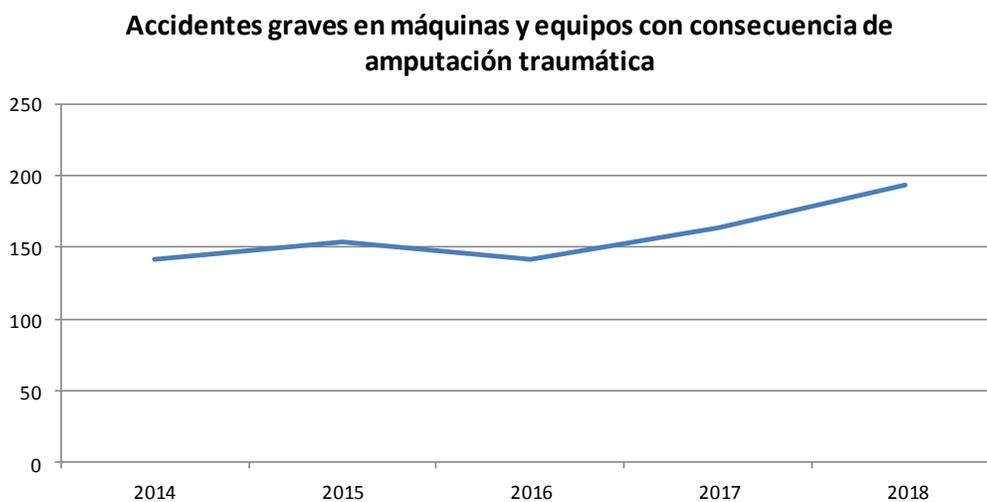


Gráfico N°1. Accidentes graves con máquinas

Estas cifras corresponden a personas que perdieron principalmente dedos, manos y brazos en el lugar de trabajo.

Por otra parte podemos proyectar que en Chile se producen aproximadamente **13 amputaciones traumáticas a la semana** sólo a causa de maquinaria y equipos. (1)

Durante la última década, la Asociación Chilena de Seguridad ha liderado a nivel nacional el desarrollo preventivo en materia de seguridad de máquinas, sin conseguir aún resultados importantes debido a que el problema se origina en causas estructurales profundas que han sido identificadas y enunciadas mediante publicaciones y seminarios técnicos.

Referencia (1). Estudio Epidemiológico de los Accidentes Laborales Graves RM (años 2010 – 2017) realizado por la Unidad de Accidentes Laborales, Subdepto. Salud Ocupacional y Prevención de Riesgos, Seremi de Salud R.M.

Los factores de tipo estructural identificados son:

- Ausencia de legislación nacional sobre seguridad de máquinas

La ausencia de legislación nacional que regule el diseño, la venta y la operación segura de maquinaria es la principal y primera causa de los accidentes laborales. Se observa un importante retraso en la materia en comparación a países vecinos, y muy lejos de los países de la OCDE.

Debido a la ausencia de legislación, tampoco las asociaciones gremiales, han logrado establecer directrices para las empresas que proveen, importan y venden maquinaria o se dedican al diseño y fabricación en el país y finalmente para las empresas usuarias que realizan la adquisición de este tipo de bienes de capital.

A pesar de esta compleja situación, no se vislumbra en la actualidad capacidad ni presupuesto para la generación y actualización de la legislación en el corto plazo por parte de los Ministerios del Trabajo y de Salud.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha establecido que es responsabilidad de las autoridades nacionales garantizar que la maquinaria comercializada cumpla con los requisitos legales en materia de seguridad y salud en el trabajo (2).

Con relación a lo anterior, no se observa avance en la legislación, por lo que en la práctica en nuestro país cualquier persona puede diseñar, comercializar, importar y modificar máquinas de todo tipo, sin cumplir ningún tipo de criterio ni principio técnico de seguridad, lo que contrasta con la realidad de otros países de la OCDE, en Europa y Norteamérica, donde se encuentra prohibida la comercialización de máquinas que no cumplan con estándares establecidos en acuerdos entre países. Como resultado, las empresas en Chile no tienen ningún tipo de obligación en materia de seguridad para la adquisición, fabricación o modificación y la operación de máquinas.

- Déficit de profesionales y especialistas en seguridad de máquinas.

Otro factor muy importante que explica la situación actual es la falta de profesionales especialistas en el mercado laboral. El perfil de formación académica de los profesionales Expertos en Prevención de Riesgos ha evolucionado en las últimas décadas hacia otros enfoques como los sistemas de gestión y el medio ambiente, careciendo de competencias técnicas adecuadas relacionadas con la electromecánica o conocimientos que faciliten su comprensión del problema de las máquinas.

[Referencia (2) Seguridad y salud en la utilización de la maquinaria, Año 2012, 2.1.-Funciones y obligaciones de la autoridad competente].

- Ausencia de interés en la seguridad industrial o máquinas por parte de las universidades.

La falta de profesionales competentes en la materia no sólo se ha observado en las especialidades de Prevención de Riesgos, sino que también en la formación de profesionales en las áreas de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica, que en la práctica son los profesionales que mayormente se relacionan con las energías peligrosas, los procesos y las máquinas.

En este contexto, en ausencia de normativa nacional, tanto los empleadores como los trabajadores requieren contar con medidas preventivas específicas y efectivas que permitan realizar el control de los riesgos en el uso y mantenimiento de máquinas, y la prevención de accidentes graves.

- Ausencia de metodología adecuada

Además de los factores descritos, se observa la ausencia de métodos para la gestión de los riesgos de las máquinas, que debieran permitir a los profesionales de la prevención de riesgos abordar de manera sistemática a las máquinas, como objeto de estudio.

El uso de metodologías normalizadas para la evaluación de riesgos de las máquinas es un estándar en muchos países, siendo recomendada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) como la primera forma de aproximarse al problema de la seguridad de las máquinas. Lamentablemente en nuestro país se desconoce su utilización y en su lugar se utilizan otros métodos y cuyos resultados conducen inevitablemente a errores importantes tanto en la valoración de los riesgos como en el establecimiento de las medidas de control adecuadas.

Debemos comprender e internalizar que, debido a la magnitud de las energías peligrosas que dan vida a las máquinas y a los procesos que ellas realizan, no es posible controlar sus riesgos solamente con medidas de control de tipo administrativas o barreras blandas.

La naturaleza de los riesgos de las máquinas requiere trabajar de manera ineludible en el establecimiento de medidas de control de ingeniería o barreras duras, siendo el diseño de este tipo de medida de control una competencia que los profesionales asociados a la seguridad debieran desarrollar, en especial en un escenario donde son pocas las máquinas que cuentan con mínimas medidas de control de ingeniería, resguardos o sistemas de seguridad que sean realmente efectivos.

### 3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### Los objetivos

El objetivo principal de este proyecto de investigación es generar conocimiento que permita controlar los riesgos existentes en la actividad de operación de las máquinas identificadas de manera sistemática, con el fin último de evitar la ocurrencia de accidentes graves relacionados con la operación de las máquinas.

Como parte de la estrategia para abordar el objetivo principal se estableció tres objetivos específicos complementarios:

- Investigar normativa nacional e internacional para operar de manera segura máquinas y equipos.
- Identificar las buenas prácticas y recomendaciones provenientes de la operación y mantenimiento de máquinas y equipos.
- Generar preguntas de evaluación del riesgo, medidas preventivas y verificación de cumplimiento de medidas preventivas.

En forma adicional se agregó un cuarto objetivo específico:

- Realizar la inspección y análisis en terreno del 40% de las máquinas identificadas, focalizándose en aquellas que presentaran un grado alto de incertidumbre en su operación.

Esto incluiría la observación de las máquinas por parte de los especialistas, entrevistas a los supervisores, operadores y mantenedores de las máquinas, así como integrantes de los Comités Paritarios de Orden, Higiene y Seguridad en caso de haberlos.

Para este fin, la Asociación Chilena de Seguridad comprometió la colaboración para la localización de las máquinas a observar, así como la gestión para obtener las visitas correspondientes en dichas empresas.

#### Las hipótesis

Las hipótesis que se enmarcan dentro de la investigación y que son reflejadas mediante las preguntas pueden ser enunciadas como:

Primero: Existen métodos o formas eficaces de controlar los riesgos de la operación de las máquinas identificadas.

Segundo: Existen experiencias exitosas en otros países.

Tercero: Los accidentes y las lesiones graves y fatales causadas por las máquinas pueden ser reducidas o eliminadas.

## Las preguntas

- ¿Cuáles deben ser los estándares de control de las 100 máquinas identificadas que garanticen el control de los riesgos en la operación de estas máquinas?
- ¿Cómo se ha abordado la prevención de accidente en la operación de estas 100 máquinas identificadas, en otros países (dónde se ha abordado el tema)?
- ¿Qué prácticas de seguridad pueden y deben ser comprendidas, adaptadas y utilizadas en nuestro país para reducir o eliminar las lesiones graves y fatales causadas por las máquinas?

## 4. MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES

Para conocer y comprender la actual situación de la seguridad de máquinas como materia de estudio y como tema de interés en nuestro país debemos mirar nuestro pasado reciente. La historia nos dice que hasta bien entrado el siglo veinte y a diferencia de lo que ocurría en gran parte del mundo occidental, Chile no contaba con un desarrollo industrial acorde a las necesidades del crecimiento económico.

Desde entonces, en nuestro país la industria se ha desarrollado principalmente para proveer bienes en el mercado local, siendo los bienes industriales exportados escasos. En la última década hemos visto como el país se encuentra sufriendo un proceso de desindustrialización importante debido principalmente al costo de la energía y a la competencia de bienes industriales importados.

En este escenario no resulta difícil observar la falta de incentivos para mejorar los procesos y los métodos de trabajo, lo que ha generado entre otros efectos la falta de profesionales especializados en ciertas materias, como la seguridad de máquinas.

Durante las últimas décadas en Chile no se ha realizado publicaciones relacionadas con la seguridad de máquinas, lo que refleja el poco interés que el tema representa para las universidades, de los Organismos Administradores de la Ley (O.A.L.) y en general de las empresas y asociaciones gremiales.

La publicación de la familia de normas chilenas de seguridad de máquinas, el año 2004 y como reacción al desarrollo de las normas internacionales ISO equivalentes representa un único esfuerzo para acercar a nuestro país al mundo occidental desarrollado con relación a la tecnología, la seguridad y las máquinas. Sin embargo, este esfuerzo ha caído en el olvido y actualmente son muy pocos los profesionales de la seguridad o la prevención de riesgos y de la ingeniería que conocen sobre su existencia.

Por su parte, la autoridad competente no ha focalizado los accidentes con máquinas como un tema crítico que debiera ser abordado como un problema-país, lo que a su vez se ha reflejado en la falta de atención sobre el tema específico de las máquinas cada vez que se

ha decidido actualizar el Decreto Supremo N°594, que es el único cuerpo legal que en la actualidad puede incidir en cambios favorables para el desarrollo de soluciones de tipo generales y de largo plazo.

A diferencia de la Industria, en el caso de la gran minería, en nuestro país ha habido un desarrollo importante sobre la materia, lo que se refleja en los indicadores de accidentes con máquinas con consecuencia de amputación, que son muy escasos en comparación con la industria y los otros sectores económicos.

Esta diferencia tiene relación con los estándares de seguridad altos, la incorporación de empresas de ingeniería internacionales en los proyectos de infraestructura y en la existencia de un marco legal más fuerte con relación a la seguridad de máquinas. Por ejemplo, el Decreto N°132 Reglamento de seguridad minera establece la obligación de realizar bloqueo de máquinas para las tareas de mantenimiento de acuerdo con estándares internacionales. En el caso del resto del país, es decir los sectores no mineros, en general se desconoce esta práctica.

En la actualidad y como una forma nueva de abordar el problema de los accidentes graves causados por máquinas, la Secretaría Regional del Ministerio de Salud de la Región Metropolitana ha pedido a una cantidad importante de empresas que tuvieron accidentes de este tipo durante los años 2015 y 2016 (Oficio Circular N°7790) la implementación de medidas concretas y urgentes para controlar los peligros asociados. Sin embargo la mayor parte de las medidas de control solicitadas a las empresas corresponden a barreras de control de tipo administrativas, no abordando en general las medidas de control de ingeniería debido a la falta de estándares de ingeniería o de conocimiento sobre cómo aplicar las normas técnicas.

## BASE TEÓRICA

La ausencia de conocimiento técnico específico sobre la seguridad de máquinas es la causa del escaso avance que ha habido en la materia en nuestro país.

En general creemos que el problema tiene sus raíces, más allá del problema de las máquinas, en la ausencia de estándares de ingeniería y en la debilidad de las competencias profesionales para el diseño e implementación de barreras duras relacionadas con la seguridad de los procesos.

En general, entre los profesionales de nuestro país se considera la llamada *jerarquía de controles* solamente como algo referencial, no comprendiéndose su real significado, que en la práctica debiera obligar, tal como ocurre en medios más desarrollados, a la implementación de medidas de control de tipo eliminación, sustitución o controles de ingeniería. Ver Figura N°1.

En la actualidad, existe una tendencia generalizada a implementar medidas de control de tipo administrativas o barreras blandas, lo que en el caso de las máquinas nunca serán

suficientes ya que la magnitud de las energías presentes en ellas siempre representarán riesgos muy altos, imposible de controlar sólo con este tipo de medidas.

En general, debido también a distorsiones causadas por la legislación nacional, en nuestro país no se considera o utiliza el concepto de riesgo residual, que es crítico para establecer el nivel de reducción de los riesgos requerido durante un proceso de evaluación de riesgos.

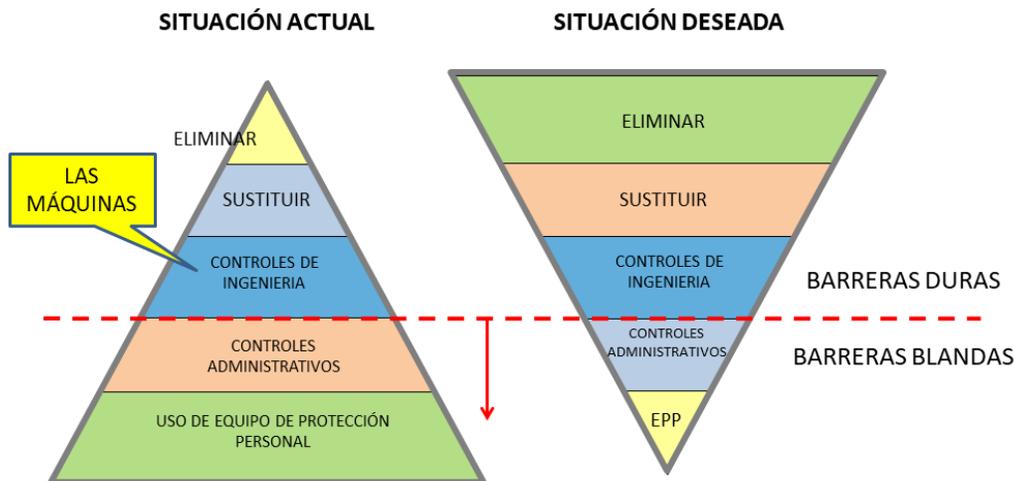


Figura N°1, Esquema de la jerarquía de control

En el caso de los profesionales del área de prevención de riesgos esta es una debilidad que tiene su origen en la formación académica. Sin embargo los profesionales de otras carreras de ingeniería, como la mecánica o la electricidad, tampoco cuentan con herramientas o formación específica que les permitan avanzar desde la identificación del problema hasta el diseño y la construcción de barreras duras.

Este proyecto de investigación propone establecer estándares de control para cien máquinas identificadas para garantizar el control de los riesgos en su operación. Debido a la ausencia de conocimiento técnico específicos sobre el tema, este estudio ha establecido aquellas medidas de control de tipo ingeniería y administrativas necesarias para la instalación de un nuevo paradigma.

La hipótesis sobre este punto es que el diseño de barreras duras para las máquinas (y en general para todo tipo de procesos) es una buena práctica que debiera ser comprendidas, adaptadas y utilizadas en nuestro país para reducir o eliminar las lesiones graves y fatales causadas por las máquinas.

De la misma forma, el desconocimiento (ausencia) de metodologías específicas y apropiadas para abordar el problema de la prevención de accidentes graves, como la evaluación de riesgos en máquinas, es uno de los factores estructurales que deben ser considerados como prioridad en el corto y mediano plazo.

## BASES LEGALES

Para conocer cómo se ha abordado el problema relevante de la prevención de accidentes con máquinas en otros países y los parámetros legales asociados describiremos algunos hitos de otros países, principalmente en Norteamérica y Europa.

En el campo de la seguridad de maquinaria en Europa la amplia introducción de la evaluación de riesgos como la principal herramienta para el diseño (y sus medidas de control) comenzó en 1993 con la entrada en vigor de la primera Directiva de Maquinaria (89/392/CE) publicada en 1989. Hasta entonces la seguridad de máquinas estaba basada en regulaciones nacionales de seguridad laboral. (3)

Los fabricantes europeos de maquinaria tuvieron que esperar hasta principios de 1997 la publicación de la primera norma europea sobre la materia, EN 1050 Seguridad de las máquinas – Principios para la evaluación de riesgo. A principios de 1999 se publicó la norma internacional ISO 14121, idéntica a EN 1050.

En 1992 el comité técnico ISO TC 199 comenzó con la tarea de revisar a norma ISO 14121 con el fin de reemplazar la norma EN 1050.

El año 2010 se publicó la norma EN-ISO 12.100 Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction como versión única y consolidada de las normas anteriores. Este proceso también incluyó la adaptación de la nueva Directiva Europea de Maquinaria (2006/42/EC).

En los Estados Unidos se publicó la norma ANSI B11 el año 2008 como una norma voluntaria de consenso para establecer los requisitos de seguridad para máquinas. Este estándar especifica los requisitos de seguridad para el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento. Esta norma se publicó como ANSI B11 General Safety requirements y luego fue revisada, rediseñada y publicada como ANSO B 11.0 en 2010. Esta versión agrega las responsabilidades relacionadas a los componentes de las máquinas, clarifica la relación entre la evaluación de los riesgos de una máquina y el diseño y especificación de su sistema de control, provee información adicional sobre la documentación requerida e incluye nuevas ideas sobre la supervisión y el entrenamiento.

Las normas B11 para máquinas herramientas fueron primero enfocadas a las prensas y sus requisitos de seguridad en el año 1922. Desde entonces, los requisitos de seguridad para varios tipos de máquinas herramientas han sido desarrollados y continuamente actualizados para llegar a ser la actual serie de normas B11.

[Referencia (3) Aplicación de la evaluación de riesgos en el diseño de maquinaria segura ORP 2013, Gornemann, Otto]

La evaluación de riesgos de máquinas documentada fue introducida por primera vez a la industria de las máquinas herramientas en el año 2000 con la publicación de ANSI B11.TR3 – Risk Assessment and Risk Reduction - A Guide to Estimate, Evaluate and Reduce Risks Associated with Machine Tools; en la industria de los robots en 1999 con la publicación de ANSI/RIA R 15.06 – Requirement for Industrial Robot Systems y la maquinaria de la industria de envasado el año 2006 con la publicación de la norma ANSI/PMMI B 155.1 Safety Requirements for Packaging Machinery and Packaging Relating Conveying Machinery.(4)

Con relación a los requisitos de seguridad de máquinas que son obligación por ley en Estados Unidos, desde su fundación el año 1970 la Administración Federal de Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) ha desarrollado y publicado estándares, los que se encuentran principalmente basados en las normas de consenso citadas y se conocen como 29 CFR PART 1910 Subpart O, Machinery and Machine Guarding.

En el caso de Brasil, desde la publicación del reglamento de seguridad de máquinas en el año 1978, NR-12 Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, esta norma se ha continuado actualizando y provee una referencia muy importante para establecer estándares de seguridad de máquinas también para Latinoamérica.

En el caso de Colombia, la publicación del Decreto 1072 (GTC 42) el año 2015 ha mostrado la necesidad de incorporar la evaluación de riesgos de máquinas como una disciplina relevante para quienes deben gestionar la seguridad de los procesos.

La Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.) es la agencia tripartita de la ONU y convoca a gobiernos, empleadores y trabajadores de sus estados miembros con el fin de emprender acciones conjuntas destinadas a promover el trabajo decente en el mundo. En el campo de la seguridad en máquinas, la referencia más importante la constituye el convenio sobre la Protección de la maquinaria (C119) del año 1963. (5)

En el caso de Chile, el Decreto Supremo N° 594 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo establece el marco general para el uso de máquinas. Sin embargo, debido a lo escaso y a lo genérico de su contenido (Artículo 38°) se encuentra aún muy lejos de establecer estándares fiscalizables para el diseño, fabricación, adquisición y operación de máquinas de todo tipo.

[Referencia (4) ANSI B11.0-2015 Safety of Machinery]

[Referencia (5) Seguridad en máquinas Diego González Maestre Fundación Confemetal ISBN 978.84-96743-77-9]

Tal como se ha dicho, el Decreto Supremo N°132 Reglamento de Seguridad Minera ofrece una mejor estructura y contenido con relación a la seguridad de máquinas.

Recientemente, la autoridad SEREMI Metropolitana de Salud ha establecido un nuevo estándar basado en el Repertorio de Seguridad en máquinas, publicado por la Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.) el año 2012, que constituye una buena referencia internacional, simple y en idioma español.

Aunque las normas chilenas publicadas por el Instituto Nacional de Normalización el año 2004 se encuentran incompletas en la actualidad, representan un buen punto de partida para quienes deben relacionarse con las máquinas y sus problemas de seguridad.

Se adjunta el listado de las normas técnicas y legislación que ha sido utilizado para la elaboración de este estudio en el capítulo 8. Referencias.

## 5. MÉTODO

- Población

El estudio se realizó sobre un total de 100 máquinas identificadas previamente por la Asociación Chilena de Seguridad como aquellas que representan los mayores peligros y riesgos para las personas durante su uso y operación.

El total de las máquinas está compuesto de 11 rubros o actividades industriales que a su vez definen grupos de familias de máquinas, cuyas características y tipificación de peligros son similares.

RUBRO/ INDUSTRIA	Máquinas
PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CARNES/CECINAS	10
PROCESAMIENTO Y CONSERVACIÓN DE PESCADOS Y MARISCOS	4
PROCESAMIENTO AGROINDUSTRIA / ELABORACIÓN DE ACEITES	10
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA Y DERIVADOS DE LA HARINA	13
ELABORACIÓN Y MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS - GENÉRICO	2
ELABORACIÓN DE BEBIDAS	6
EXTRACCIÓN DE MADERA, PRODUCTOS DE MADERA Y FABRICACIÓN DE PAPEL	17
FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLÁSTICO	8
EMPRESAS METALMECÁNICA	21
CONSTRUCCIÓN	4
AEROPORTUARIO	4

Tabla N°1. Agrupación de las máquinas del estudio de acuerdo a rubro o industria

- Desarrollo de los estándares

La recolección de la información necesaria se realizó en tres etapas definidas:

- Estudio de las normas y legislación nacional e internacional.
- Estudio de los estándares establecidos por los principales fabricantes de máquinas
- Estudio y análisis en terreno, en empresas que cuentan con el tipo de máquinas identificadas.

1. Estudio de las normas y legislación nacional e internacional

La revisión de la información para el estudio de la legislación aplicable se realizó utilizando fuentes secundarias de nuestro archivo técnico (RTECH), la biblioteca de la Asociación Chilena de Seguridad, las bibliotecas de universidades nacionales y extranjeras, los archivos del Instituto Nacional de Normalización (INN) y se realizó normas técnicas internacionales.

2. Estudio de los estándares establecidos por los principales fabricantes de máquinas

En el caso de la información de estándares establecidos por los fabricantes de máquinas, se realizó mediante el estudio de las especificaciones y los manuales de operación. Las entrevistas a los proveedores o representantes de algunos tipos de

máquinas que se encuentren en el país no fueron posibles debido a la falta de interés por participar en el proyecto.

La recopilación de información se realizó principalmente mediante la traducción de manuales que se encuentren en poder de las empresas y una extensiva búsqueda en internet.

3. Estudio y análisis en terreno, en empresas que cuentan con el tipo de máquinas identificadas

El estudio de terreno para la evaluación de máquinas implicó la identificación de las empresas que cuentan y operan las máquinas en estudio y se visitó cada proceso con el fin de analizar los peligros y establecer buenas prácticas de control de riesgos. A pesar de que en los objetivos del proyecto se consideraba analizar un total de 40 máquinas mediante la visita de aproximadamente 30 empresas afiliadas a la Asociación Chilena de Seguridad, sólo se pudo observar un total de 29 máquinas, es decir el 73% del objetivo propuesto.

4. Estudio y análisis en terreno, en empresas que cuentan con el tipo de máquinas

Una vez desarrollados y revisados, cada grupo de estándares de máquinas o familias específicas, se procedió a la revisión por parte de la Asociación Chilena de Seguridad, con el fin de verificar el alcance, forma y contenido, de acuerdo a los formatos establecidos.

El proceso de revisión y corrección finalizaba con la validación por parte de los revisores.

El proceso de revisión también consideró la participación de un profesional Experto en Prevención de Riesgos como parte del equipo investigador.

5. Control de calidad y análisis de los datos

Con el fin de establecer la confiabilidad y relevancia de la información recolectada se realizaron reuniones de trabajo con el equipo investigador y los revisores.

El análisis de la información se realizó considerando tres criterios:

- Consistencia entre las normas consideradas
- Experiencia de terreno y recomendaciones de los fabricantes de máquinas
- Aplicabilidad de los estándares definidos a nuestra realidad nacional

## **6. RESULTADOS**

Con relación a los objetivos establecidos en este proyecto se adjunta los resultados obtenidos.

### **6.1. Normativa nacional e internacional**

La forma de operar en forma segura las máquinas críticas consideradas en el proyecto ha sido establecida en cada caso mediante los estándares de seguridad que constituyen el resultado principal de este proyecto, lo que se han basado en normas internacionales.

Para todas las máquinas existen normas internacionales, de tipo general o específico, que regulan su uso y mantenimiento. En el caso de las normas nacionales solamente se establecen requisitos de tipo general

Desde el punto de vista de los conceptos, las normas técnicas de seguridad de máquinas establecen la forma de observar sistemáticamente los peligros asociados a la operación y mantenimiento. En un contexto más amplio que el alcance de este proyecto, las normas también se refieren al ciclo de vida completo de las máquinas, desde las primeras etapas de concepción, diseño, fabricación, pruebas, transporte, instalación, comissioning y retirada del servicio al final de su vida útil.

Asimismo se observa la importancia de establecer en el caso de las máquinas medidas de control de ingeniería o barreras duras, dimensionadas a los riesgos residuales. En esta secuencia de actividades asociadas al ciclo de vida de una máquina es muy importante enfocarse en el traspaso de información entre cada una de ellas para mantener una trazabilidad entre las especificaciones de diseño y construcción y el usuario final.

En este contexto las normas internacionales son muy específicas en establecer como un requisito el contenido y el orden que debe tener un Manual de operación y servicio, que forma parte de la documentación de venta de cada máquina.

El tipo de entrenamiento, así como su contenido es un tema que se aborda de manera detallada en cada norma internacional, de acuerdo con los peligros identificados y las características de diseño de cada máquina.

### **6.2. Las buenas prácticas**

En general existen buenas prácticas para la operación segura de máquinas y existen buenas prácticas con relación a las regulaciones necesarias para establecer un marco de trabajo apropiado.

Las buenas prácticas que deben ser comprendidas e incorporadas a la gestión de la autoridad reguladora y fiscalizadora, a los Organismos administradores y en las empresas se encuentran en lo establecido por la Oficina Internacional del Trabajo, en relación con la asignación de responsabilidades a cada parte interesada. En este contexto es muy

importante que la autoridad competente establezca una regulación que impida que se comercialicen máquinas y equipo que no cumplan las regulaciones de seguridad.

Asimismo es necesario que se establezcan métodos actualizados de evaluación de riesgos de las máquinas, que permitan a los profesionales encargados de la seguridad o del control de los riesgos, realizar una gestión sistemática y asertiva.

Las empresas debieran citar en sus políticas de seguridad la necesidad de evitar o prohibir el uso de máquinas que no sean seguras o que no cuenten con la documentación que demuestre su conformidad con las normas de seguridad.

En el caso de las actividades diferentes a la operación normal de una máquina, como el mantenimiento, la limpieza o la regulación, debe avanzarse en la incorporación de la metodología de control de las energías peligrosas, no tanto como una forma de dar cumplimiento a un requisito específico sino como un nuevo paradigma y cultura de cada empresa.

### **6.3. Medidas preventivas y formas de verificación**

Como parte del resultado de desarrollar estándares de seguridad de máquinas y como parte del modelo establecido para su elaboración se ha establecido las preguntas y las formas de verificación que deben ser utilizadas en cada caso.

Hemos observado que las normas específicas (Tipo C) establecen la forma de verificar cada requisito de las máquinas, por lo que las preguntas técnicas se encuentran establecidas mediante listas de verificación y la descripción detallada de la metodología necesaria.

Dependiendo del tipo de requisito, se define un método de verificación específico, pudiendo ser por ejemplo una memoria de cálculo en el caso de un requisito relacionado con el diseño y la resistencia, una prueba funcional, una verificación visual o una medición utilizando instrumentos adecuados a la magnitud física en consideración.

Dependiendo de la complejidad del atributo a verificar, también se establece la necesidad de contar con observadores competentes y entrenados para realizar cualquier tipo de verificación.

### **6.4. El estudio de las máquinas en terreno**

Durante las visitas realizadas a plantas industriales para estudiar máquinas en su condición real de operación, se ha comprobado que en algunos de los casos observados existe una brecha muy importante entre los estándares o regulaciones observados en las normas internacionales (incluso en las normas chilenas existentes).

Estas brechas son de tipo general, relacionadas por ejemplo con el conocimiento de las responsabilidades que cada parte interesada debe asumir, fabricante, vendedor, usuario, mantenedor, encargado de la seguridad y los trabajadores y también de tipo específico.

Con relación a la administración técnica, se observa que es muy complejo conservar en el tiempo las máquinas en un estado de confiabilidad y de seguridad adecuado, por cuanto

muchas veces no se cuenta con información técnica del fabricante o porque las máquinas se utilizan fuera de sus límites de uso.

La falta de estándares y de metodología técnica adecuada para establecer medidas de control de tipo ingeniería también es la causa de que las modificaciones o mejoras de seguridad que se realizan a las máquinas

Sin embargo, se observa que los procesos visitados existen una clara intención y capacidad para establecer sistemas de entrenamiento de los operadores, llegando a utilizar algunas formas prácticas similares a las recomendadas en las normas internacionales.

En general los procedimientos de control de las energías peligrosas para las actividades de mantenimiento aún son muy poco conocidos.

### **6.5. Los Estándares de Seguridad de Máquinas**

El principal resultado de esta investigación es la elaboración de un estándar transversal de seguridad en máquinas y 100 estándares específicos de operación segura de las máquinas identificadas por la Asociación Chilena de Seguridad como aquellas que representan los mayores peligros para los trabajadores de nuestro país. Este contenido podrá contribuir en forma importante en la reducción de accidentes con consecuencia de amputación causados por las máquinas.

El material entregado como resultado del proyecto se presenta en forma de hojas en formato Excel y se menciona como el Anexo A de este informe.

## Listado de Estándares de Seguridad de Máquinas

EM_01.00	GENÉRICO DE MÁQUINAS	EM_01.10	CANTEADORA
EM_01.03	CUTTER	EM_01.10	CEPILLADORA / REGRUESADORA
EM_01.03	DESCUERADORA (DESMEMBRANADORA)	EM_01.10	ESCUADRADORA
EM_01.03	ELEVADOR - VOLTEADOR	EM_01.10	INGLETEADORA
EM_01.03	EMBUTIDORA	EM_01.10	MAQUINA FINGER JOINT
EM_01.03	ENVASADORA CAJAS Y BANDEJAS	EM_01.10	MOLDURERA
EM_01.03	LAMINADORA (CORTADORA FIAMBRES)	EM_01.10	PRENSAS (GENÉRICA)
EM_01.03	MOLEDORA DE CARNE	EM_01.10	SIERRA CIRCULAR DE BANCO
EM_01.03	PORCIONADORA	EM_01.10	SIERRA HUINCHA / SIERRA DE CINTA
EM_01.03	SELLADORA	EM_01.10	TORNO PARA MADERA
EM_01.03	SIERRA CORTADORA DE CARNE Y HUESO	EM_01.10	TUPI DE BANCO
EM_01.04	DESPIELADORA	EM_01.10	PRENSA ENCOLADORA
EM_01.04	FILETEADORA	EM_01.10	PRENSA CALANDRA / LISADORA
EM_01.04	PORCIONADORA DE PESCADO	EM_01.10	ENROLLADORA (POPE)
EM_01.04	SELLADORA	EM_01.10	BOBINADORA
EM_01.05	BATIDORA INDUSTRIAL	EM_01.10	CORTADORA
EM_01.05	DESHUESADORA / DESCAROZADORA	EM_01.10	MOTOSIERRA
EM_01.05	ENVASADORA GENÉRICA	EM_01.11	EQUIPO DE FLEXOGRAFIA
EM_01.05	ENVASADORA DE BOTELLAS Y BIDONES	EM_01.11	EQUIPO DE HUECOGRABADO
EM_01.05	ENVASADORA DE CAJAS Y BANDEJAS	EM_01.11	EQUIPO ROTOGRABADOR
EM_01.05	ENVASADORA FRASCOS Y POCILLOS	EM_01.11	EXTRUSORA
EM_01.05	MOLINO	EM_01.11	INYECTORA
EM_01.05	PRENSA	EM_01.11	SELLADORA - CORTADORA
EM_01.05	SELECCIONADORA	EM_01.11	SOPLADORA
EM_01.05	TROZADORA	EM_01.11	TRITURADORA
EM_01.06	ENVASADORA	EM_01.13	ALISADORA
EM_01.06	MOLEDORA DE GRANOS	EM_01.13	CILINDRADORA
EM_01.06	AMASADORA	EM_01.13	CIZALLADORA
EM_01.06	CORTADORA DE PASTAS	EM_01.13	CONFORMADORA DE PERFILES
EM_01.06	FORMADORA MASAS	EM_01.13	CORTADORA DE PLASMA
EM_01.06	LAMINADORA DE MASA	EM_01.13	CURVADORA DE PERFILES
EM_01.06	LAMINADORA FABRICACIÓN DE PASTAS	EM_01.13	DESENRROLLADORA
EM_01.06	MESA CORTE HALLULLAS	EM_01.13	DOBLADORA
EM_01.06	MEZCLADORA / REVOLVEDORA	EM_01.13	ESMERIL DE BANCO
EM_01.06	ÑOQUERA	EM_01.13	FRESADORA
EM_01.06	OVILLADORA MASAS	EM_01.13	PANTÓGRAFO
EM_01.06	REBANADORA DE PAN	EM_01.13	PERFORADORA MAGNÉTICA
EM_01.06	SOBADORA MASAS	EM_01.13	PERFORADORA RADIAL
EM_01.07	LAMINADORA (CORTADORA DE FIAMBRES)	EM_01.13	PLEGADORA
EM_01.07	SELLADORA DE ALIMENTOS	EM_01.13	PRENSA
EM_01.08	ENVASADORA DE BOTELLAS Y BIDONES	EM_01.13	PULIDORA
EM_01.08	ETIQUETADORA	EM_01.13	SLITTER O CORTADORA DE FLEJES
EM_01.08	LAVADORA DE ENVASES	EM_01.13	TALADRO DE BANCO
EM_01.08	LLENADORA	EM_01.13	TORNO CONVENCIONAL
EM_01.08	SELLADORA DE ENVASES	EM_01.13	TRONZADORA
EM_01.08	TAPADORA	EM_01.13	TROQUELADORA
EM_01.08	TRITURADORA DE FRUTA	EM_01.14	BETONERA / HORMIGONERA (TROMPOS)
EM_01.15	BELT LOADERS (CARGADOR DE CORREA AÉREO)	EM_01.14	CIZALLADORA
EM_01.15	PLATAFORMA DE MANTENIMIENTO AÉREA	EM_01.14	CORTADORA DE HORMIGÓN
EM_01.15	REMOLQUES Y DOLLIES (AÉREO)	EM_01.14	TRONZADORA DE METAL

Nota: Los estándares de seguridad desarrollados se encontrarán publicados en [www.achs.cl](http://www.achs.cl).

## **Descripción**

Cada estándar consiste de una matriz en la que cada fila corresponde a una medida de control. Además de la codificación propia del sistema informático que servirá de base para su difusión, con la que se identifica en las primeras columnas, se describe el agente material, el tipo de peligro y los riesgos asociados. A continuación se cita la medida de control adecuada al peligro y riesgo y la referencia normativa, nacional o internacional en que se ha basado.

Adicionalmente se agrega en las columnas finales una pregunta para verificar si la medida de control ha sido tomada y la forma de demostrar o verificar o evidencia.

En el Anexo B se adjunta un modelo de estándar de seguridad de máquinas.

Para fines prácticos y para simplificar el modelo, además de los 100 estándares desarrollados, se ha agregado un estándar de tipo general o transversal (Código EM-01-00) que es aplicable en forma genérica a cualquier tipo de máquina y es la base y complemento del resto de los estándares.

### **6.6. Resultado general**

Cuando se comienza el estudio de un problema técnico complejo para el que no se cuenta con una base de referencia, se debe suponer que por tratarse de un territorio desconocido siempre podemos realizar hallazgos de interés como resultado del proceso de investigación. Sin embargo, debemos mencionar que en este caso el descubrimiento de nuevas ideas, enfoques y metodologías ha sobrepasado por mucho las expectativas que el equipo de investigación tenía al inicio del proyecto.

Si bien es cierto el hallazgo de normas técnicas creadas por profesionales especialistas en los países desarrollados constituye por sí mismo el primer hallazgo importante, la existencia de instituciones técnicas en dichos países ocupadas permanentemente en proveer medios y recursos para garantizar la seguridad de las personas, así como el desarrollo de la ingeniería asociada, nos ilustra la verdadera brecha que existe entre la situación actual de nuestro país con relación al tema y el estado del arte a nivel internacional.

Con relación al trabajo de las universidades, observamos la ausencia de estas materias en el curriculum de formación de profesionales, técnicos e ingenieros en temas tan amplios como el diseño, el mantenimiento y la administración de la seguridad.

Cuando enunciamos el problema y relevancia en el inicio de este estudio, hemos afirmado que existen factores estructurales que contribuyen al problema de la ocurrencia de los accidentes graves con máquinas. El resultado de este estudio nos ha confirmado la veracidad de tales afirmaciones, es decir hemos verificado la ausencia de legislación y normativa nacional, la ausencia de interés sobre el tema por parte de las universidades, la ausencia de profesionales y especialistas en el tema y la ausencia de metodología adecuada para abordar el problema de la seguridad de máquinas.

En resumen, el primer hallazgo nos ha confirmado que el retraso que hay en el país con relación al tema es mayor de lo que se suponía al iniciar el proyecto, existiendo en la actualidad una brecha muy grande con relación a los países desarrollados e incluso con relación a algunos países vecinos.

A continuación se describirá los hallazgos relevantes realizados durante el desarrollo de la investigación.

### **A) Normas técnicas**

Durante el desarrollo de la investigación se encontró que la mayor parte de las máquinas analizadas cuentan con normas de seguridad para su diseño, operación y mantenimiento. Estas normas han sido elaboradas en los países de Europa o en Norteamérica y por lo general se encuentran en idioma inglés.

Estas normas han sido desarrolladas y mejoradas a través de muchos años mediante el trabajo de comités técnicos que reúnen a los principales especialistas y representantes del mundo del diseño, la fabricación y de las industrias que utilizan las máquinas en sus procesos.

Lo anterior permite que el conocimiento especializado y la experiencia generen estándares que finalmente son traspasados a los usuarios y a las autoridades fiscalizadoras, con el fin de continuar mejorando la gestión de la seguridad.

El estudio y análisis de este material técnico ha representado mucho valor para la creación de los estándares requeridos en Chile y que son el objetivo principal de este proyecto de investigación.

Las normas que se refieren a la seguridad de máquinas se clasifican en los siguientes tipos:

*Normas Tipo A* (Estándares básicos de seguridad): Establecen conceptos básicos, principios para el diseño y aspectos generales que pueden ser aplicados a las máquinas

*Normas Tipo B* (Estándares de seguridad genéricos): Se refieren a un aspecto de seguridad o un tipo de protección que puede ser usado en un amplio rango de máquinas

*Tipo B-1* Estándares sobre aspectos particulares de seguridad (por ejemplo: distancias de seguridad, temperatura de superficies, ruido)

*Tipo B-2* Estándares de protecciones (por ejemplo: controles de dos-manos, dispositivos de enclavamiento, resguardos)

*Normas Tipo C* (Estándares de seguridad de máquinas): Establecen requisitos detallados de seguridad particulares para una máquina o grupos de máquinas.

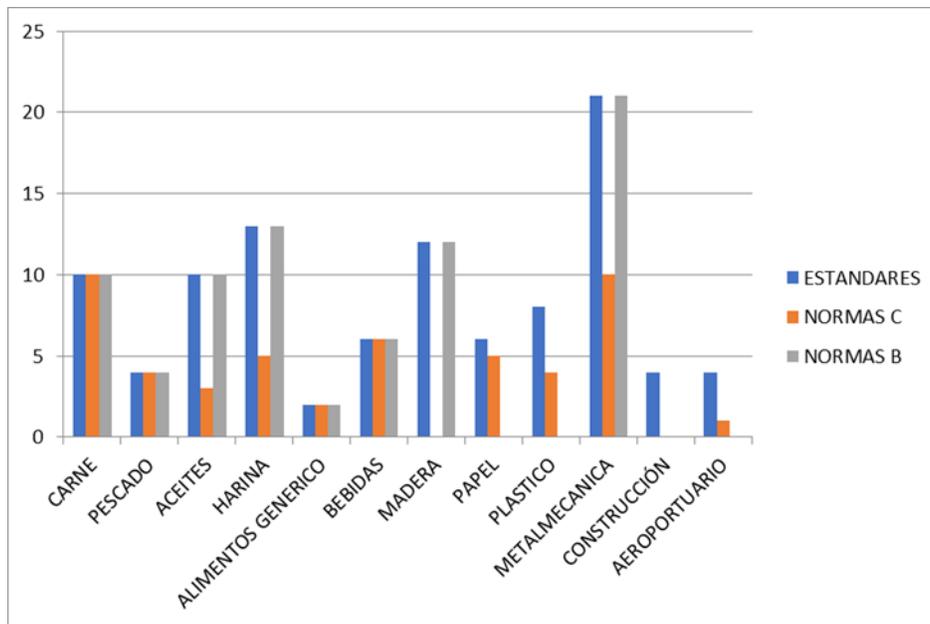


Gráfico N°2. Normas técnicas Tipo B y Tipo C por sector

El gráfico N°2 muestra las máquinas estudiadas por sector o industria (color azul) y las normas existentes: las Tipo C (color naranja) y las otras normas específicas de Tipo B y C) observándose que existe algún tipo de regulación formal para la gran mayoría de ellas.

Destacamos el valor que tiene aprovechar la experiencia de otros países para establecer estándares para la operación segura de máquinas en nuestro país.

Para el desarrollo de este estudio se utilizó a lo menos un total de 45 normas europeas (principalmente de Tipo C) y 25 normas específicas de Norteamérica, además de 10 normas ISO generales de seguridad de máquinas (Tipos A y B) y de los estándares contenidos en las legislaciones de Estados Unidos (OSHA 29 CFR 1910.212 y otras) y Brasil (NR-12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS Sistemas de segurança).

## B) El vocabulario técnico

El primer problema que se debe resolver antes de comenzar el estudio de cualquier problema es definir el significado de las palabras o términos utilizados para describir elementos y los conceptos relacionados con el tema en estudio.

En el caso de la seguridad de máquinas no existe en el país el conocimiento ni manejo del vocabulario que se requiere para referirse a las partes o sistemas de las máquinas, sus peligros ni las medidas de control. Esto ocurre a nivel de los profesionales de la ingeniería y de la prevención de riesgos, lo que hace muy difícil si no imposible la comprensión de las normas técnicas, que por lo general se encuentran en su gran mayoría en idioma inglés.

La comprensión de las situaciones y fenómenos relacionados con las máquinas, que ya han sido estudiados durante muchas décadas en los países desarrollados no es posible sin conocer las palabras específicas y especiales que describen tales situaciones y fenómenos, sistemas, mecanismos o buenas prácticas.

A continuación se incluye un breve glosario técnico que debe servir como ayuda para la comprensión de los estándares de operación de las máquinas estudiadas.

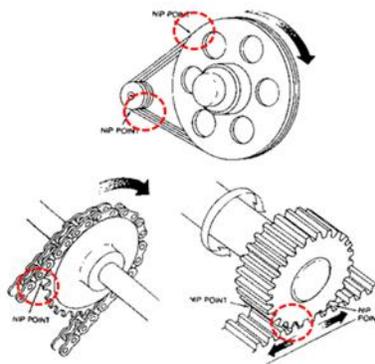
De la misma forma, el lenguaje técnico necesario para estudiar la seguridad de las máquinas y comprender los peligros y las medidas de control necesarias en las máquinas requiere el conocimiento y la experiencia en dibujo técnico, el manejo de planos, los dibujos y los diagramas. Por tratarse de cuerpos físicos tridimensionales, las máquinas requieren una descripción detallada de sus partes, zonas sistemas y subsistemas, lo que resultaría imposible e impreciso realizar sin la ayuda de este tipo de representaciones gráficas.

La solución de este problema es de largo plazo y debe comenzar con la incorporación de estas materias en las asignaturas de pregrado de las carreras de ingeniería. Sobre este tema también los Organismos Administradores (OA) deberían revisar y adaptar su oferta de cursos de capacitación a las empresas al lenguaje adecuado al mundo de las máquinas.

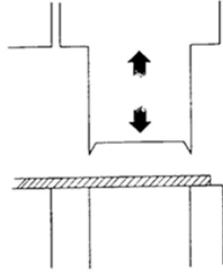
### **Glosario de palabras técnicas**

- Resguardo: Barrera física, diseñada como parte de la máquina para proveer protección (3.27. ISO 12.100)
- Resguardo fijo: Un resguardo instalado de tal forma (por ejemplo tornillos, pernos, soldadura) que solamente puede ser abierto o removido con el uso de herramientas o por la destrucción de los medios de fijación. (3.27.1. ISO 12.100)
- Resguardo móvil: Resguardo que puede ser abierto sin el uso de herramientas (3.27.2. ISO 12.100)
- Dispositivo de enclavamiento: Dispositivo eléctrico, mecánico u otro tipo de dispositivo que cuyo propósito es prevenir la operación de las funciones peligrosas de la máquina bajo las condiciones especificadas (por lo general mientras el resguardo no está cerrado). (3.28.1. ISO 12.100)
- Resguardo con enclavamiento (3.27.4. ISO 12.100): Resguardo asociado con un dispositivo de enclavamiento de forma que, junto al sistema de control de la máquina, se realizan las siguientes funciones:
  - las funciones peligrosas de la máquina “cubiertas” por el resguardo no pueden ser operadas hasta que el resguardo sea cerrado
  - si el resguardo está abierto mientras las funciones peligrosas de la máquina son realizadas, se da un comando de parada y
  - cuando el resguardo está cerrado, las funciones peligrosas de la máquina cubiertas por el resguardo puede operar (el cierre del resguardo no inicia por sí mismo las funciones peligrosas de la máquina).

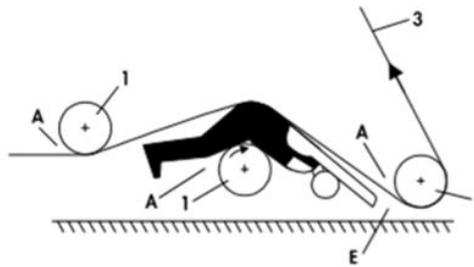
- Dispositivo de control de dos-manos: dispositivo de control que requiere a lo menos la activación simultánea por ambas manos a fin de iniciar y mantener las funciones peligrosas de las máquinas, proporcionando protección sólo a la persona que lo actúa. (3.28.4. ISO 12.100)
- Control de pie: Un mecanismo o dispositivo usado como un control de accionamiento. También se refiere a: pedal de pie, pedal, barra de pie. (3.21. ANSI B 11.0)
- Dispositivo sostener-para-partir: Dispositivo de control que inicia y mantiene las funciones de la máquina sólo mientras el control manual (actuador) es actuado. (3.28.3. ISO 12.100)
- Equipo de protección sensitiva (SPE): Equipo que detecta personas o partes de una persona que genera una señal adecuada al sistema de control para reducir el riesgo de las personas detectadas. (3.28.5. ISO 12.100)
- Dispositivo de protección optoelectrónica activa (AOPD): Dispositivo cuya función sensible es realizada por elementos optoelectrónicos que emiten y reciben que detectan la interrupción de la radiación óptica, generada dentro del dispositivo, por un objeto opaco presente en la zona de detección especificada. (3.28.6. ISO 12.100)
- Función de parada de emergencia (3.40. ISO 12.100): Función destinada a:
  - Evitar el surgimiento o reducir los peligros existentes para las personas, daño a la máquina o al trabajo en proceso y
  - Ser iniciada por una acción humana individual
- Punto NIP: Cualquier lugar donde una parte del cuerpo puede ser atrapado y lesionado, entre un miembro rotatorio de la máquina u otro miembro rotatorio o fijo, u otro material (in-running nip point, in-going nip point, 3.33. ANSI B 11.0).



- Punto PINCH: Zona o área en la que el cuerpo humano o parte de él está expuesto al peligro de aplastamiento (3.54. ANSI B 11.0)



- Punto de envolvimiento (Wrapping Point): Lugar peligroso donde el material en movimiento (tales como film, tela, alambres o cuerdas) son alimentados sobre partes móviles, tales como rodillos, cilindros o discos, que pueden causar atrapamiento de personas, partes del cuerpo o la ropa, si no se mantienen las distancias de seguridad. (3.7.2. EN 1037).



- Peligro: Fuente potencial de daño, lesión o enfermedad (3.6. ISO 12.100)
- Zona peligrosa: Cualquier espacio dentro y/o alrededor de una máquina en el cual una persona puede estar expuesta a peligro (3.11. ISO 12.100)
- Punto de operación: El lugar en la máquina donde se posiciona el material o la pieza de trabajo y donde el trabajo es realizado.(3.55. ANSI B 11.0)
- Riesgo residual: El riesgo que permanece después que han sido tomadas las medidas de reducción. (3.70. ANSI B 11.0)
- Operaciones normales: Es el uso de la máquina, equipo o proceso para realizar la función para la que fue diseñado. (3.21. ANSI Z 244).

### **C) Escasez y alto costo de las normas técnicas**

Con relación al tema se ha observado la ausencia de normas técnicas específicas (Tipo B o C) relacionadas con la seguridad de máquinas en nuestro país. Si bien es cierto existen algunas normas generales publicadas por el Instituto Nacional de Normalización en el año 2004, éstas se encuentran desactualizadas con relación a la evolución de las normas ISO equivalentes y por ser de tipo general (Tipo A, B) casi no entregan información práctica a un eventual lector sobre temas o máquinas específicas.

De acuerdo con lo realizado en este estudio, el precio promedio de una norma europea es de aproximadamente 85 Euros (US\$ 114) y de las normas de Estados Unidos US\$ 83. Una norma chilena tiene un precio aproximado de \$ 30.000 (CLP).

### **D) El rol de las instituciones reguladoras y fiscalizadoras**

#### **Sobre la fiscalización**

La Oficina Federal de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) publica cada año los resultados del período anterior, incluyendo los datos de las violaciones a la ley por parte de los empleadores o empresas por concepto de incumplimiento de los estándares de seguridad establecidos. Estas citaciones, infracciones o multas, que son de costo alto para las empresas, son cursadas durante el ejercicio de fiscalización que le corresponde a la autoridad. Con relación a las máquinas, las violaciones de los estándares relacionados corresponden al 17 % del total, siendo el tercero de mayor importancia detrás de la Protección de caídas de altura y los andamios y escalas (Ver Gráfico N°3) (6).

Estas violaciones corresponden al incumplimiento de estándares de seguridad, relacionados con el trabajo en máquinas (10 % por fallas durante trabajos de mantenimiento y 7 % por la carencia o falla de los sistemas de seguridad o medidas de ingeniería de las máquinas).

[Referencia (6) OSHA's Top 10 Most Cited Violations, 29 CFR 1910 OSHA General Industry Regulations, Enero de 2018.

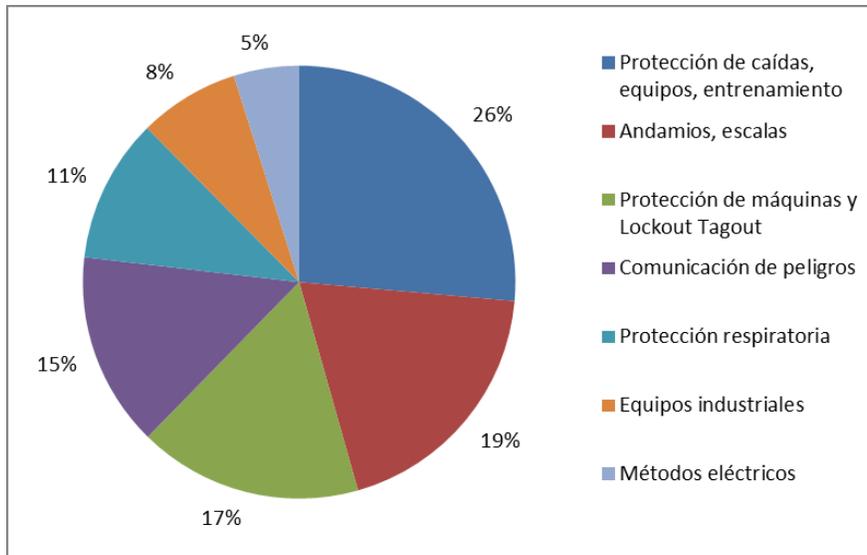


Gráfico N°3. Principales violaciones a los estándares de seguridad. Estados Unidos, 2017

En el caso de nuestro país, no se cuenta con este tipo de información, lo que refleja en primer lugar la falta o ausencia de estándares fiscalizables con relación a las máquinas. La ausencia de esta información impide focalizar el esfuerzo preventivo en aquellas áreas en las que se observan mayores debilidades. En el caso de la OSHA, esta estadística de incumplimiento se utiliza para planificar cada año los recursos necesarios para la fiscalización y prevención y el trabajo de los especialistas y de las empresas con el fin de evitar los accidentes.

### El problema observado

Con relación a la situación observada con relación a la fiscalización por parte de la autoridad competente en nuestro país llama la atención que ésta se realice sin el uso o la referencia de estándares técnicos. Como sabemos la legislación nacional sobre seguridad de máquinas es muy pobre y ambigua.

Por parte de las empresas, los usuarios de las máquinas, tampoco existe claridad con relación al tema técnico de fondo ya que muy pocas cuentan con recursos en áreas de ingeniería y los profesionales en prevención de riesgos por lo general no cuentan con las competencias técnicas necesarias para comprender el problema y cuáles debieran ser sus soluciones.

Como consecuencia de lo anterior ante una situación específica se produce un brecha importante entre la interpretación del fiscalizador y la del fiscalizado, generándose conflicto en algunos casos y en otros soluciones técnicas inadecuadas no alineada con las normas de seguridad de máquinas, es decir de la forma consensuada de resolver un problema

técnico. Finalmente a pesar del esfuerzo del fiscalizador y a la inversión o gasto de la empresa, los trabajadores no quedan protegidos.

En el caso de una fiscalización realizada por la autoridad competente, el rol del Organismo administrador (OAL) no es claro, por lo general no se involucra y la empresa cliente percibe desinterés por el problema que dio origen a la fiscalización.

Una situación similar ocurre cuando la fiscalización es realizada por el Organismo administrador (OAL), quién en la práctica no cuenta con estándares ni con autoridad para tomar acción ante una situación peligrosa para los trabajadores y sólo se debe limitar a realizar alguna recomendación, cuyo cumplimiento tampoco pareciera ser visto como obligatorio por parte de la empresa (Debemos recordar que entre el Organismo administrador y la empresa existe también una relación de tipo comercial).

### **Las buenas prácticas**

Considerando la distancia y las diferencias que existen entre las legislaciones de Norteamérica y la nuestra, es posible visualizar cómo se debería realizar una fiscalización sobre la seguridad de las máquinas adecuada y asertiva, que cumpla el objetivo de proteger eficazmente a los trabajadores.

Primero, quién fiscaliza cuenta con información sobre los estándares técnicos que debe cumplir una determinada máquina o equipo. La empresa fiscalizada también lo sabe, ya que esto se encuentra publicado en la ley.

Asimismo, el profesional en el área de seguridad que trabaja para la empresa también conoce el estándar, ya que para estar acreditado legalmente como tal requiere haber cursado y aprobado la materia específica relacionada con el estándar.

Segundo, una vez que se ha formalizado la violación del estándar por parte de la autoridad fiscalizadora es evidente para todos que se ha infringido la ley.

A continuación la autoridad fiscalizadora cursa una multa (que no es de bajo costo) y la empresa tiene un plazo breve para apelar o para buscar asesoría, que la autoridad fiscalizadora debe también proveer.

Finalmente en el mercado hay otros prestadores especializados que proveen soluciones técnicas aprobadas para resolver el problema técnico que dio origen a la fiscalización.

3) Como puede concluirse, la ausencia de estándares técnicos, precisos y fiscalizables no permite una gestión adecuada del riesgo ante una situación peligrosa en una máquina o equipo. Asimismo, la falta de claridad con relación a su responsabilidad en el caso de los Organismos administradores (OAL) así como la ausencia de estándares claros y de autoridad para tomar acción, finalmente lo resta lo aleja del problema.

## **Sobre la generación de los estándares de seguridad**

Con relación al origen de las regulaciones o de las leyes sobre la seguridad de las máquinas se destaca el trabajo que realiza la Oficina Federal de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA), que es responsable de la generación y la publicación de los estándares o reglas que deben ser cumplidos en el país.

Los estándares de seguridad aplicables a todo tipo de actividad que la OSHA publica, en general provienen de las normas de consenso, que son documentos extensos creados y actualizados en forma permanente por comités de especialistas en organizaciones como ANSI (American National Standards Institute), ASME (American Society of Mechanical Engineers), ASTM (American Society for Testing and Materials), NFPA (National Fire Protection Association), CGA (Compressed Gas Association), etc. y que son incorporadas en la ley como referencia y de los cuales la autoridad reguladora (OSHA) extrae o resume aquellos puntos específicos y críticos que serán exigibles en forma de ley.

Este modelo permite en la práctica traspasar el conocimiento y la experiencia de las partes interesadas o stake-holders hacia las leyes que deben establecer estándares que permitan a la autoridad competente primero regular y luego fiscalizar.

Si consideramos que la ley que creó la Oficina Federal de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) fue firmada por el Presidente de los Estados Unidos el 29 de diciembre de 1970, es decir casi dos años después de la publicación en Chile de nuestra Ley 16.744 podemos notar el gran éxito en el avance que se ha tenido en el campo de la regulación en comparación con el avance en materia de regulaciones en nuestro país.

Por contraparte y como un buen ejemplo en el uso de otros modelos para el desarrollo de regulaciones nacionales citamos el caso de los reglamentos de seguridad para control de la energía y los combustibles en nuestro país, cuya responsabilidad es del Ministerio de Energía y cuya legislación regulatoria ha progresado y se ha mantenido actualizada debido al trabajo técnico realizado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) y debido a que para la elaboración de los reglamentos técnicos de seguridad se ha realizado el ejercicio conceptual de utilizar como referencia las normas de consenso específicas de Norteamérica (u otras) e incorporarlas directamente como referencia y en forma de artículos en nuestra legislación (los reglamentos de seguridad), tal como hizo la OSHA a principio de los años setenta en los Estados Unidos. Como resultado nuestro país cuenta con una regulación de la electricidad y los combustibles moderna, actualizada y fiscalizable por parte de la autoridad.

En el escenario actual se destaca el hecho que en nuestro país sea un Organismo Administrador de la Ley 16.744, la Asociación Chilena de Seguridad, quién se encuentre promoviendo y colaborando con el desarrollo y la publicación de estándares de seguridad de máquinas.

## **E) La carencia de profesionales y especialistas en el tema**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación hemos debido conformar un equipo técnico de trabajo, con profesionales que tuvieran las competencias necesarias para desenvolverse adecuadamente en los temas técnicos relacionados. La dificultad para encontrar dichos profesionales en el medio local nos ha demostrado en forma práctica el efecto de una de las limitaciones estructurales que hemos mencionado anteriormente, como es la falta o ausencia de profesionales especialistas en la materia.

Esta realidad es muy cercana al mundo de las empresas productivas e incluso de los Organismos Administradores debido a que el perfil profesional de los profesionales Expertos en Prevención de Riesgos no permite contar con las competencias técnicas necesarias para resolver o hacerse cargo de manera efectiva del problema de la seguridad de las máquinas y como ya también se ha dicho, los profesionales de otras ingenierías tampoco han contado en su formación con los contenidos que les permitan interesarse o hacerse cargo de esta problemática.

Durante el desarrollo de nuestras visitas a plantas productivas en el contexto de este proyecto de investigación hemos compartido muchas conversaciones con profesionales a cargo de la seguridad, de la operación y del mantenimiento, siendo el común denominador su interés por ampliar sus competencias en la materia.

Lamentablemente en el medio nacional aún no se cuenta con recursos o una oferta que permitan entrenar o capacitar a los profesionales en esta materia y Organismos Administradores (OAL) tampoco cuentan en la actualidad con este tipo de programas o cursos específicos.

## **F) La ausencia de metodologías adecuadas para abordar el problema de la seguridad de máquinas**

A diferencia de otros temas específicos y críticos de interés para la seguridad y la salud ocupacional, que cuentan con protocolos y metodologías específicas y probadas como en los casos de TMERT, PREXOR y PLANESI el estudio y análisis sistemático de los peligros de las máquinas no cuenta con una metodología adecuada para evaluarlos y proponer medidas de control, a pesar que internacionalmente existen este tipo de herramientas.

Las normas de seguridad de máquinas tanto en Europa como en Norteamérica que en rigor representan el lenguaje técnico y la forma sistémica de observar los problemas relacionados con el diseño, la fabricación y la operación de las máquinas, se encuentran escritas en forma y fondo sobre la base de estos conceptos por lo que la comprensión de su espíritu, su forma y su fondo requiere conocer y manejar dichos lenguajes o modelos técnicos.

El modelo técnico general que establece la terminología básica, los principios y la metodología para conseguir seguridad en el diseño de las máquinas corresponde al

establecido por la norma ISO 12.100: 2010 Safety of Machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction.

En ausencia o desconocimiento de este tipo de métodos, los profesionales de Prevención de Riesgos han utilizado otros modelos de tipo general y no específicos para abordar el problema de las máquinas. Como era esperable, los resultados obtenidos de esta forma han sido muy débiles o definitivamente deficientes, lo que sin duda podemos correlacionar en forma lineal con la ocurrencia de accidentes graves y con los resultados estadísticos.

Es prioritario promover, difundir e impulsar estas metodologías y desarrollar este tipo de competencias en las universidades y organismos administradores (OAL), para una correcta comprensión de los métodos de ingeniería para resolver problemas de seguridad de máquinas.

### **G) Desinterés de los fabricantes, los representantes y los proveedores de máquinas en el país por generar estándares de seguridad**

Este proyecto de investigación consideraba inicialmente la participación de manera importante de las empresas que representan, fabrican o venden máquinas en nuestro país.

En general estas empresas han mostrado falta de interés en entregar información considerada sensible o para mostrar los productos y servicios que ofrecen en el mercado nacional.

A pesar de que esto es un objetivo que no ha sido cumplido por esta investigación, también puede ser considerado como un hallazgo. La aparente falta de interés también podría ser interpretada como el temor de las empresas que realizan la importación, la venta y/o la fabricación de máquinas, al encontrarse en una situación de negocio extremadamente vulnerable frente a la responsabilidad de la seguridad de sus propios clientes y de sus trabajadores y ante la eventualidad de que avances en la regulación impacten negativamente en sus negocios.

En general, sabemos que en Chile hay empresas que representan a muchos fabricantes de países desarrollados que cuentan con muy buenos niveles de tecnología y de seguridad en sus máquinas, pero también conocemos a muchas empresas productivas que por desconocimiento, por falta de políticas adecuadas o por el uso de políticas inadecuadas no ha considerado la seguridad como un elemento importante al desarrollar proyectos de inversión con adquisición de nuevas máquinas. Esto genera un mercado irregular que además representa una distorsión de la libre competencia, perjudicando probablemente por precio a los proveedores que sí consideran la seguridad como un atributo importante de los productos que comercializan.

## **7. CONCLUSIONES**

### **7.1. Sobre las hipótesis**

En base a los resultados de la investigación realizada, se ha demostrado que existen métodos o formas eficaces de controlar los riesgos de la operación de las máquinas identificadas. Como una demostración práctica, se adjunta cien estándares que deberán servir como referencia en el futuro para implementar planes de control de riesgos de máquinas en muchas empresas. Los resultados expuestos servirán como base para futuras investigaciones sobre la materia, especialmente desde el punto de vista metodológico.

Con relación a la segunda hipótesis, hemos comprobado que existen experiencias exitosas del control de riesgos en máquinas en otros países.

La información colectada y analizada durante el desarrollo de este proyecto ha mostrado que las sociedades con mayor desarrollo se han hecho cargo de forma efectiva del problema que representa el uso masivo de máquinas peligrosas de todo tipo.

Estas experiencias exitosas se encuentran descritas en una gran cantidad de normas técnicas de seguridad, que son el resultado de la intención declarada de no permitir que ocurran lesiones en todo tipo de actividad relacionada con las máquinas. En este contexto debemos comprender las normas como una forma en que las organizaciones humanas toman acuerdos sobre la forma aceptada o correcta de realizar alguna actividad.

También debemos considerar que estas experiencias exitosas han sido el fruto del trabajo social conjunto de las instituciones y de las empresas o gremios, demostrando que cuando se quiere resolver un problema, por difícil que parezca, sólo se puede lograr con la participación activa y comprometida de todas las partes involucradas, cuyo trabajo se ve reflejado en los innumerables comités técnicos que se encuentran trabajando en estos problemas desde hace décadas.

Con relación a la tercera hipótesis, la teoría del control o de la prevención de riesgos establece que todos los tipos de medidas de control existentes pueden clasificarse en dos categorías principales, aquellas medidas de control de tipo administrativo, también conocidas como barreras blandas y las medidas de control de ingeniería también conocidas como barreras duras.

Hasta ahora, sabemos que las estadísticas de accidentes graves muestran que no ha habido progreso en el problema de seguridad de máquinas en el país, por lo que se requeriría la implementación de estrategias nuevas o diferentes.

Las experiencias exitosas muestran que la solución al problema complejo de los accidentes asociados a la operación de máquinas se debe enfocar en el uso de medidas de control de riesgos de mejor calidad (o sea en la ingeniería) y no solamente en las medidas de tipo administrativo como ocurre hoy.

## 7.2. Sobre las preguntas

- Pregunta 1. ¿Cuáles deben ser los estándares de control de las 100 máquinas identificadas que garanticen el control de los riesgos en la operación de estas máquinas?

Durante el desarrollo de este proyecto se ha propuesto un estándar de control de riesgos por cada máquina identificada. Cada estándar está compuesto por varias medidas de control. En la valiosa conversación con los especialistas que ha seguido a estas proposiciones se ha analizado, depurado y validado cada medida de control y cada estándar, por lo que sabemos que la correcta implementación de los estándares resultantes son los que garantizarán el control de los riesgos de las máquinas.

En general los estándares de control deben estar basados principalmente en los modelos normativos de los países desarrollados, complementados en forma transversal por los modelos ISO y considerando la experiencia y el desarrollo tecnológico aportado por los fabricantes de máquinas.

- Pregunta 2. ¿Cómo se ha abordado la prevención de accidente en la operación de estas 100 máquinas identificadas, en otros países (donde se ha abordado el tema)?

Tal como se ha comentado con relación a la hipótesis correspondiente, entendemos que el problema de la prevención de accidentes en la operación de las máquinas identificadas se ha abordado de manera apropiada, de forma sistemática mediante el establecimiento de comités de trabajo formados por especialistas en cada materia y por las partes interesadas y con la debida interacción con las instituciones reguladoras del estado.

En nuestro país, la autoridad competente ha comenzado a enfocarse en la fiscalización y las partes interesadas, como los Organismos Administradores (OAL) en el estudio del problema y la generación de estándares de seguridad de máquinas. Entendemos que aún hay mucho camino que recorrer, pero es un desafío al que estamos todos llamados, en especial las universidades.

- Pregunta 3. ¿Qué prácticas de seguridad pueden y deben ser comprendidas, adaptadas y utilizadas en nuestro país para reducir o eliminar las lesiones graves y fatales causadas por las máquinas?

Más que una pregunta debemos entender esto como un desafío. Un nuevo desafío para la ingeniería chilena para comprender, adaptar y utilizar nuevas prácticas de diseño y administración que incorporen la seguridad como un objetivo fundamental. Este nuevo paradigma para el mundo del diseño de máquinas que debería guiar a la industria nacional.

Desde la perspectiva académica aparece ahora como evidente la incorporación de nuevas asignaturas de diseño y seguridad de máquinas y equipos, que consideren a las personas y su entorno y para las que ahora hay estándares y referencias que antes no existían.

Una nueva tarea pendiente de la ingeniería en Chile es agregar valor a los productos, lo que pasa por el diseño y también por la seguridad. Para definir un producto cualquiera

éste debe tener un atributo de seguridad, con el entorno y con las personas. El diseño de máquinas, equipos e instrumentos deberá llevar el sello de la seguridad.

La causa de esta situación ha sido nuevamente la falta de interés en participar en este tipo de proyecto por parte de las empresas adherentes a la Asociación Chilena de Seguridad y no ha sido posible contar invitaciones o autorizaciones para realizar este tipo de actividad.

### **7.3. Recomendaciones**

#### **Con relación a las normas técnicas**

La ausencia y el desconocimiento de normas de seguridad de máquinas representan uno de los principales obstáculos para la implementación de nuevas estrategias para abordar de manera formal el problema de las máquinas en el país.

El primer paso que debiera ser dado para avanzar en la estrategia país es instruir al Instituto Nacional de Normalización para actualizar, mejorar y difundir las normas chilenas existentes en la materia desde el año 2004, para lo que deberán crearse nuevos comités técnicos, formados por representantes de las partes interesadas y por los reales especialistas en la materia.

Una vez realizado lo anterior, el Instituto Nacional de Normalización debe complementar lo anterior mediante la traducción de otras normas internacionales en un marco de cooperación y creando nuevas normas chilenas que aporten al desarrollo del tema y a su vez permita a los particulares, instituciones y a la empresa privada, contar con normas técnicas adecuadas y de buena calidad para aplicar en sus procesos y desarrollos de ingeniería, en idioma español y a precios razonables.

Las autoridades competentes, los Ministerios de Salud y del Trabajo, los Organismos Administradores de la Ley 16.744 (OAL), las organizaciones gremiales de empresas, las Universidades, por mencionar sólo algunos, debieran ser los principales promotores y comunicadores para avanzar en esta dirección.

Los Organismos Administradores (OAL) y tal como se encuentra realizando en la actualidad la Asociación Chilena de Seguridad pueden colaborar en el desarrollo o validación de estándares aplicables y fiscalizables a partir de las normas técnicas.

Creemos que el gran vacío y retraso que observamos hoy día con relación a la seguridad de máquinas ha sido causado por deficiencias en nuestra institucionalidad, que no cuenta con autoridades que fiscalicen por ejemplo el mercado de las máquinas en el país.

Siendo esto una tarea pendiente, la publicación de los estándares de seguridad debería servir como una primera aproximación para permitir y facilitar el rol fiscalizador de las autoridades.

### **De la formación de profesionales en el área de técnica**

Sobre las deficiencias observadas con relación a la formación de profesionales del área de la Prevención de Riesgos en el tema de la seguridad de las máquinas, debe avanzarse en la formación y la especialización, considerando la difusión de materias como la física, mecánica de fluidos, transferencia de calor y electromecánica.

Los Organismos Administradores (OAL) deben revisar y actualizar la oferta de cursos de seguridad de máquinas para incorporar no sólo el vocabulario necesario acorde al estado del arte, sino que también enfocarse en los métodos que se utilizan para evaluar riesgos de las máquinas y la aplicación sistemática de la jerarquía de control y el diseño de medidas de ingeniería o barreras duras.

### **Con relación al programa de difusión**

La existencia de estándares de seguridad específicos por primera vez en nuestro país podría aportar de manera importante en el desarrollo de las instituciones y de la cultura de seguridad de máquinas. Por tal razón, la difusión de los resultados, los hallazgos y las conclusiones de este estudio debiera ser realizada hacia todas las partes interesadas.

- Las universidades y facultades que enseñan diseño de máquinas y equipos
- Las instituciones y escuelas de nivel técnico que enseñan el uso de máquinas y equipo definidos.
- Las empresas que realizan diseño de máquinas.
- El sector productivo y en especial las empresas que usan las máquinas y equipos definidos.
- Las autoridades, que pueden articular la institucionalidad y buscar las sinergias necesarias
- Los proveedores de máquinas en el país, importadores y fabricantes

## 8. REFERENCIAS

1. Decreto 594           Reglamento de condiciones sanitarias en lugares de trabajo
2. Decreto 132           Reglamento de seguridad minera
3. DAR 14 01            Seguridad operacional en el área de movimiento
4. DAP 14 05            Operación de aeronaves, circulación vehicular y tránsito de peatones en el área de movimiento del aeropuerto Arturo Merino Benítez (2005).
5. NCh 2929 Seguridad de máquinas – Principios para la evaluación de riesgos
6. NCh 2867 Seguridad de máquinas – Defensas – Requisitos generales para el diseño y construcción de defensas fijas y móviles.
7. NCh 2894 Seguridad de máquinas – Distancias de seguridad para impedir que las extremidades superiores alcancen las zonas peligrosas.
8. NCh 2895 Seguridad en máquinas - Distancias de seguridad para impedir que las extremidades inferiores alcancen las zonas peligrosas.
9. NCh 2854/1-2 Seguridad en máquinas – Conceptos básicos. Principios generales para el diseño.
10. ISO 12.100 Safety of Machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction
11. ISO 14120            Safety of Machinery – Guards – General requirements for the design and construction of fixed and movable guards.
12. ISO 13849            Safety of Machinery – Safety related parts system – Principles for design.
13. ISO 13857            Safety of Machinery – Guards safety distance to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs.
14. ISO 13850            Safety of Machinery – Emergency stop function – Principles for design.
15. ISO 4414 Pneumatic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components
16. ISO 4413 Hydraulic fluid power -- General rules and safety requirements for systems and their components
17. Seguridad y salud en la utilización de maquinaria, Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT

18. NR-12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS Sistemas de segurança, Brasil
19. UNE-EN 1672-1 Maquinaria para el procesado de alimentos. Conceptos básicos. Parte 1: Requisitos de seguridad
20. EN 415-1 Packaging machines safety - Part 1: Terminology and classification of packaging machines and associated equipment.
21. EN 1974 Aplica a máquinas cortadoras con movimiento deslizante de alimentación, laminadoras que se utilizan por ejemplo en tiendas, restaurantes, supermercados
22. UNE EN 16743 Maquinaria para el procesado de alimentos. Cortadora de lonchas automática. Requisitos de seguridad e higiene.
23. EN 12268 Maquinaria para la industria alimentaria. Sierras de cinta. Requisitos de seguridad e higiene
24. UNE-EN 12855 Maquinaria para el procesado de alimento. Cortadoras de plato giratorio (Cutters). Requisitos de seguridad e higiene
25. EN 12463 Maquinaria para el procesado de alimentos. Máquinas de rellenar y máquinas auxiliares. Requisitos de seguridad e higiene
26. UNE EN 12355 Maquinaria para el procesado de alimentos. Máquinas de descortezar, mondar o pelar. Requisitos de seguridad e higiene.
27. EN 13870 Maquinaria para el procesado de alimento. Máquinas para cortar porciones. Requisitos de seguridad e higiene.
28. EN 13288 Maquinaria para el procesado de alimentos. Máquinas elevadoras y volcadoras de artesas
29. UNE 58921 Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).
30. UNE-EN 1674 Maquinaria para el procesado de alimentos. Laminadoras de masa de panadería y repostería. Requisitos de seguridad e higiene.
31. UNE-EN 12041 Maquinaria para el procesado de alimentos. Moldeadoras. Requisitos de seguridad e higiene.
32. UNE-EN 13390 Maquinaria para el procesado de alimentos. Máquinas para pastelería. Requisitos de seguridad e higiene.
33. UNE-EN 13591 Maquinaria para el procesado de alimentos. Cargadoras de horno con plataforma fija. Requisitos de seguridad e higiene.

34. UNE-EN 453 Maquinaria para el procesado de alimentos. Amasadoras. Requisitos de seguridad e higiene.
35. UNE-EN 13954 Maquinaria para el procesado de alimentos. Máquinas rebanadoras de pan. Requisitos de seguridad e higiene.
36. UNE EN 1010 -1 Seguridad de las máquinas Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de impresión y transformadoras de papel. Parte 1. Requisitos comunes
37. UNE EN 1034-6 Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de fabricación y acabado del papel. Parte 6: Calandras
38. UNE EN 1010 -3 Seguridad de las máquinas Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de impresión y transformadoras de papel. Parte 3. Máquinas cortadoras
39. UNE EN 1034 -26 Seguridad de las máquinas Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de impresión y transformadoras de papel. Máquinas envasadoras en rollo
40. UNE EN 1034 -3 Seguridad de las máquinas Requisitos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de impresión y transformadoras de papel. Máquinas rebobinadoras y bobinadoras
41. EN 201 Plastics and rubber machines — Injection moulding machines — Safety requirements
42. EN 289 Plastics and rubber machines — Compression moulding machines and transfer moulding machines — Safety requirements
43. EN 12013 Plastics and rubber machines - Internal mixers - Safety requirements
44. EN 13418 Plastics and rubber machines — Winding machines for film or sheet — Safety requirements
45. EN 422 Plastics and rubber machines — Blow moulding machines — Safety requirements
46. EN 12012-1 Plastics and rubber machines. Size reduction machines. Safety requirements for blade granulators
47. EN 1114-1 Plastics and rubber machines. Extruders and extrusion lines
48. ISO 12643-1 Graphic technology — Safety requirements for graphic technology equipment and systems Part 1: General requirements
49. ISO 12643-2 Graphic technology — Safety requirements for graphic technology equipment and systems Part 2: Prepress and press equipment and systems

50. EN 415-1 Safety of packaging machines Part 1: Terminology and classification of packaging machines and associated equipment
51. EN 415-2 Safety of packaging machines Part 2: Pre-formed rigid container packaging machines
52. EN 415-10 Safety of packaging machines Part 10: General Requirements
53. EN 415-10-4 Safety of packaging machines Part 4: Palletisers and depalletisers
54. EN 415-10-6 Safety of packaging machines Part 6: Pallet wrapping machines
55. EN 12505 Food processing machinery - Centrifugal machines for processing edible oils and fats - Safety and hygiene requirements
56. EN 15467 Food processing machinery — Fish heading and filleting machines — Safety and hygiene requirements
57. EN 13871 Food processing machinery — Cubes cutting machinery — Safety and hygiene requirements.
58. EN 12347 Biotechnology. Performance criteria for steam sterilizers and autoclaves
59. EN 764-7 Pressure equipment. Part 7 – Safety systems for unfired pressure vessels
60. EN 1620 Biotechnology – Large-Scale process and production – Plant building according to the degree of hazards.
61. ANSI B 11.0 Risk Assessment and Safeguarding of Machinery
62. ANSI B 11.1 Machine Tools, Mechanical Presses – Safety requirements for construction, Care and Use
63. ANSI B 11.2 Machine Tools, Hydraulic Presses – Safety requirements for construction, Care and Use
64. ANSI B 11.3 Machine Tools, Power presses Brakes – Safety requirements for construction, Care and Use
65. ANSI B 11.4 Machine Tools, Shears – Safety requirements for construction, Care and Use
66. ANSI B 11.6 Machine Tools, Lathes – Safety requirements for construction, Care and Use
67. ANSI B 11.8 Machine Tools, Drilling, Milling and Boring Machines – Safety requirements for construction, Care and Use
68. ANSI B 11.10 Safety Requirements for Metal Sawing Machines
69. ANSI B 11.18 Safety Requirements for Machines Processing or Slitting Coiled or Non-coiled Metal
70. ANSI B11.21 Safety Requirements for Machine Tools Using Lasers for Processing Materials

71. ANSI B11.22 Safety Requirements for Turning Center and Automatic Numerically Controlled Turning Machines
72. ANSI B11.23 Safety Requirements for Machining Centers and Automatic Numerically Controlled Milling, Drilling and Boring Machines
73. ANSI O 1.1 Woodworking Machinery– Safety requirements
74. ANSI Z50.1 Bakery Equipment
75. ANSI Z53.1 Safety Color Code for Marking Physical Hazards
76. ANSI/PMMI B155.1 Safety Requirements for Packaging and Processing Machinery (Requisitos de seguridad para maquinaria de embalaje y procesamiento)
77. ANSI B175.1 Safety requirements for gasolina-powered Chain Saws
78. ANSI/PLASTICS B151.1 Safety Requirements for Injection Molding Machines
79. ANSI/SPI B151.5 Plastic Film And Sheet Winding Machinery - Manufacture, Care, And Use
80. ANSI B151.21 Plastics Machinery - Injection Blow Molding Machines - Safety Requirements for Manufacture, Care and Use
81. ANSI B151.15 Plastics Machinery - Extrusion Blow Molding Machines - Safety Requirements for Manufacture, Care, and Use
82. ANSI/RIA R15.06 Industrial Robots and Robot Systems –Safety Requirements
83. NSF/ANSI 170 Glossary of Food Equipment Terminology
84. NFPA 79 Estándar eléctrico para maquinaria industrial

## 9. ANEXO

Formato de un Estándar de seguridad de máquinas  
Componentes del modelo de estándar

CLASIFICACIÓN					
Código Agrupación de Peligros	Descripción Agrupación de Peligros	Código Agente Material	Nombre Agente Material	Peligro Especifico Asociado	Tipo potencial de accidente (SUSES0+ACHS)

Código de la agrupación de peligros indicada en la base paramétrica.

Corresponde al nombre de la agrupación de peligros definida en la base paramétrica.

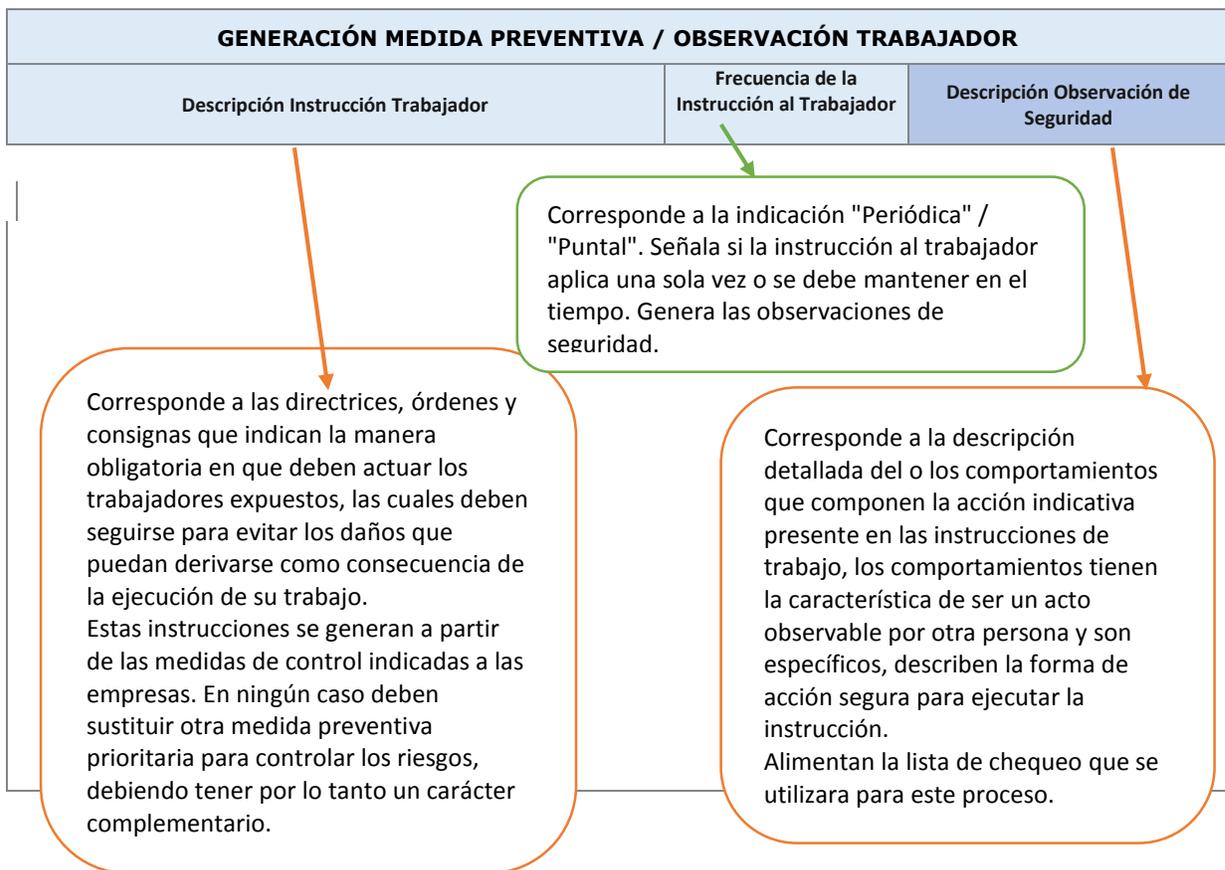
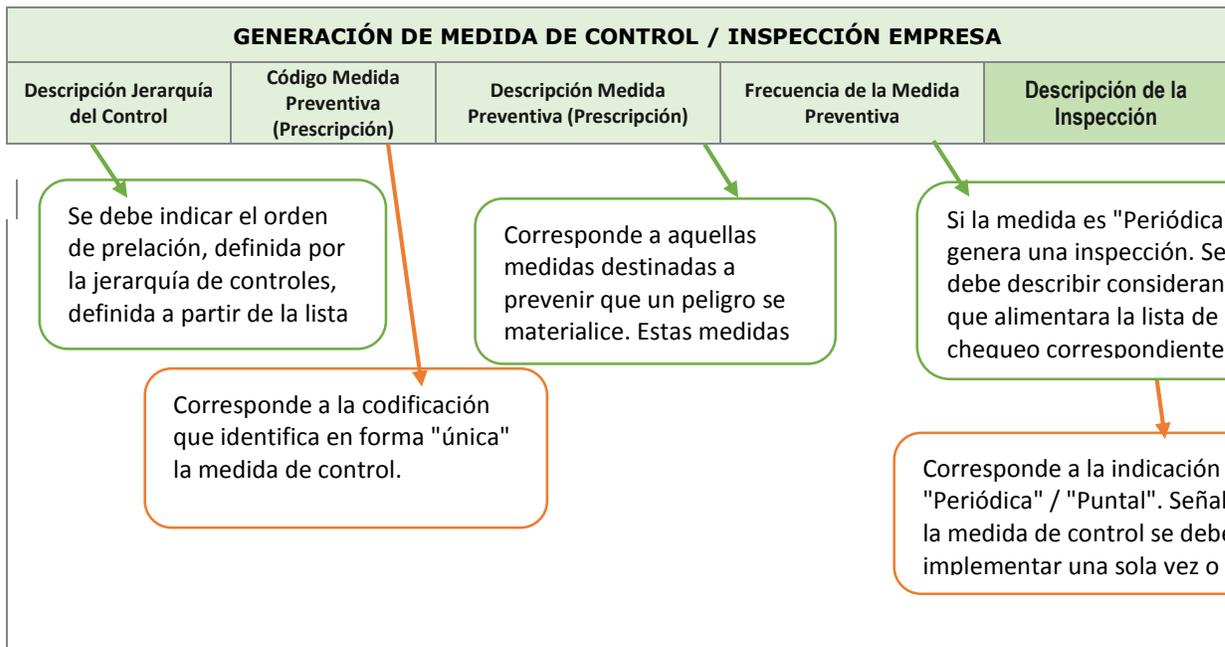
Corresponde al nombre del agente material indicado en la lista paramétrica.

Corresponde al nombre del peligros específico, relacionado a la medida de control genera (en

Corresponde al "tipo de accidente" más probable en el caso que se materialice el peligro.

REFERENCIA NORMATIVA, LEGAL O BIBLIOGRÁFICA	
Normativa Utilizada	Descripción Normativa Utilizada

Se indica el número o codificación de la "normativa legal/optativa" (nacional) utilizada para generar la medida de control. Separar con ";" cuando sea más de una.



PREGUNTA EVALUACIÓN DEL RIESGO		VERIFICACIÓN
Código Pregunta de Evaluación	Descripción Pregunta de Evaluación	Descripción Evidencia de cumplimiento
	<p>Corresponde a la pregunta que la plataforma mostrara a las organizaciones para evaluar el nivel de implementación de cada estándar de control. Considerando lo</p> <p>Identifica de manera única la pregunta de evaluación asociada a la medida de control. Corresponde a la medida de control en forma de pregunta.</p>	<p>Cada una de las medidas de control que formen parte del estándar debe ser objetivamente verificables. Para esto, se debe dejar claramente detallado los registros que suministren las evidencias objetivas necesarias.</p> <p>Esta información es la base para que los procesos de auditoria interna o externa puedan evaluar si el sistema implantado es el adecuado para alcanzar los objetivos.</p> <p>Los registros son una evidencia formal del cumplimiento de lo especificado; así, según la norma ISO 9000:2008 el registro es el “documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas”.</p>

ESPECIFICACIÓN MEDIDA DE CONTROL	
Descripción de la Capacitación	Descripción del Procedimiento
<p>Describe los contenidos que debe poseer la capacitación (curso/charla) indicada como medida de control.</p>	<p>Corresponde a la indicación de los contenidos mínimos que debe considerar el procedimiento de trabajo seguro.</p>

