



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

**USO DE DATOS EMPÍRICOS PARA
IDENTIFICAR MEJORES PRÁCTICAS Y
ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD
LABORAL EN EMPRESAS
CONSTRUCTORAS**

DIEGO EDUARDO ACUÑA WERNER

Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
LUIS FERNANDO ALARCÓN

Santiago de Chile, Julio, 2011

© 2011, Diego Acuña Werner



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

USO DE DATOS EMPÍRICOS PARA IDENTIFICAR MEJORES PRÁCTICAS Y ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD LABORAL EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS

DIEGO EDUARDO ACUÑA WERNER

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

LUIS FERNANDO ALARCÓN

SERGIO MATURANA

DEMETRIO VALENZUELA

VIVIANA FERNÁNDEZ

Para completar las exigencias del grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Julio, 2011

A mis padres por su apoyo,
a Camila por su confianza,
y a Baltazar para su futuro.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer al profesor Luis Fernando Alarcón, por haber confiado en mí en el desarrollo de este tema, como así también por todo el apoyo prestado cuando más lo necesitaba, lo que fue fundamental para no abandonar el desarrollo de este tema.

Al equipo de investigadores del GEPUC, especialmente a Sebastián Fuster, Sven Diethelm y Jaime Muro, por su apoyo en los temas relacionados directamente con la investigación y por el apoyo en materia laboral.

A la Doctora León, a Demetrio Valenzuela, a Michael Cisternas y a todo el equipo de la Mutual de Seguridad que nos apoyó en este trabajo. Más allá de proveer la información necesaria, fue indispensable su conocimiento específico, como así también el trabajo minucioso de asociar cada práctica de prevención a una variable en particular.

A Francisco Rosselot y Diego Campos, ya que sus conocimientos en base de datos fueron fundamentales para poder manejar toda la información disponible.

A mis padres por darme la oportunidad de avanzar más con mis estudios, y ser siempre un apoyo indispensable en todos los aspectos de mi desarrollo como persona.

Finalmente, pero no en menor importancia, a Camila y a Baltazar, por todo el amor entregado, y darle así un sentido a todo el trabajo emprendido.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. La Situación Actual.....	1
1.2. Motivación del Estudio	5
1.3. Objetivos	6
1.4. Impacto Esperado del Proyecto.....	7
1.5. Hipótesis General de Trabajo.....	8
1.6. Metodología Empleada	8
1.7. Estructura del Documento.....	10
2. Marco Teórico	12
2.1. Teorías sobre la Causa de los Accidentes	12
2.2. Identificación de las Variables más Relevantes a través del Tiempo	15
2.3. Integración de la Seguridad en el Sistema de Producción	19
3. Marco Legal Chileno	22
3.1. Ley N° 16.744 sobre Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales	22
3.2. Decreto Supremo N° 67	28
3.3. Las Mutuales en Chile.....	33
3.4. La Mutual de Seguridad de la CChC	34

4.	Metodología de Investigación.....	41
4.1.	Origen del Proyecto.....	41
4.2.	Metodología Empleada	41
5.	Resultados Obtenidos	48
5.1.	Estadísticos Descriptivos de la Muestra.....	48
5.2.	Impacto de cada Variable de Prevención sobre la Tasa de Accidentabilidad 74	
5.3.	Combinación de Prácticas de Seguridad	82
6.	Conclusiones.....	106
6.1.	Obtención y Procesamiento de la Información	106
6.2.	Estadísticas Descriptivas	107
6.3.	Desarrollo de Aplicación para Evaluar el Impacto de las Distintas Combinaciones de Prácticas de Prevención de Riesgos	108
6.4.	Confirmación de la Hipótesis de Trabajo.....	110
6.5.	Sugerencias para Estudios Posteriores	110
	BIBLIOGRAFIA	112
	A N E X O S	115
	Anexo A: Clasificación de Actividades de Prevención por Variables de Prevención	116
	Anexo B: Metodología para la obtención de la tasa de accidentabilidad desde la Base de Datos de la Mutual de Seguridad de la CChC	120

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1 - Cuadro comparativo de teorías sobre la causa de los accidentes	14
Tabla 3-1 - Valor correspondiente a un cierto grado de invalidez: Decreto Supremo N°67	29
Tabla 3-2 - Tasa de Siniestralidad por Invalideces y Muertes según el Promedio de Factores de Invalideces y Muertes según el Decreto Supremo N° 67.....	30
Tabla 3-3 - Porcentaje de Cotización Adicional según la Tasa de Siniestralidad Total del periodo	31
Tabla 5-1 - Valores significativos de la tasa de accidentabilidad desde 2005 a 2008.	48
Tabla 5-2 - Desviación estándar de la tasa de accidentabilidad de la muestra.....	49
Tabla 5-3 - Correlación con Año	53
Tabla 5-4 - Correlación con Masa Promedio Anual	55
Tabla 5-5 - Clasificación de empresas según el número de empleados.	56
Tabla 5-6 - Correlación Tasa de Accidentabilidad con Masa Laboral según clasificación de empresas por tamaño.....	61
Tabla 5-7 - Resultados test z para diferencias de medias de tasa de accidentabilidad entre tipos de empresas.....	62
Tabla 5-8 - Correlación con cantidad total de actividades de prevención al año	65
Tabla 5-9 - Resultados test z para diferencias de medias de tasa de accidentabilidad según cantidad de actividades de prevención anuales. Grupos con diferencias estadísticamente significativas.	68
Tabla 5-10 - Resultados para test z de diferencia de medias de cantidad de actividades de prevención al año según tipo de empresa por tamaño.....	71
Tabla 5-11 - Correlación entre la tasa de accidentabilidad y la cantidad de actividades de prevención, por tipo de empresa según tamaño	72
Tabla 5-12 - Matriz de realización de actividades y ocurrencia de accidentes por tipo de empresa según tamaño	72
Tabla 5-13 - Test Z de diferencia de medias de tasa de accidentabilidad de empresas que realizan actividades de prevención versus aquellas que no	79
Tabla 5-14 - Ratios de efectividad promedio por tamaño de empresa.....	94

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-1 - Evolución Tasa de Accidentabilidad Mutualidades. 1970-2009. Fuente: Informe Final CST.....	2
Figura 1-2 - Gasto acciones preventivas, Mutualidades. 2000-2009 (\$ 2009). Fuente: Informe Final CST.....	2
Figura 1-3 - Mortalidad por accidentes de trabajo y trayecto. Fuente: Informe Final CST.....	3
Figura 1-4 - Tasas de accidentabilidad internacionales. 2006. Fuente: Informe Final CST.....	4
Figura 1-5 - Tasa de mortalidad accidentes del trabajo y trayecto por sector económico (2009). Fuente: Informe Final CST.....	4
Figura 1-6 - Diagrama de flujo de la metodología empleada.....	9
Figura 3-1 - Enfoque tridimensional al cliente.....	36
Figura 3-2 - Impacto de la Prevención en la empresa.....	37
Figura 3-3 - Evolución del enfoque de la Prevención dentro de la Mutual.....	38
Figura 3-4 - Sistema de Gestión PEC.....	39
Figura 5-1 - Tasa de accidentabilidad por año de registro. Distribución de los datos.....	49
Figura 5-2 - Tasa de accidentabilidad por año de registro. Dispersión bajo TA = 20.....	50
Figura 5-3 - Comparación de tasas promedio anuales, promedio empresas versus ponderada por masa.....	52
Figura 5-4 - Tasa de Accidentabilidad versus Masa Promedio Anual.....	54
Figura 5-5 - Distribución de empresas según tamaño.....	56
Figura 5-6 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para Microempresas.....	57
Figura 5-7 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para empresas Pequeñas.....	58
Figura 5-8 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para empresas Medianas.....	59
Figura 5-9 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para empresas Grandes.....	60
Figura 5-10 - Tasa de accidentabilidad promedio por tamaño de empresa.....	62
Figura 5-11 - Gráfico de dispersión de la tasa de accidentabilidad según cantidad de actividades de prevención en un año.....	64
Figura 5-12 - Porcentaje de empresas que realizan actividades de prevención ligadas a la Mutual de Seguridad.....	66
Figura 5-13 - Porcentaje de empresas que registraron al menos un accidente en un año, separado por la realización de actividades de prevención ligadas a la Mutual de Seguridad.....	67
Figura 5-14 - Tasa de accidentabilidad promedio agrupada en rangos de cantidad de actividades de prevención anuales con diferencias estadísticamente significativas entre ellos.....	69
Figura 5-15 - Tasa de accidentabilidad promedio según cantidad de actividades de prevención al año por tamaño de empresa.....	70
Figura 5-16 - Porcentajes relativos de cada uno de los tipos de empresa, según su situación de actividades y accidentes.....	73

Figura 5-17 - Tasa de accidentabilidad al presentar o no actividades de prevención	75
Figura 5-18 – Efectividad de las actividades de prevención.....	76
Figura 5-19 - Tasa de accidentabilidad al realizar o no actividades de prevención en registros con accidentes.....	77
Figura 5-20 - Efectividad de las actividades de prevención sobre empresas que han sufrido accidentes.....	78
Figura 5-21 - Impacto de las variables de prevención sobre la tasa de accidentabilidad según el tamaño de la empresa.....	80
Figura 5-22 - Desviación estándar dentro de los registros de empresas que realizan ciertas actividades de prevención, según tamaño de empresa	81
Figura 5-23 - Gráfico Tornado sobre la tasa de accidentabilidad de cada combinación versus la tasa de accidentabilidad promedio	83
Figura 5-24 - Distancia de la tasa de accidentabilidad por grupo y porcentaje de presencia de variables	84
Figura 5-25 - Combinaciones de variables de prevención con al menos 30 registros	85
Figura 5-26 - Análisis por el Método de los Grupos para registros con una sola variable	87
Figura 5-27 - Elección de las combinaciones de mayor impacto marginal, etapa 2.....	89
Figura 5-28 - Elección de las combinaciones de mayor impacto marginal, etapa 3	90
Figura 5-29 - Método de los grupos analizado según tamaño de empresa	92
Figura 5-30 - Líneas de tendencia de la accidentabilidad de los grupos por tamaño de empresa	93
Figura 5-31 - Elección de variables de prevención según impacto marginal, por tamaño de empresa	95
Figura 5-32 - Árbol de clasificación utilizando el algoritmo CHAID exhaustivo sobre la tasa de accidentabilidad, según la presencia de las variables de prevención de riesgos identificadas.....	97
Figura 5-33 - Tasa de Accidentabilidad promedio de nodos terminales con algoritmo CHAID exhaustivo	98
Figura 5-34 - Comportamiento de la tasa de accidentabilidad para cada ruta, y relación entre estas.....	100
Figura 5-35 - Árbol de clasificación utilizando algoritmo CHAID exhaustivo sobre empresas grandes.	104
Figura 5-36 - Árbol de clasificación utilizando el algoritmo CHAID exhaustivo para empresas medianas.	105

RESUMEN

En Chile, las mutualidades de seguridad son organizaciones sin fines de lucro que administran un seguro que tiene cobertura técnica, médica y económica para empresas de todas las áreas económicas. En los últimos 40 años estas instituciones han contribuido a reducir los accidentes en la economía chilena a 1/5 del inicial. Durante los años, han introducido cientos de métodos y prácticas para prevenir y mitigar los accidentes, sin embargo, hay poca evidencia de la eficacia de los métodos individuales o combinados utilizados en las empresas para gestionar las cuestiones de seguridad. Esta tesis explora el uso de métodos de análisis matemático para identificar los componentes de las estrategias de gestión de efectivas aplicadas por las mutualidades en las empresas de la construcción.

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión de la literatura para identificar las variables más importantes que influyen en el desempeño de seguridad de las empresas de construcción, donde se identificaron 16 variables. Luego, se estudió el marco legal chileno con el fin de establecer cómo se aplica a la prevención, y cuál es el papel de las mutuales de seguridad. Con esta información, una muestra de más de 1100 empresas de construcción, y 221 los distintos métodos y prácticas aplicadas en estas empresas fue analizada para determinar su eficacia en la reducción de las tasas de accidentabilidad en un período de 4 años. Se utilizaron diferentes métodos para analizar esta enorme base de datos, que incluyen: análisis visual de la información graficada, análisis estadísticos, y varias técnicas de minería de datos. Por último, se desarrollaron dos métodos para analizar el efecto de diferentes combinaciones de prácticas de seguridad.

El análisis de desempeño de seguridad y del efecto de las prácticas combinadas permitió la identificación de tendencias, del impacto individual y combinado de las prácticas, y la selección de métodos de análisis que tienen el potencial para apoyar el diseño de estrategias de gestión de seguridad en el futuro cercano.

Palabras Claves: Construcción, Gestión de la Seguridad, Seguridad Laboral, Contratación Relacional

ABSTRACT

In Chile, “Safety Mutuals” are nonprofit organizations that manage insurance with technical, medical and economic coverage to companies in all the economic areas. In the last 40 years this institutions have helped to reduce accidents to 1/5th in the Chilean economy. Over the years they have introduces hundreds of methods/practices to prevent and mitigate accidents, however, there is little evidence of the effectiveness of individual or combined methods used in companies to manage safety issues. This thesis explores the use of mathematical analyses methods to identify the components of effective management strategies applied by a safety management organization in construction companies.

First of all, a literature review was made to identify the most significant variables that influence in safety performance of construction companies, identifying 16 variables. Then, the Chilean legal framework was studied in order to establish how it applies to prevention, and what the role of Safety Mutuals is. With this information, a sample of over 1100 construction firms, and 221 individual methods/practices applied in these companies was analyzed in order to identify their effectiveness in reducing injury rates over a period of 4 years. Different methods were used to analyze a massive database including: visual analysis of graphical information, statistical analyses, and several data mining techniques. Finally, two methods were developed to analyze the effect of different combinations of safety practices.

The analysis of safety performance and associated safety practices allowed the identification of trends, individual and combined impacts of methods and the selection of analysis methods that have the potential to support the design of safety management strategies in the near future.

Keywords: Construction, Safety Management, Job Security, Relational Contracting

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La Situación Actual

El jueves 5 de agosto de 2010, un derrumbe dejó atrapados a 33 mineros a 700m de profundidad en la mina San José, ubicada 30 km al noroeste de la ciudad de Copiapó. Luego del mayor y más exitoso rescate de la historia mundial, los 33 mineros fueron traídos a la superficie luego de pasar 70 días bajo tierra. Este rescate se constituyó así en uno de los eventos de mayor cobertura mediática de los últimos tiempos, con más de 1.000 millones de telespectadores alrededor del mundo.

Pero este accidente significó también el poner sobre el tapete el tema de la seguridad laboral, y la manera en que esta es abordada no sólo a nivel país, sino que a nivel mundial. A raíz de este accidente el Gobierno de Chile encargó la creación de una comisión presidencial para estudiar el tema de la seguridad laboral en el país. Entre otras cosas, la variación que ha tenido la tasa de accidentabilidad a nivel nacional durante el último tiempo, y cómo se relaciona esta con el gasto en prevención que han tenido las Mutualidades.

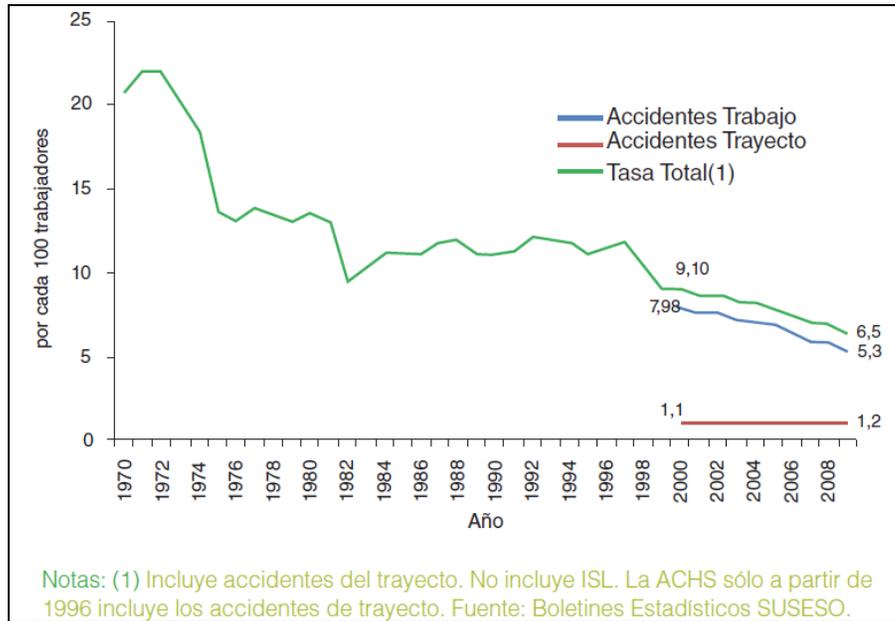


Figura 1-1 - Evolución Tasa de Accidentabilidad Mutualidades. 1970-2009. Fuente: Informe Final CST.

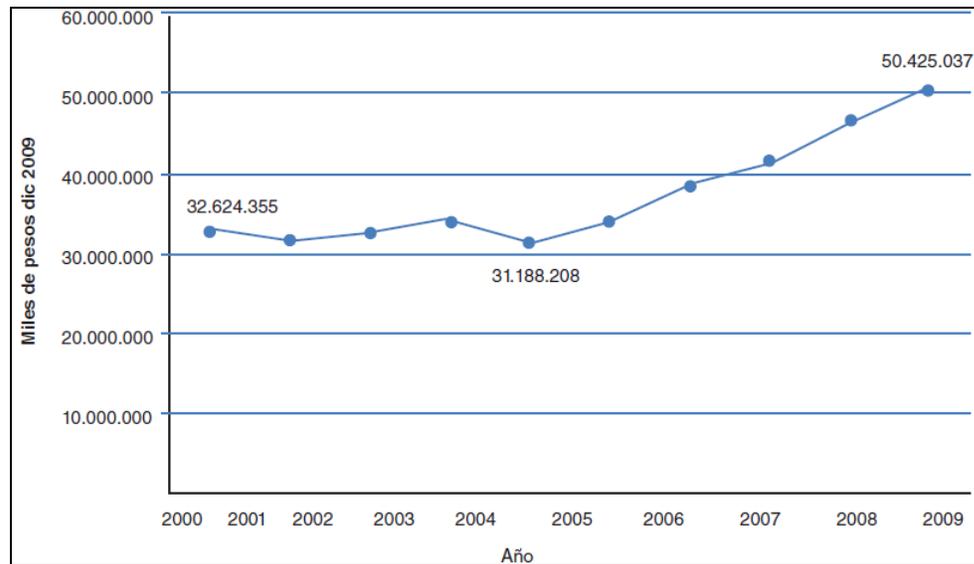


Figura 1-2 - Gasto acciones preventivas, Mutualidades. 2000-2009 (\$ 2009). Fuente: Informe Final CST

En estos gráficos es posible apreciar que la tasa de accidentabilidad ha ido decreciendo en el último tiempo a la vez que ha aumentado el gasto en prevención de las Mutualidades. Sin embargo, en este informe se declaran como insuficientes los resultados que han tenido estas actividades de prevención, de acuerdo a la cantidad de recursos invertidos. Un claro ejemplo de esta situación, es que desde el año 2006 al año 2009 ha incrementado año a año el número de fallecidos en accidentes de trabajo, manteniéndose la tasa de mortalidad casi constante en este periodo, como se aprecia a continuación.

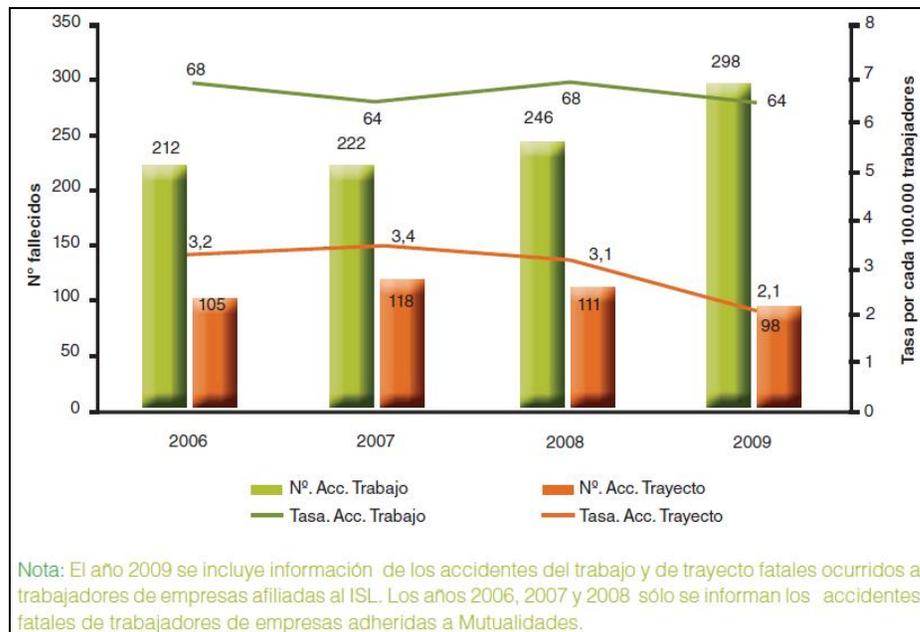


Figura 1-3 - Mortalidad por accidentes de trabajo y trayecto. Fuente: Informe Final CST.

Asimismo, se hace hincapié en las enormes diferencias que existen entre nuestro país con los países más desarrollados, lo que da testimonio de la posibilidad que existe de avanzar en esta materia.

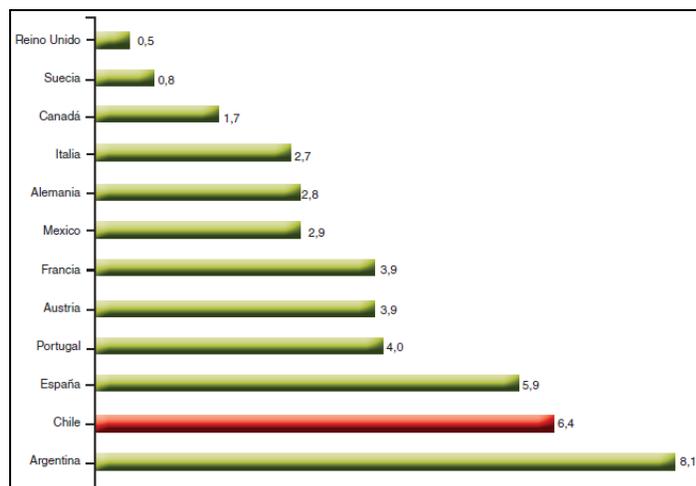


Figura 1-4 - Tasas de accidentabilidad internacionales. 2006. Fuente: Informe Final CST

Dentro de esta realidad, el sector de la construcción es uno de los que presentan los peores resultados, con una tasa de mortalidad superior al promedio nacional, y superado solamente por los sectores de la Minería y de Transportes y Telecomunicaciones, como se aprecia en el siguiente gráfico.

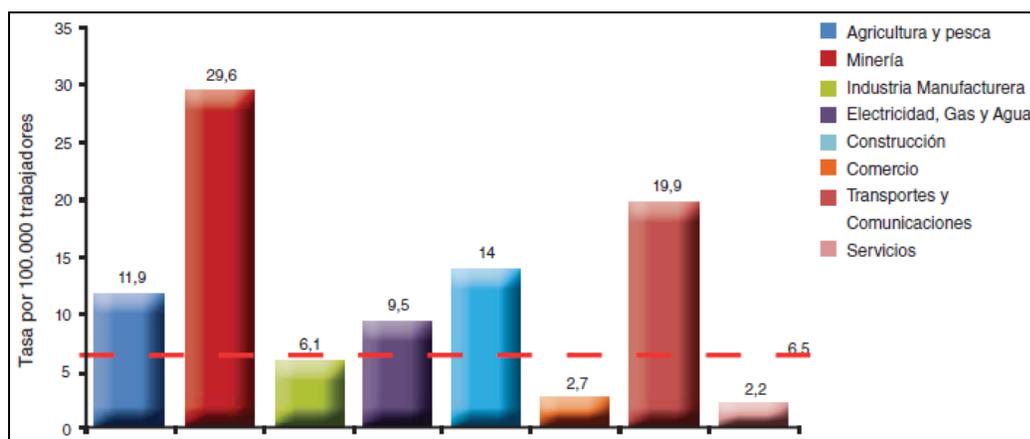


Figura 1-5 - Tasa de mortalidad accidentes del trabajo y trayecto por sector económico (2009). Fuente: Informe Final CST.

1.2. Motivación del Estudio

El citado Informe Final de la Comisión de Seguridad en el Trabajo presenta una serie de propuestas para mejorar la situación actual. Dentro de las propuestas que se presentaron, cabe destacar las siguientes:

“Establecer un proceso para definir, revisar y actualizar periódicamente normas de seguridad y salud laboral de acuerdo a riesgos del sector respectivo, características de las empresas, y la realidad regional.”

“Incentivar la autoevaluación y planes de mejora voluntarios de las empresas en materias de seguridad y salud ocupacional.”

“Permitir la externalización del servicio de prevención de riesgos, cuando la empresa así lo requiera.”

“Establecer convenios de adhesión de las empresas con las Mutuales que incluyan una descripción de los servicios de prevención que la entidad se obliga a prestar.”

“Se propone evaluar tres cambios a la organización de la industria:

a. Bajar el requisito de 20.000 trabajadores que se exige a los gremios que patrocinan la formación de una Mutual, y eliminar la obligación de las Mutuales de desarrollar infraestructura médica propia.

b. Autorizar a las empresas para que compren el servicio de prevención con otras entidades especializadas, distintas a las entidades administradoras del seguro, usando para ello parte de la cotización del seguro.

c. Permitir que las compañías de seguro de vida ofrezcan el seguro de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.”

“Estudiar cambios a la forma de fijación de primas del seguro de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, con el objeto principal de estimular la inversión de las empresas en prevención.”

Estas propuestas se pueden agrupar en tres directrices principales; (1) el reconocer a la Prevención como una herramienta poderosa a la hora de reducir los accidentes laborales; (2) reconocer que las empresas de distintos sectores, tamaños o regiones poseen características que hacen que la seguridad laboral se deba afrontar de manera distinta en cada una de ellas, y; (3) que las Mutualidades deben jugar un rol fundamental en la prevención de accidentes, y el sistema actual no es necesariamente el más adecuado.

Estas directrices apuntan en la misma dirección que los estudios más recientes sobre seguridad laboral, en donde se ha intentado buscar los principales factores que influyen en la ocurrencia de accidentes. Sin embargo, esta información está aún muy agregada, por lo que hace falta buscar los factores (o combinaciones de

factores) que influyen en las distintas empresas de los distintos sectores de la industria. Dicha información se encuentra principalmente almacenada en los sistemas de datos de las Mutuales, la que ha sido recolectada sin tener este fin presente.

Finalmente, la motivación más profunda para encarar este desafío es que cada una de las cifras mostradas anteriormente se traduce en una persona que ha sufrido un accidente. Esto no sólo conlleva pérdidas para la empresa, sino que peor aún, son muchas veces las vidas de familias enteras las que se ven afectadas por este tipo de accidentes. Por tanto, cualquier aporte que ayude a reducir la accidentabilidad laboral, va en directa ayuda de las personas que trabajan y de sus familias, con lo que se consigue una sociedad más justa, que cuida a cada uno de los suyos.

1.3. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es identificar el impacto de las diversas estrategias de prevención de riesgos para los distintos tipos de empresas de construcción. Se espera que con esto se sea capaz de:

- Identificar herramientas y estrategias altamente efectivas para la prevención de riesgos y salud ocupacional en empresas de construcción y plantas manufactureras.
- Desarrollar un sistema que apoye el diseño de estrategias óptimas para la prevención de riesgos a nivel de empresas y proyectos específicos basado en datos empíricos.
- Disminuir la tasa de accidentabilidad y de incidentes en la industria de la construcción y manufacturera nacional.

Para esto, se espera alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar modelos predictivos que permitan predecir el desempeño de indicadores de seguridad y prevención de riesgos en empresas de construcción y plantas de producción basado en datos empíricos.

- Evaluar el impacto individual de herramientas de prevención de riesgos, su impacto combinado (estrategias) y la secuencia óptima de implementación de las herramientas que componen una estrategia de prevención de riesgos.

1.4. Impacto Esperado del Proyecto

En el corto plazo se espera que este proyecto en particular genere un avance importante en la línea de investigación en la que se enmarca, permitiendo a los futuros investigadores avanzar más rápido en la identificación de las variables más relevantes en la prevención de riesgos al contar con el suficiente respaldo estadístico, y por otro lado en reducir considerablemente el tiempo empleado en el análisis estadístico correspondiente.

En el mediano plazo se espera que este proyecto permita a la Mutual el descubrir la calidad de sus datos y qué datos son los de mayor relevancia, de modo de limpiar su toma de datos y asegurarse que los datos que se recolecten son de calidad, de modo de que, con esta misma herramienta o alguna otra, sean capaces de sacar conclusiones acertadas y de peso.

Finalmente, el mayor impacto esperado es a largo plazo y generado por el esfuerzo íntegro de la investigación donde se enmarca este proyecto. Se espera que esta herramienta sea generadora de un conocimiento que hoy en día no se tiene sobre prácticas de gestión de seguridad. A su vez, llevar a una optimización del negocio mismo de la Mutual, permitiéndole enfocarse en lo que esta herramienta arroje como lo que son las prácticas de mayor impacto en la prevención de riesgos. Finalmente, esto se traduce en un aumento de la seguridad en los proyectos de construcción, que como es de esperarse, tiene un impacto sumamente importante no sólo para la Mutual y las empresas, sino que también para los trabajadores y sus familias.

1.5. Hipótesis General de Trabajo

Es posible desarrollar una metodología para evaluar el impacto combinado de distintas prácticas de prevención de riesgos en base a datos empíricos, y que permita usar esta información para apoyo en la toma de decisiones sobre seguridad laboral, reconociendo las diferencias entre los distintos tipos de empresas.

1.6. Metodología Empleada

Este estudio se ha desarrollado en tres etapas: la etapa de revisión bibliográfica, que consistió en el análisis bibliográfico para identificar las principales variables que se destacan en la literatura por su impacto en la prevención de riesgos; una segunda etapa de recolección y análisis de información, en la que se adecuó la base de datos para posteriores análisis; y una tercera etapa de desarrollo y prueba de metodologías para la identificación de las estrategias óptimas de prevención de riesgos.

Para una mayor comprensión de la metodología empleada, se ha creado el siguiente diagrama de flujo, en el cual se separa cada una de las etapas antes mencionadas, y los procesos de cada una de estas etapas mantienen un orden cronológico.

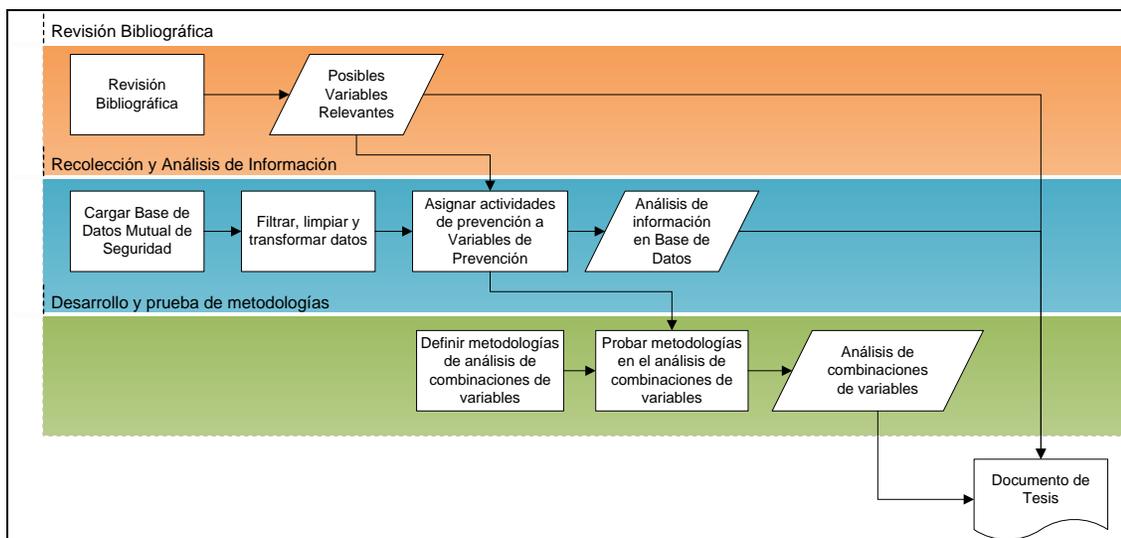


Figura 1-6 - Diagrama de flujo de la metodología empleada.

La primera etapa abarcó el proceso de la revisión bibliográfica de las investigaciones más relevantes sobre seguridad laboral. En primer lugar, se identificaron las principales teorías sobre la ocurrencia de los accidentes, para tener una mejor comprensión sobre este fenómeno. Posteriormente, se abarcaron las investigaciones que plantean cuales son las principales variables que influyen en la prevención de riesgos, y como la presencia de estos factores disminuye la frecuencia de ocurrencia de accidentes. Por último, se hace una breve descripción del marco legal chileno, de modo de entender cómo opera la legislación en el país, y qué rol cumplen en él las Mutualidades. Todos estos antecedentes dieron como fruto un listado de las principales variables a buscar dentro de las actividades de prevención que se realizan en las empresas nacionales sobre las que se tenía información.

Una segunda etapa que comenzó en paralelo con la primera es la relacionada con el manejo de la información disponible. Para esto, se contaba con el Data Mart de Seguridad y Salud Ocupacional de una de las Mutualidades de este país, el cual debió ser cargado para su análisis. Esto implicó un profundo proceso de filtrado y

limpieza de la información, eliminando información redundante, de mala calidad o incompleta. Por último, y para tener resultados más estadísticamente significativos, se procedió con la clasificación de las actividades de prevención que se encontraban en el Data Mart de acuerdo a las principales variables encontradas en la etapa anterior. Finalmente, con la información ya disponible para su análisis, se procedió a realizar una minería de datos sobre esta información, y así caracterizarla de acuerdo a su composición, vale decir, identificar la composición según los tamaños de las empresas que conforman la información, la accidentabilidad de cada tipo de empresa, la evolución anual de la accidentabilidad, entre otros indicadores.

Por último, en lo que se podría decir es la etapa central de este estudio, se procedió con el desarrollo y posterior prueba de dos metodologías para el análisis de combinaciones de prácticas de seguridad. Dos fueron las metodologías desarrolladas, las cuales luego fueron aplicadas sobre el total de la información disponible, entregando resultados consistentes entre ambas, además de las ventajas particulares de cada método. Todo esto se encuentra analizado, comparado y resumido en lo que son los resultados principales de este documento.

Finalmente, toda la experiencia y los resultados obtenidos han sido consolidados en este único documento, que tiene como objetivo el conocimiento y divulgación de estas nuevas metodologías.

1.7. Estructura del Documento

El presente documento está dividido en 6 capítulos. En el capítulo 1 se plantea la situación que motivó la realización del estudio, cuáles son los objetivos y el alcance de este, y la metodología de investigación empleada.

En el capítulo 2 se realizó un análisis bibliográfico tanto de las principales teorías de las causas de los accidentes como así también una recopilación de las principales variables que tienen influencia en la ocurrencia de accidentes en la industria de la construcción.

El capítulo 3 corresponde a un resumen del marco legal chileno, resumiendo y destacando las principales materias relevantes de la ley que regula el sistema previsional chileno, como así también la existencia de las Mutualidades. Este resumen permite comprender el rol que juegan estas instituciones en el país, y de qué manera la información recopilada por ellas fue de gran utilidad en este trabajo. En el capítulo 4 se detalla la metodología de investigación empleada, de modo de poder utilizar la información disponible en el sistema de la Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción. Del mismo modo, se explican los análisis realizados sobre esta información.

El capítulo 5 recoge todos los resultados obtenidos en el marco de esta investigación. En primer lugar se exponen los resultados del análisis de los datos disponibles. Posteriormente, se efectúa un análisis sobre la eficiencia de cada una de las distintas variables que influyen en la prevención de riesgos, y finalmente se plantean y analizan los resultados de dos metodologías para el análisis de la combinación de prácticas de prevención de riesgos en la industria de la construcción.

Finalmente, en el capítulo 6 se encuentran todas las conclusiones del estudio, las que incluyen los aprendizajes producto de la metodología empleada, como así también un análisis a los principales descubrimientos. Por último, se deja una serie de recomendaciones para futuras investigaciones a realizarse sobre esta línea de investigación.

2. MARCO TEÓRICO

Si bien nadie desea que ocurra un accidente, éstos siguen sucediendo, pese a los esfuerzos que muchas veces se realizan para prevenirlos. Esto nos habla de que claramente todavía hay mucho que no sabemos sobre las causas que los provocan, ni sobre los factores que más influyen en su prevención. El conocer las causas de los accidentes nos permitiría atacar la raíz de este problema, por lo que varios autores han propuesto distintas teorías para predecir su ocurrencia. Para ilustrar los ámbitos que abarcan estas múltiples teorías, se realizará un pequeño resumen de algunas de las teorías más conocidas, y luego se presentará un cuadro comparativo con sus principales características. Posteriormente se analizarán algunas de las investigaciones más recientes, que intentan identificar los factores o variables que tienen un mayor impacto en la prevención de accidentes. Y por último, se realizará un pequeño resumen de la tesis de Rázuri (2007), quien realiza los primeros acercamientos a identificar las combinaciones óptimas de prácticas de prevención de riesgos, sobre la cual se levanta este estudio.

2.1. Teorías sobre la Causa de los Accidentes

La primera teoría que podemos identificar es la Teoría de la Propensión a los Accidentes (Greenwood y Woods, 1919). En esta teoría, los autores trataron de probar tres hipótesis: (1) los accidentes ocurren al azar, (2) cuando alguien sufre un accidente, su propensión a tener otro accidente aumenta o disminuye, y que (3) algunas personas son más propensas a sufrir un accidente. La investigación arrojó que esta última hipótesis era cierta. Esta teoría fue utilizada por más de 50 años, a pesar de que fue muy criticada la forma en que valida su hipótesis. Por último, algunos estudios demostraron que lo que realmente sucedió fue que la gente pasó por períodos de más propensión a los accidentes, en función de su estado psicológico.

En 1931, Heinrich desarrolló la primera Teoría del Dominó. Aquí se propone que los accidentes eran parte de una secuencia de factores que desencadenaron el accidente. Estos factores se han centrado en la propia persona, y se inició con el aspecto social y hereditario de la persona. Esta característica de la persona influencia fallas personales o errores, que trajeron con ello un comportamiento peligroso o inseguro. Este comportamiento provoca el accidente, que termina en lesiones o daños a la propiedad. Heinrich postula que el factor que podemos controlar y eliminar es el comportamiento peligroso o inseguro. Si retiramos esta pieza del dominó, podemos evitar los accidentes. La teoría de Heinrich fue ampliamente utilizado desde los años 30.

La teoría del dominó fue modificada en 1976 por Adams, centrándose no en las características personales, sino en propiedades de la organización. Adams propuso que se trataba de una estructura administrativa que determina la ocurrencia de errores operacionales. Este error termina en errores tácticos, que son la causa de los incidentes o accidentes, teniendo como consecuencia lesiones o daños a la propiedad. Fue en este trabajo que por primera vez apareció el tema de la "cultura de la seguridad".

Bird y Germain propusieron otro cambio en la teoría del dominó en 1985. La principal contribución de este trabajo es la hipótesis de que los accidentes tienen una "multiplicidad de fuentes". En otras palabras, es que hay muchas causas que pueden explicar un accidente, así que tenemos que tratar de identificar a todas las fuentes con el fin de evitar accidentes. Esta idea es la base de todos los estudios que tratan de identificar los factores que explican la accidentabilidad, y que encuentran más de una variable que afecta el resultado.

Recientemente, Howell et al. (2002) publicó una teoría completamente diferente, llamada Teoría de Ingeniería de Sistemas Cognitivos. Él señala que los enfoques anteriores no tuvieron en cuenta ciertos factores, como la naturaleza dinámica y dependiente del trabajo en el lugar de construcción. Quería explicar que las presiones individuales y organizacionales empujan a los trabajadores a

condiciones peligrosas. Howell sostiene que existe una zona segura en la cual los trabajadores realizan su trabajo. Esta zona está delimitada por el borde del fracaso económico de la organización, el borde de un esfuerzo excesivo personal y el límite de un rendimiento aceptable. La presión de la organización hacia una mayor eficiencia y el gradiente personal en dirección a un menor esfuerzo empujan al trabajador a desenvolverse en la zona de peligro, que está delimitada por el límite de un rendimiento aceptable y el límite de la pérdida irreversible de control. Si las presiones son tales que el límite de la pérdida irreversible de control se cruza, el trabajador comienza a trabajar en la zona de pérdida de control.

Para comparar los distintos enfoques, y manera en que estos han variado en el tiempo, se construyó al siguiente cuadro comparativo.

Tabla 2-1 - Cuadro comparativo de teorías sobre la causa de los accidentes

Teoría	Propensión a Accidentes	Teoría del Dominó	Teoría del Dominó	Teoría del Dominó	Ingeniería de Sistemas Cognitivos
Autor(es)	Greenwods y Woods	Heinrich	Adams	Bird y Germain	Howell et al.
Año	1919	1931	1976	1985	2002
Ocurrencia de los accidentes	Al azar	Secuencia de factores	Secuencia de factores	Secuencia de factores	Trabajar en zona de pérdida de control
Principal causa de accidentes	Alguna personas son más propensas que otras	Ambiente social y hereditario de la persona	Estructura administrativa de la empresa	Multiplicidad de fuentes	Presiones organizacionales e individuales
Enfoque de prevención	Evitar a los trabajadores más propensos a accidentes	Evitar el comportamiento inseguro en el cual caen las personas	"Cultura de Seguridad" en la empresa	Identificar todas las posibles fuentes	Evitar presiones excesivas para trabajar dentro de la zona de control

Podemos ver cómo con el paso de los años, la ocurrencia de los accidentes ha pasado de ser considerada un fenómeno aleatorio, a ser la consecuencia de una secuencia de factores que son posibles de determinar y controlar. Por su parte, la

principal causa de los accidentes dejó de ser la persona como individuo, o las características de ésta o de la propia empresa, para dar paso a un escenario mucho más complejo, en el cual son muchas las fuentes que pueden provocar un accidente, tanto personales como organizacionales, las cuales interactúan en forma dinámica y dependiente. Con esto, la prevención ha pasado a ser multifocal, entendiendo que no existe una única fórmula para prevenir los accidentes, sino que más bien se deben realizar esfuerzos que abarquen los múltiples ámbitos del trabajo, desde la persona hasta la organización como un todo, y que el éxito de estas estrategias está sujeto al dinamismo del mundo laboral.

2.2. Identificación de las Variables más Relevantes a través del Tiempo

A partir de la década de los 90, muchos son los estudios que intentan identificar algunas de las prácticas más efectivas para la reducción de los accidentes en la construcción. La mayoría de estos estudios se hizo en base a un levantamiento mediante encuestas a distintos proyectos de construcción, sobre las actividades que realizaban en pos de la prevención de accidentes. A continuación se presenta una reseña histórica de los estudios más relevantes, y de las variables o atributos que ellos identificaron.

En 1993, el Construction Industry Institute de los Estados Unidos (CII) publicó "Zero Injury Techniques". El objetivo de este trabajo fue ayudar a los administradores de la construcción para lograr la meta de "cero accidentes" en el lugar de las obras. Por primera vez una publicación oficial reconoció el objetivo de cero accidentes como un objetivo que depende de una serie de factores que pueden ser controlados por el administrador del lugar de trabajo.

Además, en 1996 Jaselskis et al. publicaron un trabajo en el que proponía estrategias cuantitativas para mejorar la seguridad a nivel de empresa y proyecto. Este trabajo, al igual que la publicación del CII, da indicios claros de que el nivel de seguridad es controlable por la administración de las empresas de construcción. Entre los factores más significativos a nivel de empresa contamos con el apoyo de

la alta dirección, el tiempo dedicado a las cuestiones de seguridad por el coordinador de seguridad de la empresa, reuniones con el representante de seguridad de terreno y las cuadrillas de trabajo, alcance y nivel de detalle del programa de seguridad de la compañía, entrenamiento de seguridad para los capataces y coordinadores de seguridad nuevos, administración de seguridad de los subcontratistas, y gastos en seguridad de la compañía. Los factores a nivel de proyecto para lograr un buen desempeño de seguridad son: aumentar el nivel de experiencia del director del proyecto, un mayor apoyo de la alta gerencia a la seguridad, reducir la rotación de personal, aumentar el tiempo dedicado a la seguridad del representante de seguridad del proyecto, más reuniones formales con supervisores y subcontratistas, más reuniones de seguridad informales con los supervisores, más inspecciones informales de seguridad en obra, reducir las sanciones a los trabajadores, y aumentar el presupuesto para los incentivos de seguridad.

Luego, en 1996, Sawacha et al. realizaron 120 encuestas a trabajadores de la construcción en el Reino Unido. Se concluyó que hay cinco factores que están relacionados con el mejor rendimiento de seguridad: las conversaciones de gestión de la seguridad, proporcionar folletos de seguridad, el suministro de equipos de seguridad, proporcionar un entorno seguro de trabajo y nombrar a un gerente de entrenamiento de seguridad.

En 1999, Resee sugirió que para garantizar el éxito de un programa de seguridad tienen que haber tres condiciones, (i) el compromiso de la administración y el liderazgo, (ii) las condiciones de seguridad en el trabajo y (iii) los hábitos de seguridad de los trabajadores. De este modo, se abarca todos los aspectos, la administración, el sitio de trabajo y los trabajadores.

Siete años después de que el CII publicó su informe, Hinze y Wilson (2000) estudiaron dicho informe, mediante la realización de 482 entrevistas en 25 proyectos de construcción de 15 empresas diferentes. Se identificó cuáles eran las Cinco Técnicas Cero Accidentes de mayor impacto, que son:

1. Planeamiento de seguridad del proyecto y de la tarea.
2. Orientación y entrenamiento de seguridad.
3. Programa escrito de incentivos de seguridad.
4. Programa de abuso de alcohol y sustancias.
5. Investigación de accidentes e incidentes.

También utilizaron el estudio realizado por el National Center for Construction Education and Research y el M. E. Rinker Sr. Scholl of Building Construction de la Universidad de Florida en los Estados Unidos de 1998, para concluir que a pesar de la dudosa eficacia de la técnica de utilizar los incentivos de seguridad, hubo un acuerdo general en que los Cinco Técnicas Cero Accidentes tuvieron un papel fundamental en el desempeño de seguridad de proyectos de construcción.

Luego, en 2002, Hinze (2002a, 2002b) amplió las Cinco Técnicas Cero Accidentes con un estudio en el que 56 grandes proyectos de construcción en los Estados Unidos y Canadá y tres en otros países fueron encuestados. Encontró que era muy importante la utilización de muchas técnicas de seguridad en proyectos de construcción, lo cual es consistente con la Teoría del dominó de Bird y Germain (1985). Se agrupan las técnicas en 9 grupos, que incluyen a las Cinco Técnicas Cero Accidentes:

1. Demostración del compromiso de la administración.
2. Staff para seguridad.
3. Planeamiento del proyecto y la tarea.
4. Educación de seguridad: orientación y entrenamiento especializado.
5. Participación del trabajador.
6. Evaluación y recompensas/reconocimiento
7. Administración de subcontratos.
8. Investigación de accidentes e incidentes.
9. Pruebas de drogas y alcohol.

Esta es la primera vez que la participación de los trabajadores se incluye como variable explícita que explica el nivel de seguridad de proyectos de construcción. Eso explica por qué Hinze (2002b) dice que la mejora sufrida en los años 90 en gestión de la seguridad en los Estados Unidos se debe a la inclusión del trabajador en este proceso.

También en 2002, Mohamed, Naoum y Fong realizaron un estudio que incluyó 68 encuestas a 6 proyectos de construcción diferentes, en los que se encontró una correlación directa entre el comportamiento seguro en el trabajo y el entorno de seguridad. Sin embargo, Gendon y Litherland (2001) no pudieron probar esto mismo en un estudio previo en la construcción de una carretera.

En otro estudio realizado en 2004 a 82 construcciones en China, Fang Xie, Huang y Li identificaron que el factor más importante del desempeño de seguridad es el papel del capataz en la gestión de la seguridad, teniendo especial importancia su nivel de educación.

Fung, Tam, Tung, y Man (2005) hicieron un estudio basado en la relación de la conducta, las actitudes y percepciones de las personas en materia de seguridad. Se realizaron 423 encuestas en 10 lugares de trabajo diferentes en Hong Kong y con esto se identificaron ocho factores, que incluyen: rol del supervisor, rol del personal, influencia de los trabajadores, compromiso y comunicación organizacional, compromiso de la línea de mando, predisposición a tomar riesgos, obstáculos para el comportamiento de seguridad y reportes de accidentes e incidentes.

Una correlación entre el compromiso de la dirección con la seguridad y la frecuencia de accidentes y enfermedades en la construcción fue encontrada en 2006 por Abudayyeh, Fredericks, y Shaar, en un estudio hecho sobre 40 encuestas a las empresas de construcción top 40 en los Estados Unidos. Aquí dicen que la gestión debe materializarse y mostrar su claro compromiso en materia de seguridad con una serie de elementos enunciados en dicho estudio.

2.3. Integración de la Seguridad en el Sistema de Producción

En otra línea de investigación, primero Saurin (2002) y luego Cambraia (2004) trataron de desarrollar en Brasil un sistema de gestión que integra la gestión de la producción y la seguridad. El sistema incluye un modelo de planificación y control de seguridad (PCS) integrado en el proceso de planificación y control de la producción. El objetivo es adoptar algunos de los principales requisitos para una planificación eficaz y el control de la productividad. Esto requiere que la empresa haya adoptado algunos elementos del Último Planificador™.

La PCS consiste en un ciclo participativo de planificación que incluye la planificación de la seguridad. El sistema incluye la planificación a largo plazo, intermedia y la planificación a corto plazo. El objetivo de utilizar este tipo de planificación es similar al de utilizar el sistema del Último Planificador™, que es la liberación de los conflictos o las restricciones en la planificación de la tarea, de modo que no haya impedimentos para completar esa tarea de manera segura cuando se realiza. Por otro lado, el control de seguridad incluye la utilización de indicadores de seguridad reactivos, tales como la cantidad de accidentes y días perdidos, e indicadores de seguridad proactivos como los informes de incidentes, evaluaciones de desempeño cuantitativas o PPS (paquetes de trabajo terminados de manera segura), entre otros. Estos indicadores son revisados en reuniones mensuales de evaluación, que se relacionan con el aspecto de planificación de futuro y la seguridad a corto plazo. Todo este ciclo termina con la difusión de todos los temas de planificación y control. En particular, el PPS es un indicador que se construye en la base de la división entre la suma de la cantidad de paquetes de trabajo que se llevan a cabo de forma segura y la suma del número total de paquetes de trabajo. Este indicador se utiliza como una medida de la eficacia del modelo PCS. Con esto se observó que en la aplicación del PCS, tanto el PPS como el PAC (porcentaje de paquetes de trabajo previsto terminado) se elevan en el tiempo y reducen su variabilidad. Esto podría ser visto como que es posible lograr

una buena planificación de la seguridad y la producción. Sin embargo, no se encontró correlación estadística entre ambos indicadores (Cabraia, 2004).

Luego, en 2007 Rázuri trató de aplicar un sistema de gestión similar al propuesto por Cabraia (2004) que integra la gestión de la producción y la seguridad en las empresas constructoras chilenas. Para lograr esto, primero realizó una investigación completa para saber cuáles fueron las mejores prácticas de seguridad en la industria de la construcción chilena. Para esto, hizo una investigación bibliográfica para saber qué son las variables que podrían influir en el nivel de seguridad de un proyecto de construcción. Se identificaron 16 variables:

1. El compromiso del propietario
2. Compromiso de la dirección
3. La seguridad del personal y equipo
4. Seguridad basada en el comportamiento
5. Seguridad incentivos
6. El alcohol y el programa de abuso de drogas
7. Del comité de seguridad en el trabajo
8. Programa especializado de formación para los trabajadores
9. Programa de capacitación especializada para la supervisión y la administración
10. Documentación e investigación de accidentes e incidentes
11. Planificación de proyectos
12. Análisis de riesgos a nivel de trabajo en equipo
13. plan de seguridad específico para la obra de construcción
14. Subcontratos administración
15. Seguridad Mutua
16. Aplicación de las mejores prácticas

Luego se analizaron 60 encuestas a diferentes obras de construcción a través del Coeficiente de Correlación de Kendall, lo que arrojó que las variables que tienen un componente de participación son aquellas que tienen más influencia en el

desempeño de seguridad. También se demostró que existe una correlación entre la cantidad de prácticas de seguridad aplicadas y el Índice de Frecuencia de accidentes de los proyectos.

En particular, uno de los aportes más importantes realizados en este estudio es el análisis incremental que se realizó sobre la influencia del uso de diferentes combinaciones de las prácticas de seguridad. Se identificaron 19 combinaciones de las siete variables más influyentes y se construyó un gráfico en el que muestra cómo las diferentes combinaciones reducen el Índice de Frecuencia del proyecto. Sin embargo, no había la cantidad de datos suficientes para hacer de esto una teoría estadísticamente probada, por lo que sólo muestra los resultados que encontró.

Esta metodología plantea la posibilidad de construir un análisis estadísticamente significativo que refleje el aporte incremental que tienen las distintas combinaciones de prácticas de seguridad en el desempeño de seguridad de distintos tipos de proyectos de construcción. Esto permitiría que la administración de los proyectos elija las prácticas de seguridad que tienen que aplicar en conjunto para mejorar su desempeño en seguridad, según el tipo de proyecto de construcción en el que se está trabajando.

3. MARCO LEGAL CHILENO

3.1. Ley N° 16.744 sobre Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales

3.1.1. Antecedentes

El marco legal en Chile está regulado principalmente por lo establecido en la Ley N° 16.744 sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, promulgada en el año 1968 por el Ministerio del Trabajo. A lo largo de estos años, esta ley ha sufrido múltiples modificaciones por distintos decretos con fuerza de ley, siendo la más reciente la Ley N° 20.308 de 2008.

3.1.2. Obligtoriedad y personas protegidas

Esta ley en primer lugar declara como obligatorio el Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales para todo tipo de trabajador, ya sea este independiente o dependiente, de actividades manuales o intelectuales, e independiente del tipo de empresa en la que se desenvuelva, como asimismo los trabajadores públicos. Entran incluso a este seguro los empresarios individuales o directores de sociedades, mientras coticen en el Sistema de Pensiones y hayan hecho expresa solicitud en tal sentido.

Respecto al modo en que los trabajadores deben quedar afiliados a este seguro, se establece que será hecha de manera individual por el trabajador en una Caja de Previsión, a no ser que la entidad empleadora esté afiliada a una Mutualidad, como es el caso más común. Asimismo, las empresas mandantes serán subsidiariamente responsables de las obligaciones de sus contratistas en materia de afiliación y cotización.

Esto se ha traducido en que hoy en día, cerca del 70% de los trabajadores del país (prácticamente todos los trabajadores formales dependientes) estén cubiertos por

este seguro. (Informe Final Comisión Asesora Presidencial para la Seguridad en el Trabajo, 2010).

3.1.3. Contingencias cubiertas

Se definen dos tipos de accidentes cubiertos por este Seguro: los accidentes de trabajo, que serán todas las lesiones sufridas a causa o con ocasión del trabajo, y que produzca cualquier tipo de incapacidad, sea esta temporal o permanente, o incluso la muerte; y por otro lado, los accidentes de trayecto, que son todos aquellos accidentes ocurridos en el trayecto directo entre la habitación y el lugar de trabajo, ya sea en el viaje de ida o regreso.

Se exceptúan de la cobertura de la ley todos los accidentes que se demuestre que sean por causa de fuerza mayor extraña que no tenga relación alguna con el trabajo, y los producidos intencionalmente por la víctima.

Dentro de este seguro se incluyen también las enfermedades profesionales, vale decir, enfermedades contraídas por el trabajador de manera directa por el ejercicio de la profesión o trabajo, y que le produzca alguna incapacidad o la muerte. Las enfermedades catalogadas como enfermedades profesionales están enumeradas en una lista que debe ser revisada y actualizada al menos cada tres años. Sin embargo, se pueden acreditar otras enfermedades que no figuren en esta lista por parte del trabajador.

Cabe mencionar que para efectos de estudio, se trabaja principalmente con los accidentes de trabajo, excluyendo los accidentes de trayecto. Esto, puesto que se asume que el rol de la prevención de las empresas incide principalmente en este tipo de accidentes, sin mayor impacto sobre los accidentes de trayecto.

3.1.4. Administración

La administración de este Seguro será llevado a cabo por cualquiera de los organismos que depende el trabajador, ya sea este alguna de las Mutualidades de Empleadores, Caja de Previsión o incluso el Instituto de Seguridad Laboral (ISL). Todos ellos se obligan a entregar el servicio médico que requiera la persona con

incapacidad temporal o permanente, ya sea por sus propios medios, o en el caso de las Cajas de Previsión, contratando directamente los servicios al ISL.

El caso de las Mutualidades de Empleadores está definido en esta ley, y será explicado más adelante, en un capítulo especialmente dedicado a las Mutualidades.

3.1.5. Cotización y financiamiento

El artículo N° 15 de la Ley 16.744 establece cinco recursos desde los cuales se financiará el Seguro de Salud:

- a) Con una cotización base a cargo del empleador correspondiente al 0,90% de las remuneraciones imponibles de su empresa. Esta cotización se paga a la entidad correspondiente (Mutualidad, ISL, Caja de Previsión) mes a mes.
- b) Con una cotización adicional de cargo del empleador que depende de la actividad y riesgo de cada empresa, la cual no puede exceder el 3,4% de las remuneraciones imponibles. Esta cotización depende en parte del rubro de la empresa, pero depende también de los accidentes que presente en un cierto periodo de tiempo, y de los esfuerzos que se realicen o no para disminuir la accidentabilidad, con lo que por este concepto puede llegar hasta el 6,8% adicional.
- c) Con lo recaudado por las multas que cada organismo administrador aplique a sus afiliados en conformidad a la ley.
- d) Con las utilidades o rentas que obtengan los organismos administradores por la inversión de sus fondos de reserva.
- e) Con el cargo al empleador del costo total de las prestaciones médicas y de subsidio que se le hubieren otorgado y se le debiesen otorgar a los trabajadores cuando éstos no hayan sido afiliados por parte del empleador, o cuando el accidente fue por culpa o dolo del empleador.

A modo de resumen, la mayoría de los ingresos de las entidades de administran el seguro provienen directamente de los fondos de las empresas, lo que en la práctica

consiste en incentivos perfectos para ocultar la accidentabilidad real dentro de la empresa, ya que para la empresa puede ser preferible económicamente atender de manera particular a un trabajador accidentado, de modo de no informar este hecho, y así evitar un aumento en sus cotizaciones previsionales.

El cómo se calculan las cotizaciones a pagar por parte de las entidades empleadoras está definido en el Decreto Supremo N° 67 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, del año 1999, el cual se detallará más adelante.

3.1.6. Prestaciones

Las prestaciones médicas serán otorgadas gratuitamente a toda persona que haya sufrido un accidente que le haya producido desde una incapacidad temporal hasta una gran invalidez. Asimismo, el trabajador que haya sufrido un accidente que le haya provocado una incapacidad temporal recibirá un subsidio proporcional a su sueldo, siempre y cuando se mantenga dentro del tratamiento médico indicado, el cual puede tener una duración máxima de 52 semanas, sin perjuicio de que a juicio del médico tratante, este plazo pueda ser extendido hasta 104 semanas. Al cabo de este periodo, si es que continúan las secuelas del accidente, se asume que dicha persona ha quedado con algún grado de invalidez.

Dentro de los accidentados con algún grado de invalidez, se recibirá un subsidio proporcional al grado de invalidez, medido en porcentaje. En el caso de muerte, el beneficio es heredado por los familiares del afectado, mediante el pago de una pensión a los derechos habientes que sobreviven al afectado.

Cabe mencionar que dicho subsidio será proporcional a la pérdida de capacidad de la persona para realizar su profesión, y por lo tanto, depende del oficio de dicha persona. Por ejemplo, en el caso de una lesión que conlleve la amputación de un dedo meñique, para una persona que es digitador puede significar un 10% de invalidez (suponiendo que se determina que cada dedo tiene la misma importancia en su trabajo), mientras que para un chofer que sufra esta misma lesión, puede

incluso significar una incapacidad tan baja como 2% o 3%, por no ser una lesión que le impida realizar su oficio.

Todos estos beneficios denotan un claro enfoque de la Ley hacia la Previsión Social, que lo que persigue es asegurar el pasar económico de las personas que sufran accidentes de trabajo, y así evitar que dicho evento sea una causal para que esa persona o familia caiga en situación de pobreza. Y al mismo tiempo, evita que deba ser la empresa la que financie directamente los tratamientos, subsidios y/o indemnizaciones. Así, se protege también a las empresas, siendo este un incentivo para mantener el desarrollo económico del país.

3.1.7. Evaluación, reevaluación y revisión de incapacidades

La evaluación y declaración de las incapacidades permanentes será de competencia del médico especialista en cada caso, teniendo las Mutualidades la facultad para definir este estado.

Las incapacidades serán graduadas y clasificadas de acuerdo a un porcentaje, que oscila entre un mínimo y un máximo, determinado de manera exacta por el médico especialista. Dicho porcentaje es el que a la larga también impactará en el aumento del porcentaje a considerar para el cálculo de la cotización de la empresa empleadora.

3.1.8. Prevención de riesgos profesionales

El Servicio Nacional de Salud tendrá como deber la materia de supervigilancia y fiscalización de la prevención, independiente del tipo de empresa que se trate, así como también la fiscalización de las instalaciones de salud y procedimientos que se apliquen.

Dentro de las normas que establece esta ley, están las siguientes:

- a) Deberá existir un Comité Paritario de Higiene y Seguridad en todas las empresas o faenas con más de 25 trabajadores, que es elegido en parte por los mismos trabajadores, y tiene dentro de sus obligaciones el asesorar a los trabajadores para la correcta utilización de los instrumentos de

protección, el vigilar que se cumplan las medidas de prevención, higiene y seguridad, el investigar la causa de accidentes y enfermedades profesionales, e indicar todas las medidas de prevención de higiene y seguridad que sirvan para la prevención de riesgos.

- b) Deberá existir un Departamento de Prevención de Riesgos Profesionales en aquellas empresas mineras, industriales o comerciales con más de 100 trabajadores, a cargo de un experto en prevención, y la empresa deberá adoptar las medidas que indique el Departamento.
- c) Las empresas deberán mantener al día los reglamentos de higiene y seguridad en el trabajo, el cual será obligatorio para los trabajadores, consultando multas en caso de incumplimientos.
- d) Las empresas deberán implementar todas las medidas de higiene y seguridad que les imponga el organismo administrador al cual estén acogidos, quedando sometidas a la aplicación de multas en caso de incumplimiento.
- e) Las empresas deberán proveer de forma gratuita a todos los trabajadores todos los implementos de seguridad necesarios para realizar sus tareas.

Estas actividades de prevención denotan que esta Ley está basada en la Teoría de Dominó de Bird y Germain, antes expuesta. La prevención se ve como un agente que permite inhibir algunas de las posibles causas que dan causalidad a un accidente, lo que se trata de evitar con esta serie de normas, de manera de retirar una pieza del dominó.

3.1.9. Disposiciones finales

La ley contempla la opción para que las empresas con más de dos mil trabajadores puedan gestionar su propio seguro de salud, siempre y cuando cumplan una serie de requisitos que den garantías de la capacidad de la empresa para llevar a cabo esta situación. Un ejemplo de este caso corresponde a Codelco.

3.1.10. Definiciones estadísticas

De acuerdo a la Circular N° 2.100 de 2003 de la Superintendencia de Seguridad Social, la cual fue emitida con el fin de contar con información uniforme de las Mutualidades Empleadoras, se conoce como Tasa de Accidentabilidad el cuociente entre el número de accidentes del trabajo ocurridos en un período considerado, y el número promedio de trabajadores dependientes del mismo período, multiplicado por 100. El resultado debe expresarse en términos porcentuales. Se expresa en la siguiente fórmula:

$$Tasa\ de\ Accidentabilidad = \frac{N^{\circ}\ lesiones\ incapacitantes}{N^{\circ}\ de\ trabajadores\ promedio} \times 100 \quad (3.1)$$

Por lo tanto, éste es el término que utilizan las Mutualidades, y que será aplicado en este trabajo.

3.2. Decreto Supremo N° 67

3.2.1. Antecedentes

El Decreto Supremo N° 67 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social constituye el reglamento para la aplicación de los artículos N° 15 y 16 de la Ley N° 16.744, sobre exenciones, rebajas y recargos de la cotización adicional diferenciada, y fue aprobado en el año 1999.

3.2.2. Cálculo del porcentaje de cotización adicional

De modo de poder aplicar el porcentaje de cotización adicional a cada entidad empleadora, se calculará en base a un periodo anual que va del 30 de junio de un año al 1° de julio del año precedente, la siniestralidad efectiva total de dicha entidad empleadora, en base a los siguientes criterios.

La Tasa de Siniestralidad Total se define como la suma de la Tasa Promedio de Siniestralidad por Incapacidades Temporales y la Tasa de Siniestralidad por Invalideces y Muertes.

La Tasa Promedio de Siniestralidad por Incapacidades Temporales corresponde al promedio de las Tasas de Siniestralidad por Incapacidades Temporales de los años considerados en el proceso de evaluación (tres años precedentes). Y la Tasa de Siniestralidad por Incapacidades Temporales de un periodo anual corresponde al cociente entre el total de días perdidos de un periodo anual y el promedio anual de trabajadores, multiplicado por cien, y expresado con dos decimales, elevando el segundo de éstos al valor superior si el tercer decimal es igual o superior a cinco y despreciando el tercer decimal si fuere inferior a cinco.

$$T. \text{Siniestralidad Incap. Temporales} = \frac{\sum \text{días perdidos}}{\text{promedio anual de trabajadores}} \times 100 \quad (3.2)$$

Como “día perdido” se entiende aquel en el que un trabajador, conservando o no la calidad de tal, se encuentra temporalmente incapacitado debido a un accidente o enfermedad profesional, sujeto a un pago de subsidio, sea que éste se pague o no.

Como promedio anual de trabajadores se entiende la suma del número total de trabajadores de cada uno de los meses del periodo anual, dividido por doce, y expresado con dos decimales, aproximando el valor del segundo decimal según el valor del tercer decimal.

Por otro lado, la Tasa de Siniestralidad por Invalideces y Muertes se determina de acuerdo al siguiente procedimiento:

- i. A cada incapacidad se le asignará según su grado de invalidez, el valor que le corresponda según la siguiente tabla:

Tabla 3-1 - Valor correspondiente a un cierto grado de invalidez: Decreto Supremo N°67

Grado de Invalidez	Valor
15,0% a 25,0%	0,25
27,5% a 37,5%	0,50
40,0% a 65,0%	1,00
70,0% o más	1,50
Gran Invalidez	2,00

- ii. Por la muerte corresponderá el valor 2,50.
- iii. La suma de los valores correspondientes a todas las incapacidades de cada Período Anual se multiplicará por cien y se dividirá por el Promedio Anual de Trabajadores y se expresará con dos decimales, elevando el segundo de éstos al valor superior si el tercer decimal es igual o superior a cinco y despreciando el tercer decimal si fuere inferior a cinco. Este cociente se denominará Factor de Invalideces y Muertes.
- iv. Al promedio de Factores de Invalideces y Muertes de los años considerados en el Período de Evaluación, expresado con dos decimales y ajustado a la centésima más próxima, corresponderá el valor que se denominará Tasa de Siniestralidad por Invalideces y Muertes, señalado en la siguiente tabla:

Tabla 3-2 - Tasa de Siniestralidad por Invalideces y Muertes según el Promedio de Factores de Invalideces y Muertes según el Decreto Supremo N° 67

Promedio de Factores de Invalideces y Muertes	Tasa de Siniestralidad por Invalideces y Muertes
0,00 a 0,10	0
0,11 a 0,30	35
0,31 a 0,50	70
0,51 a 0,70	105
0,71 a 0,90	140
0,91 a 1,20	175
1,21 a 1,50	210
1,51 a 1,80	245
1,81 a 2,10	280
2,11 a 2,40	315
2,41 a 2,70	350
2,71 y más	385

Con esto, la Tasa de Siniestralidad Total calculada conforme a lo señalado anteriormente determinará la exención de cotización adicional, su rebaja o recargo conforme a la siguiente tabla:

Tabla 3-3 - Porcentaje de Cotización Adicional según la Tasa de Siniestralidad Total del periodo

Tasa de Siniestralidad Total	Cotización Adicional (%)
0 a 32	0,00
33 a 64	0,34
65 a 96	0,68
97 a 128	1,02
129 a 160	1,36
161 a 192	1,70
193 a 224	2,04
225 a 272	2,38
273 a 320	2,72
321 a 368	3,06
369 a 416	3,40
417 a 464	3,74
465 a 512	4,08
513 a 560	4,42
561 a 630	4,76
631 a 700	5,10
701 a 770	5,44
771 a 840	5,78
841 a 910	6,12
911 a 980	6,46
981 y más	6,80

En todo caso, en toda empresa que ocurra una o más muertes durante el periodo de evaluación, el respectivo Organismo Administrador llevará a cabo una

investigación para determinar las causas de los accidentes, pudiendo terminar esta en un aumento de la tasa de cotización al porcentaje inmediatamente superior, de demostrarse que los accidentes son por falta de prevención de parte del empleador.

3.2.3. Rebajas y recargos en la tasa de cotización adicional

El proceso de evaluación detallado anteriormente se lleva a cabo cada dos años por el ISL y las Mutualidades respectivas. Para entonces, las entidades empleadoras pueden optar a rebajas y exenciones de la cotización adicional, siempre y cuando al 31 de octubre del año en que se realiza el proceso de evaluación, hayan acreditado lo siguiente:

- Hallarse al día en el pago de las cotizaciones, según la Ley N° 16.744
- Tener en funcionamiento los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad, cuando corresponda.
- Demostrar la aplicación de otras medidas de prevención, de acuerdo al Decreto Supremo N° 40 de 1969.

Esto denota un enfoque de la Ley hacia el reconocimiento de la Prevención como medio para disminuir la accidentabilidad, y propone incentivos económicos para realizar estas labores. Sin embargo, la rigidez de las exigencias al final se traduce en el cumplimiento de una serie de medidas, independiente de la efectividad que éstas tengan.

Por otro lado, se proponen sanciones a las empresas que no cumplan con las condiciones mínimas de seguridad, las que pueden ser denunciadas por los Comités Paritarios, el Instituto de Normalización Previsional, la Dirección del Trabajo, u otros entes gubernamentales. Estas sanciones pueden llegar a un recargo del 100% en la tasa de cotización adicional, y dependen de la magnitud del incumplimiento y de la cantidad de trabajadores afectados por dichas situaciones. Estas situaciones son:

- La sola existencia de condiciones inseguras de trabajo.

- La falta de cumplimiento de las medidas de prevención exigidas por los respectivos Organismos Administradores del Seguro o por el Servicio de Salud correspondiente.
- La comprobación del uso en los lugares de trabajo de las sustancias prohibidas por la autoridad sanitaria o por alguna autoridad competente mediante resolución o reglamento.
- La comprobación que la concentración ambiental de contaminantes químicos ha excedido los límites permisibles señalados por el reglamento respectivo, sin que la entidad empleadora haya adoptado las medidas necesarias para controlar el riesgo dentro del plazo que le haya fijado el organismo competente.
- La comprobación de la existencia de agentes químicos o de sus metabolitos en las muestras biológicas de los trabajadores expuestos, que sobrepasen los límites de tolerancia biológica, definidos en la reglamentación vigente, sin que la entidad empleadora haya adoptado las medidas necesarias para controlar el riesgo dentro del plazo que le haya fijado el organismo competente.

3.3. Las Mutuales en Chile

Las mutuales de seguridad de Chile, son las instituciones privadas sin fines de lucro encargadas de las acciones de prevención de riesgos y de los servicios y tratamiento de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Son creadas por la Ley N° 16.744 sobre Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales del 1 de febrero de 1968.

El funcionamiento de una mutual de seguridad es básicamente funcionar como una aseguradora para las empresas, que por ley deben cancelar un monto de previsión de salud por cada uno de sus trabajadores, que se descuenta de sus remuneraciones. En caso de accidente, la mutual es la que realiza los servicios de salud que requiera el trabajador afectado. Y en forma paralela, las mutuales

ofrecen servicios de prevención de accidentes en las empresas, de modo de reducir la accidentabilidad, lo que beneficia a las empresas, ya que con menos accidentes pagan menos, y a la mutual, que no debe gastar en sanar al accidentado.

Hoy en día en Chile son cuatro las principales mutuales de seguridad; ACHS, IST, ISL y la Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción. Aparte de estas existen algunas empresas que, dado su tamaño, son capaces de administrarse ellas mismas sus sistemas de salud y seguro, como por ejemplo Codelco.

Dado que el presente trabajo se realizó en conjunto con la Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción, a continuación se pasará a detallar el funcionamiento de esta Mutuality, el cual no dista mucho de las demás Mutualityes, y sirve para comprender más a fondo el funcionamiento de estas organizaciones en el marco institucional chileno.

3.4. La Mutual de Seguridad de la CChC

3.4.1. Descripción

La Mutual de Seguridad de la Cámara Chilena de la Construcción es una empresa privada sin fines de lucro que se rige por la ley de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales, administrando los seguros y prestando servicios de salud y prevención a las empresas.

Es una empresa con más de 3.000 colaboradores que cuenta con un equipo de expertos profesionales en prevención de riesgos altamente calificados. Cuenta además con un destacado equipo médico del más alto nivel profesional, y cuenta con cobertura a nivel nacional con más de 50 puntos de atención.

Si bien la Mutual es creada y se especializa en el rubro de la construcción, tiene como adherentes a empresas de todos los rubros. Son miles los adherentes a nivel nacional, lo que habla del tamaño de la empresa, que debe gestionar el seguro de todas dichas empresas, que para efectos de recolección de datos se desagregan al

punto de centros de trabajo, implicando esto una cantidad enorme de datos que se deben de manejar.

3.4.2. Principales áreas de negocio

Las principales área de negocio de la Mutual son tres: Seguro, Salud y Prevención.

- Seguro: Toda mutual de seguridad funciona como una administradora de seguros. Los clientes (las empresas) cancelan un monto por trabajador que se ajusta según la tasa de accidentes que tienen las empresas. Así, en caso de un accidente laboral, quien responde es la Mutual.
- Salud: La contraparte del seguro es la salud. En caso de que efectivamente un trabajador resulte lesionado en alguna actividad ligada a su trabajo, es la Mutual quien se encarga de su rehabilitación. Para esto la Mutual cuenta con una enorme área de salud, que consta de una rama de hospitales y profesionales para prestar este servicio.
- Salud y Seguridad Ocupacional (SSO): El área de Salud y Seguridad Ocupacional, también conocida como el área de Prevención, es la encargada de prestar servicios de capacitación y programas de prevención de riesgos, de modo de reducir la tasa de accidentes. Esto tiene como objetivo que por un lado las empresas reduzcan su tasa de accidentes, de modo de que tengan que pagar menos por el seguro, y que por otro lado la Mutual deba gastar menos en rehabilitación de los accidentados. Por este motivo, los programas de SSO son adquiridos y cancelados aparte por la empresa adherente.

Este enfoque tridimensional al cliente se puede ver reflejado de la siguiente manera:

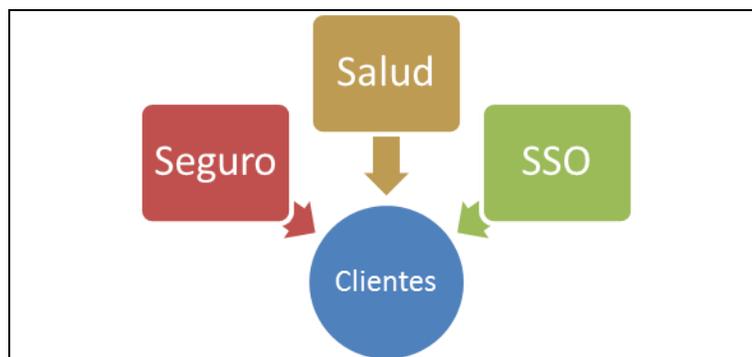


Figura 3-1 - Enfoque tridimensional al cliente

3.4.3. El rol de la prevención para la Mutual

La prevención es todas las actividades, programas o señalizaciones que se implementan en los puestos de trabajo de modo de disminuir la cantidad de accidentes de trabajo. Algunas de las prácticas más comunes son:

- **Certificaciones:** acreditaciones que entrega la Mutual que permiten a las empresas demostrar que poseen cierto nivel de seguridad laboral, que les permitiría acceder a ciertos trabajos.
- **Auditorías:** encuestas que la Mutual realiza sobre las empresas, de modo de demostrar el nivel de seguridad que estas poseen, saber qué programas implementar, aplicar certificaciones, premios, etc.
- **Asesorías:** ayuda a la empresa para determinar sus mayores riesgos laborales, y cómo superarlos.
- **Cursos y talleres:** de capacitación sobre cómo realizar las actividades en forma segura.
- **Programas:** conjunto de prácticas de gestión enfocadas a la empresa para aumentar su nivel de seguridad de forma íntegra.

Con esto, se espera que la prevención sea beneficiosa tanto para la empresa como para el trabajador desde los siguientes puntos de vista:



Figura 3-2 - Impacto de la Prevención en la empresa

Por su parte, la Mutual invierte en Prevención porque por un lado la experiencia le ha dicho que de esta manera reduce sus costos generales de operación, ya que el costo de prevención se debería amortizar con el ahorro en salud, al haber menos trabajadores que rehabilitar. Pero por otra parte, este enfoque se alinea con lo que se conoce como “prácticas sostenibles”, que van enfocadas no solamente en reportar un beneficio económico a la empresa, sino que también hacer de su negocio algo que beneficie a la comunidad en el largo plazo. Esta evolución en la manera de ver la prevención se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 3-3 - Evolución del enfoque de la Prevención dentro de la Mutua

Es por estos motivos que la Mutua de Seguridad ha desarrollado lo que ellos llaman el Programa Empresa Competitiva (PEC), que consiste en un programa al cual las empresas adherentes ingresan que los motiva a ir adquiriendo mayores capacidades en su gestión de seguridad de acuerdo al tipo de empresa que son y al valor que le asignan a la prevención de riesgos. De esta forma se espera que tanto la Mutua como la empresa alcancen sus objetivos de una prevención de riesgos sostenible, mediante este paquete de prácticas de gestión de seguridad.

3.4.4. Modelo de aplicación de la prevención

La forma en que la Mutua aplica la Prevención de Riesgos en las empresas se puede ver resumida en el siguiente esquema:

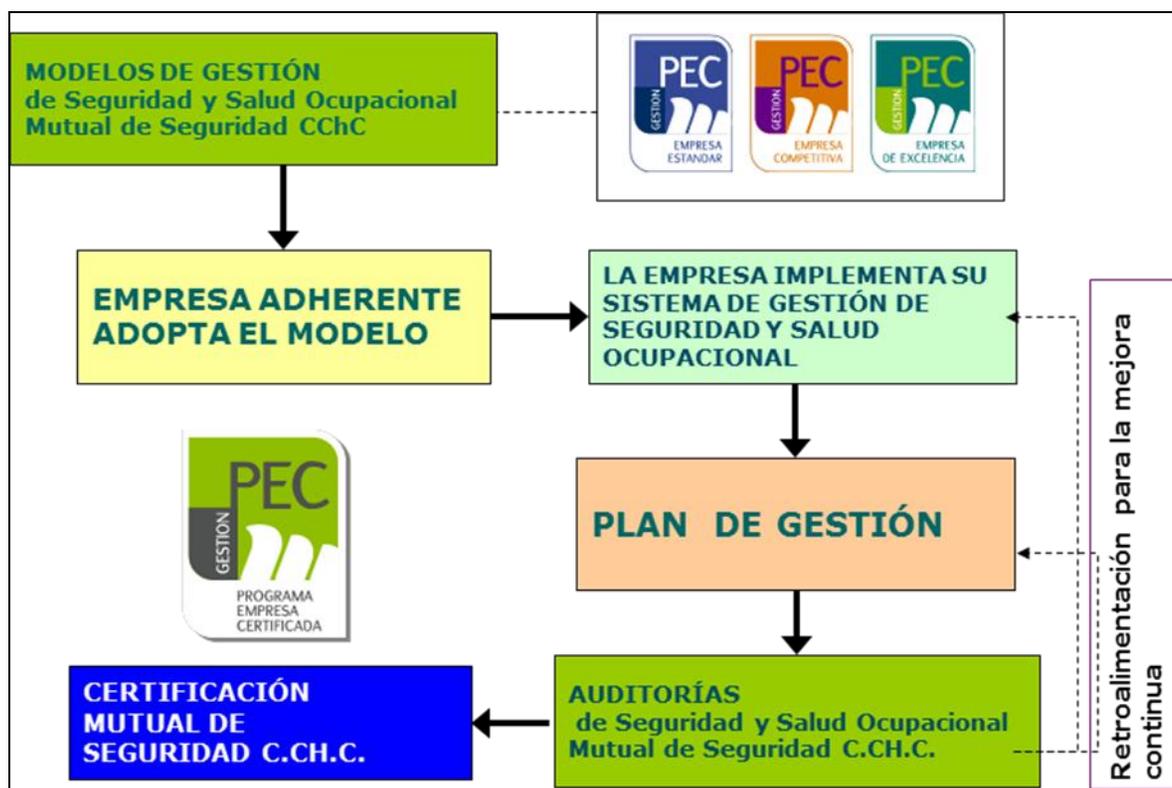


Figura 3-4 - Sistema de Gestión PEC

De aquí se puede ver claramente cómo la Mutual aplica el sistema de gestión PEC en las empresas adherentes, y mediante auditorías levanta los datos sobre las prácticas de gestión implementadas, de modo de poder asignarle la certificación PEC a las empresas. Esta auditoría sirve también como retroalimentación hacia la empresa de qué cosas están funcionando y qué cosas no. Sin embargo, esta información tan solo es aplicable al ámbito del cumplimiento o no de una actividad, pero no existe una correlación entre las prácticas empleadas y la disminución de la accidentabilidad.

3.4.5. Situación actual

Hoy en día la Mutual no sabe el impacto real que tienen sus prácticas de gestión de seguridad. No es capaz de decir qué prácticas generan impacto en la

accidentabilidad, cuál es el impacto de cada una de esas prácticas, y por lo mismo no son capaces de identificar las prácticas que agregan más valor, y qué prácticas se podrían incluso eliminar.

Las prácticas de gestión que se poseen hoy en día han sido desarrolladas en base al juicio de los expertos y a la observación directa. Básicamente, a alguien se le ocurre alguna nueva medida, se debate si tiene algún impacto real o no, y se aplica. Estadísticamente no hay nada que respalde la existencia de estas prácticas, pese a la gran cantidad de datos que se poseen sobre la aplicación de estas prácticas y la tasa de accidentabilidad de cada una de las empresas.

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Origen del Proyecto

El GEPUC (Centro para la Excelencia de la Producción UC) comparte la inquietud sobre cuál es el impacto real de las distintas prácticas de prevención de riesgos, y firma un convenio de cooperación con la Mutual en enero de 2009 para generar una colaboración en la identificación de cuáles son las mejores prácticas de gestión de seguridad en el área de la construcción, con la posibilidad de exportar estos resultados a otras industrias.

Así, este proyecto se ve por ambas partes como una poderosa herramienta que permita por una parte realizar una validación estadística de las variables que afectan a la seguridad en el área de la construcción, y además la posibilidad de encontrar nuevas variables insospechadas.

Para esto, la Mutual de Seguridad puso a disposición su Data Mart de Seguridad y Salud Ocupacional, que es el lugar donde se encuentra la información referente a las distintas prácticas de prevención de riesgos realizadas. Aquí se tiene información respecto al experto que realizó la práctica de prevención, la práctica en sí, la actividad económica de la empresa que realizó la actividad, el tipo de programa implementado, las denuncias de problemas de seguridad, entre otros datos.

4.2. Metodología Empleada

4.2.1. Construcción de la base de datos

La metodología empleada consistió en analizar el Data Mart de Seguridad y Salud Ocupacional del sistema de datos de la Mutual. Dicha base de datos concentra información para cerca de 1.200 empresas de construcción, y las prácticas de prevención realizadas año a año. Además, es posible levantar otro tipo de

información, como el tamaño de la empresa, o construir indicadores tales como la tasa de accidentabilidad o de siniestralidad.

Para construir la base de datos a utilizar, se realizaron las siguientes actividades:

- Filtrar las empresas por rubro, de modo de analizar sólo las empresas del rubro Construcción. Esto dio un total de 1.180 empresas.
- Identificar para cada adherente (empresa), las prácticas de prevención realizadas cada año ligadas a la Mutual de Seguridad. Se identificaron un total de 221 prácticas de prevención distintas.
- Calcular la Tasa de Accidentabilidad para cada año para cada empresa, como variable de respuesta.
- Clasificar a las empresas por Tamaño de Empresa.

Asimismo, para darle un mayor peso estadístico al análisis, se agruparon cada una de las 221 prácticas de prevención en alguna de las variables que se identifican en la literatura especializada sobre la prevención de riesgos. Esto se tradujo en que cada una de las actividades identificadas se clasificó como alguna (y sólo una) de las siguientes siete variables de prevención de riesgos:

- Staff y Equipo de Seguridad
- Compromiso de la Administración
- Entrenamiento Especializado para los Trabajadores
- Programa de Entrenamiento para la Administración
- Actividades exclusivas de la Mutual de Seguridad
- Incentivos de Seguridad
- Documentación de Accidentes e Incidentes

4.2.2. Variables de la base de datos

La base de datos considera que cada registro es la información para cierto año de una empresa del rubro construcción en particular. Luego, para cada registro

tenemos las variables descriptivas originales, las variables descriptivas creadas y la variable de respuesta, que corresponde a la Tasa de Accidentabilidad anual.

Las variables descriptivas originales son:

- Año
- Masa laboral promedio
- Cantidad de Actividades de Prevención realizadas
- Cuántas actividades de prevención se realizaron para cada una de las 221 posibles actividades de prevención.

En base a estas variables, y de modo de facilitar el análisis, se crearon las siguientes variables descriptivas:

- Masa laboral promedio agrupada. Se clasificaron las empresas de acuerdo a su tamaño, en “Microempresas”, empresas “Pequeñas”, “Medianas” y “Grandes”.
- Cantidad de Actividades de Prevención realizadas agrupada. Se buscará una clasificación que arroje los rangos entre los cuales la cantidad de actividades de prevención generan una diferencia estadísticamente significativa con el grupo anterior, si es que existiese.
- La presencia o ausencia de cada una de las 7 variables de prevención identificadas. Tiene un valor 0 si es que no se realizó ninguna actividad de prevención ligada a esa variable, o un 1 si es que se realizaron 1 o más actividades de prevención relacionadas.

Con esto, se tiene un total de

- 1.180 empresas del rubro Construcción.
- 4 años de registros. Datos desde el 2005 hasta el 2008.
- 4.506 registros anuales totales.
- 221 actividades de prevención distintas.
- 7 variables identificadas en las actividades de prevención.

4.2.3. Análisis realizados

El proceso de análisis consistió en una serie de iteraciones que fueron dando forma a los resultados que serán presentados posteriormente.

4.2.3.1. Análisis visual

Se comenzó por un análisis exploratorio y principalmente visual de los datos, de modo de poder formarse una idea de los datos con los que se trabajó. El análisis consistió en graficar las variables descriptivas agrupadas de distinta manera, de modo de poder visualizar alguna posible correlación, que se calculará posteriormente.

Los análisis realizados son gráficos de la Tasa de Accidentabilidad versus (1) el año de toma de los datos, (2) la masa promedio anual, (3) la cantidad total de actividades de prevención y (4) la Tasa de Actividades. Inicialmente se construyeron gráficos de dispersión para la visualización real de la distribución de los datos. Luego, se analizó para cada caso en mayor profundidad algún aspecto que resultase interesante, eliminando los *outliers* que distorsionan la distribución, y generando agrupaciones los de acuerdo a ciertos rangos, de modo de mejorar la visualización y poder efectuar los primeros análisis.

4.2.3.2. Análisis de correlación

Luego del análisis visual de los datos, surgió la idea de analizar las correlaciones entre estos, de modo de corroborar la información visual obtenida, y al mismo modo poder descubrir correlaciones entre las variables descriptivas originales.

El análisis utilizado es el coeficiente de correlación de Pearson, que corresponde a un índice que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. A diferencia de la covarianza, la correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. Este índice va de -1 a 1, siendo -1 una relación lineal perfecta negativa y 1 una relación lineal perfecta positiva. Un valor de 0 indica que no hay relación lineal alguna. En todo caso, la correlación no implica causalidad,

es decir, no significa necesariamente que una variable dependa de la otra, incluso cuando la correlación es muy alta (Pardo y Ruiz, 2002).

Una vez calculado el valor del coeficiente de correlación interesa determinar si tal valor obtenido muestra que las variables X e Y están relacionadas en realidad o tan solo presentan dicha relación como consecuencia del azar. En otras palabras, nos preguntamos por la significación de dicho coeficiente de correlación.

Un coeficiente de correlación se dice que es significativo si se puede afirmar, con una cierta probabilidad, que es diferente de cero. Más estrictamente, en términos estadísticos, preguntarse por la significación de un cierto coeficiente de correlación no es otra cosa que preguntarse por la probabilidad de que tal coeficiente proceda de una población cuyo valor sea de cero.

4.2.3.3. Diferencia de medias

Posteriormente, y a modo de comprobar si es que existe una diferencia estadísticamente significativa para las diferencias que se aprecian en el análisis visual, es que se realizó el test Z para diferencia de medias. Dado que el tamaño muestral es lo suficientemente grande (3.748 registros), todos los análisis que se deseen realizar cumplirán con la condición de que el tamaño de la muestra sea mayor que 30, por lo que no es necesario que los datos distribuyan de forma normal. Este test puede aplicarse en numerosos contextos, para comprobar si la modificación en las condiciones de un proceso (humano o natural) esencialmente aleatorio produce una elevación o disminución de la media poblacional.

En este caso, la modificación de las condiciones consiste en realizar o no alguna práctica de seguridad ligada a alguna de las siete variables identificadas dadas por las actividades de prevención realizadas. En otras palabras, comparar para cada una de las siete variables, la media de la tasa de accidentabilidad del grupo de empresas que no realizó ninguna actividad ligada a esa variable, versus la media de las empresas que realizaron una o más actividades de prevención ligadas a dicha variable.

En términos estadísticos, lo que se quiere probar para cada una de las variables identificadas en la base de datos es la hipótesis nula $H_0: TA_N = TA_S$ versus la hipótesis alternativa $H_A: TA_N > TA_S$ (prueba de una cola), donde TA_N corresponde al promedio de la tasa de accidentabilidad del grupo de empresas que no realizó ninguna práctica de seguridad ligada a esa variable, y TA_S corresponde al promedio de la tasa de accidentabilidad del grupo de empresas que sí realizó al menos una actividad de prevención ligada a esta variable.

Para determinar si se rechaza la hipótesis nula se usará un nivel de significación α de 5%, lo que es posible dada la gran cantidad de datos disponibles. Esto quiere decir que existe un 5% de probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando ésta en realidad es verdadera (error tipo I).

4.2.3.4. Combinación de prácticas

Por último, se buscó la diferencia que hay entre empresas que presentan distintas combinaciones de prácticas de prevención de riesgos. Es decir, la diferencia que hay sobre la tasa de accidentabilidad de las empresas que abarcan distintas combinaciones de variables explicativas. Para esto se utilizaron dos metodologías: el Método de los Grupos y el Método del Árbol de Clasificación.

El Método de los Grupos consiste en identificar todas las posibles combinaciones de presencia de variables de prevención para todas las empresas. La potencia de este análisis es que permite identificar una gran cantidad de combinaciones, lo que permite medir el impacto incremental de distintas variables en distintos escenarios. Sin embargo, algunas combinaciones están presentes en un número muy reducido de registros, lo que le resta significancia estadística a los resultados.

El Método del Árbol de Clasificación utiliza el algoritmo de clasificación de CHAID Exhaustivo, desarrollado por Biggs et al. en 1991, el cual tiene su nombre de las siglas en inglés de CHi-squared Automatic Interaction Detector. Utiliza un test de χ^2 para separar los datos en los dos grupos cuyas medias de la variable de respuesta tengan una diferencia estadísticamente significativa con un $\alpha = 5\%$. Esta

división se hace para la variable cuya presencia o ausencia genere la mayor diferencia entre las medias de la variable de respuesta. Posteriormente, realiza este mismo análisis para cada uno de los grupos creados, hasta que no existan diferencias estadísticamente significativas o se llegue al nivel indicado de subdivisión. Con esto, lo que se obtiene son un grupo de nodos, que cada uno posee una combinación distinta de variables explicativas. Con esto es posible identificar qué combinaciones de variables son más efectivas que otras, e identificar el aporte incremental de cada una de éstas.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Estadísticos Descriptivos de la Muestra

5.1.1. Tasa de accidentabilidad de la industria desde 2005 a 2008

El primer análisis realizado consistió en graficar la tasa de accidentabilidad de las empresas desde el año 2005 hasta el año 2008. Este análisis, si bien no constituye una variable que pueda determinar la accidentabilidad a futuro, ni mucho menos un factor de incidencia en esta, nos permite ver cuál ha sido la evolución de la industria.

Como todos los registros se distribuyen en tan sólo cuatro años, un gráfico de dispersión no permite una correcta visualización de los datos, por encontrarse estos demasiado concentrados. Por este motivo, se opta por el gráfico de caja, que permite ver los valores máximos, mínimos, mediana, y distribución del 50% central de los datos. Para esto, se ordenan todas las empresas según su tasa de accidentabilidad para cada uno de los cuatro años. Allí se puede identificar el mínimo, máximo, mediana, y el corte para el primer cuarto (percentil 25) y para el tercer cuarto (percentil 75). Dichos valores se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 5-1 - Valores significativos de la tasa de accidentabilidad desde 2005 a 2008.

	2005	2006	2007	2008
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00
Percentil 25	2,61	2,61	2,93	2,30
Mediana	8,13	7,66	7,43	6,49
Percentil 75	14,84	14,59	13,79	12,56
Máximo	93,10	120,00	171,43	150,00

Con dichos valores se construye el siguiente gráfico.

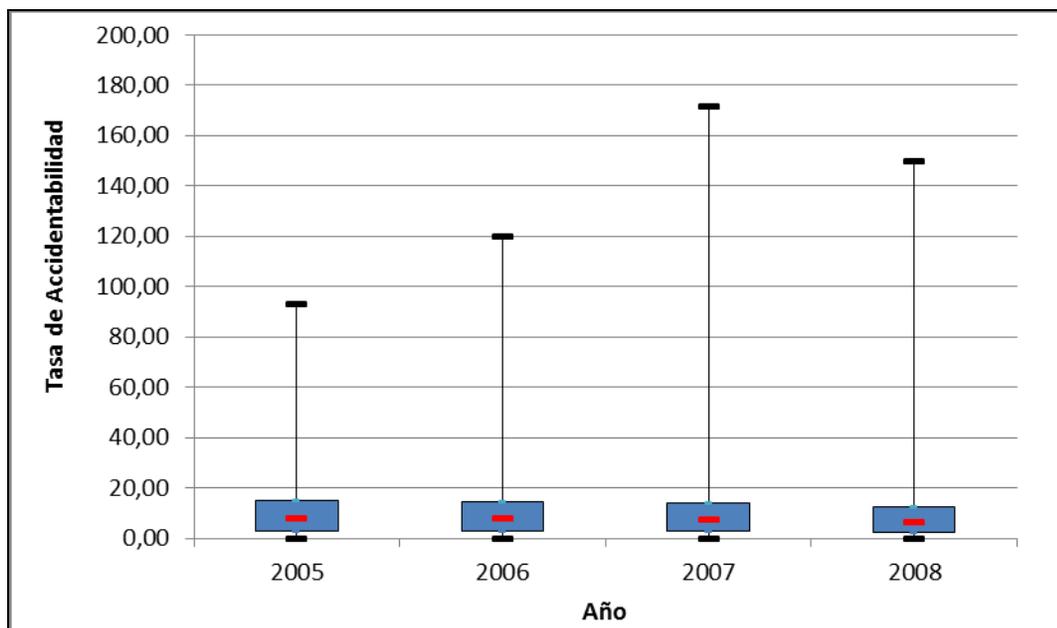


Figura 5-1 - Tasa de accidentabilidad por año de registro. Distribución de los datos.

Se observa que existe una gran dispersión de los datos, producto de que cada año hay al menos una empresa con resultados que han llegado a ser 17 veces peores que el promedio de la industria, como ocurrió en el año 2007. Sin embargo, vemos que a lo largo de los años, el 75% de las empresas han tenido una tasa de accidentabilidad inferior a 15, por lo que en este segmento la variabilidad no es tanta. Si comparamos la desviación estándar del total de la muestra versus la del 50% central de los datos, podemos ver que efectivamente existe una mayor concentración de datos alrededor de la mediana de cada año.

Tabla 5-2 - Desviación estándar de la tasa de accidentabilidad de la muestra.

	2005	2006	2007	2008
Desviación Estándar de la muestra	11,62	11,03	11,45	10,42
Desviación Estándar del 50% central	3,43	3,20	2,99	2,82

Se aprecia que la desviación estándar del 50% central de los datos es casi 4 veces menor que la del total de la muestra. Por lo tanto, para mejorar la visualización de los datos, observaremos sólo los datos que corresponden a una tasa de accidentabilidad inferior a 20.

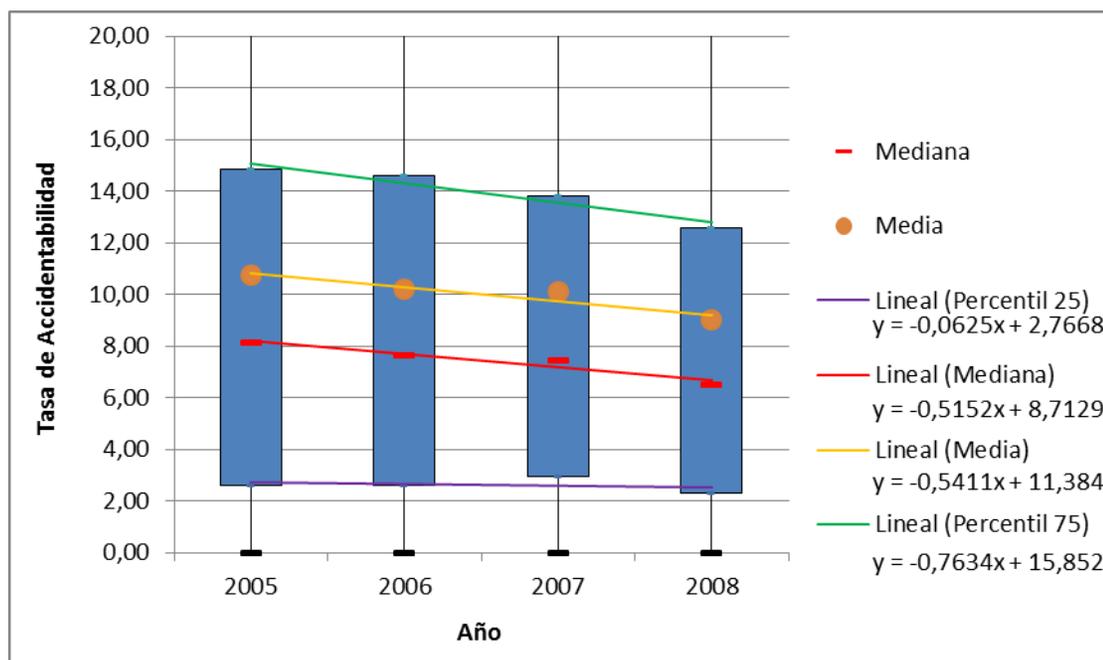


Figura 5-2 - Tasa de accidentabilidad por año de registro. Dispersión bajo TA = 20

En este gráfico se ilustra también la promedio de la tasa de accidentabilidad de cada año, que vemos que siempre está por sobre la mediana. Vemos en este caso que a lo largo de los años, la tasa accidentabilidad promedio de la industria de la construcción ha presentado una disminución constante de 0,54, con un ajuste (R^2) del 88%. Esta disminución ha sido menor para el caso de la mediana, con una disminución de 0,52 anual y un ajuste del 93%. Asimismo, la cota del tercer cuarto también ha presentado una disminución sostenida de 0,76 con un 92% de ajuste. Por su parte, el primer cuarto ha presentado una disminución casi nula, de 0,06 por año, con sólo un 10% de ajuste. Esto nos muestra cómo, aparte de la disminución

sostenida que ha presentado la tasa de accidentabilidad de las distintas empresas, también ha disminuido la dispersión de los datos, estando mucho más concentrados en 2008 que en los tres años anteriores. Así, la desviación estándar del 50% central de los datos pasó de 3,43 en 2005 a 2,82 en 2008. Esta compresión hacia una menor tasa de accidentabilidad, junto al estancamiento de la tasa de accidentabilidad del percentil 25, nos habla de que cada vez se hace más difícil para las empresas el disminuir más su tasa de accidentabilidad, cuando llega a tasas de accidentabilidad del orden de 3,0.

Al comparar estos valores con los que generalmente se entregan en la literatura, vemos que estos valores generan promedio más altos que los que normalmente se reportan. Esta situación la podemos atribuir a que para este estudio, el análisis se realizará tomando a cada empresa como una unidad base, independiente de la cantidad de trabajadores, que será una de las variables a analizar. Dado esto, el que existan empresas con muchos trabajadores con una baja tasa de accidentabilidad no colabora en la disminución de la tasa promedio de la muestra. Para ilustrar esta hipótesis, en el siguiente gráfico se muestra la tasa de accidentabilidad promedio anual, ponderada por la cantidad de trabajadores de cada empresa.

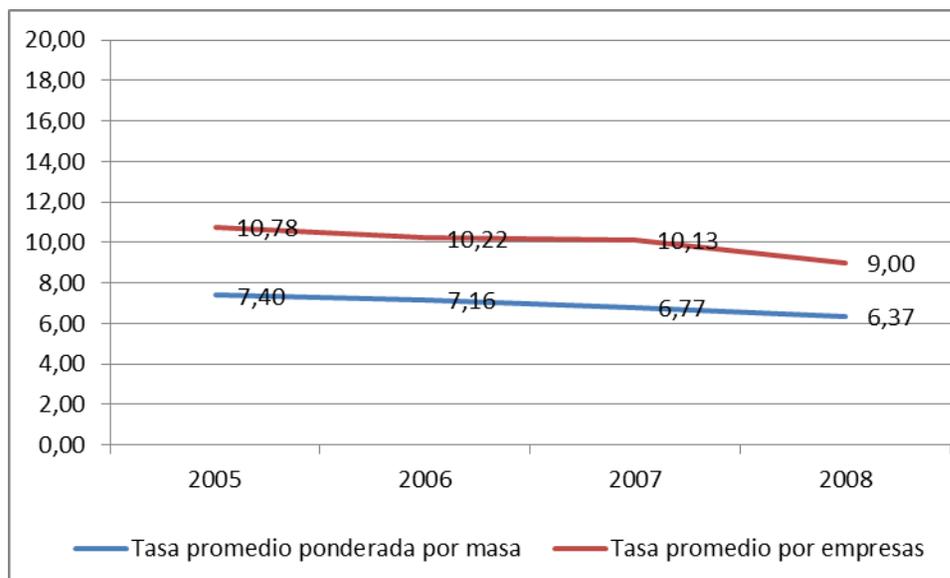


Figura 5-3 - Comparación de tasas promedio anuales, promedio empresas versus ponderada por masa

Efectivamente vemos que el promedio ponderado por la masa de las empresas entrega un valor inferior que al promediar la tasa de cada una de las empresas. Este valor es mucho más acertado a la hora de hablar de la tasa de la industria, ya que refleja el número real de personas accidentadas respecto al total de trabajadores. Sin embargo, para este estudio se utilizará el promedio por empresas, de modo de analizar la masa laboral de las empresas como una variable independiente más.

Cabe mencionar que existen teorías que proponen que las empresas han tendido a aumentar el subreporte de accidentes, con la finalidad de evitar un aumento en su cotización de seguridad. Sin embargo, no es posible refutar esta teoría con los datos actuales, por lo que no forma parte del presente estudio.

Para demostrar que esta disminución en la tasa de accidentabilidad no es coincidencia ni producto del azar, trataremos de determinar si es que existe alguna correlación entre en año en que se han tomado los registros y la tasa de accidentabilidad. Con esto, se busca corroborar la hipótesis de que año a año, disminuye la tasa de accidentabilidad.

Tabla 5-3 - Correlación con Año

		Tasa de Accidentabilidad	Año
Tasa de Accidentabilidad	Correlación de Pearson	1	-,054
	Sig. (bilateral)		,000
	N	4506	4506
Año	Correlación de Pearson	-,054	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	4506	4506

Vemos que la correlación, si bien es muy baja, es negativa. Eso querría decir que año a año existe una disminución de la tasa de accidentabilidad, la que sin embargo es muy baja, por no decir nula. Por otro lado, esta correlación es estadísticamente significativa, ya que para este análisis se utilizaron los 4.506 registros disponibles.

Se desprende de acá que sí es posible generar una disminución de la tasa de accidentabilidad de la industria de la construcción a lo largo del tiempo. Sin embargo, vemos que esta disminución va de la mano con una disminución de la dispersión de los datos, acercándose cada vez más las empresas al promedio. Esto se puede deber a que es más difícil disminuir la tasa de accidentabilidad en la medida que ésta sea cada vez más pequeña.

5.1.2. Tasa de accidentabilidad versus masa promedio anual

El segundo análisis consistió en comparar la tasa de accidentabilidad de las empresas según su masa promedio anual, mediante un gráfico de dispersión de datos. Aquí se incluyen todos los datos anuales con los que se cuentan de cada empresa, ya que se desea incluir el efecto de las empresas cuya masa promedio anual cambia de un año para otro.

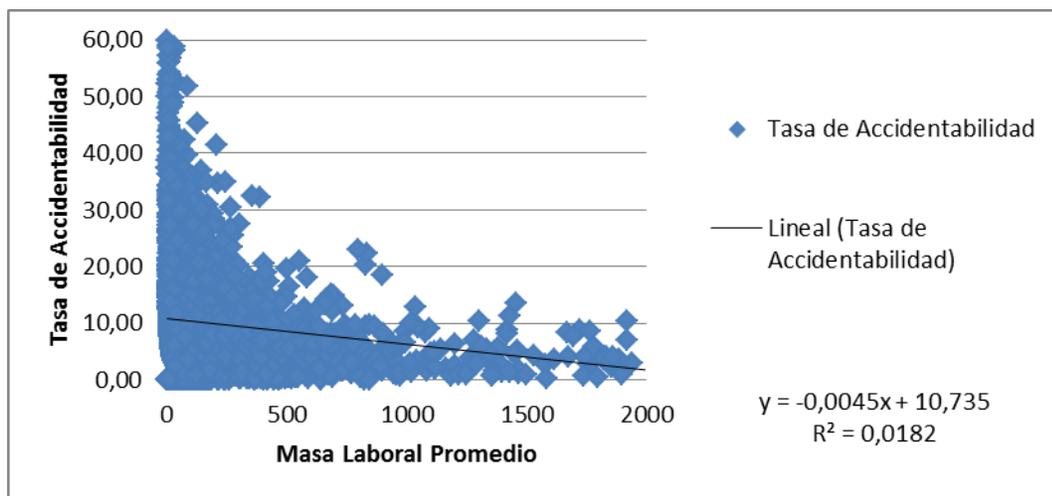


Figura 5-4 - Tasa de Accidentabilidad versus Masa Promedio Anual.

Al analizar la tasa de accidentabilidad con la masa laboral promedio anual, vemos que existe una correlación negativa, es decir a medida que las empresas son más grandes, tienen una menor tasa de accidentabilidad. Esto, pese a que la tasa de accidentabilidad corresponde a la cantidad de accidentes por cada 100 trabajadores, es decir, es una variable que controla según la masa. Por lo tanto, esto haría pensar que en la medida que aumenta el tamaño de una empresa, la cantidad de accidentes en dicha empresa no aumentan proporcionalmente. Esto hace suponer que empresas más grandes son más eficientes que las empresas más pequeñas.

La línea de tendencia lineal explica por sí sola el 1,8% de la variabilidad de la tasa de accidentabilidad, producto de que en las empresas de menor tamaño la dispersión de los datos es muy grande.

Sin embargo, para demostrar que esta disminución no es producto del azar, se analizará la correlación de la masa laboral del total de registros con la tasa de accidentabilidad, y así también con el año de cada registro.

Tabla 5-4 - Correlación con Masa Promedio Anual

		Tasa de Accidentabilidad	Año	Masa Promedio
Tasa de Accidentabilidad	Correlación de Pearson	1	-,054	-,135
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	4506	4506	4506
Año	Correlación de Pearson	-,054	1	,027
	Sig. (bilateral)	,000		,070
	N	4506	4506	4506
Masa Promedio	Correlación de Pearson	-,135	,027	1
	Sig. (bilateral)	,000	,070	
	N	4506	4506	4506

Vemos que nuevamente existe una correlación negativa entre esta variable y la tasa de accidentabilidad, de mayor magnitud que la correlación con el Año, pero que de todas formas es baja. Sin embargo, el hecho de que sea negativa y estadísticamente significativa, confirma que a mayor masa promedio anual disminuye la tasa de accidentabilidad, lo que se puede interpretar como que las empresas de mayor tamaño son más eficientes en la prevención de riesgos.

Por otro lado, vemos que esta variable no presenta una correlación estadísticamente significativa con la variable Año, por lo que no merece interpretación alguna.

La masa laboral permite dividir los registros según el tamaño de empresa, y comparar lo que sucede para la micro, pequeña, mediana y gran empresa, utilizando la división detallada en la ley 20.416.

Tabla 5-5 - Clasificación de empresas según el número de empleados.

Tipo de empresa	Número de empleados
Microempresa	Hasta 9
Pequeña empresa	10 – 49
Mediana empresa	50 – 199
Gran empresa	200 o más

Dado que esta clasificación es para un momento dado, no considera datos con decimales, los que se generan en nuestro caso al usar el promedio. Por lo tanto, utilizaremos cada intervalo hasta el límite inferior del intervalo siguiente. Así, una empresa con 9,5 trabajadores promedio será catalogada como “Microempresa”.

En primer lugar, compararemos la conformación de la base de datos de la Mutual con los datos a nivel país, obtenidos de la primera Encuesta longitudinal a Empresas del Ministerio de Economía.

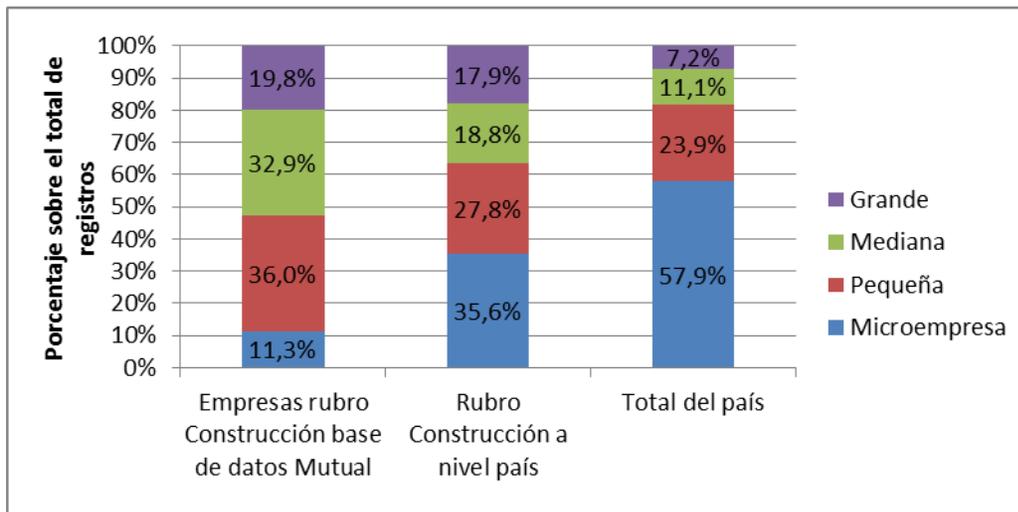


Figura 5-5 - Distribución de empresas según tamaño

Vemos que en el rubro de la Construcción a nivel país las empresas en promedio son de mayor tamaño que el total nacional. Esta tendencia está acrecentada en la base de datos de la Mutual, lo que nos habla de que a menor cantidad de

trabajadores, las empresas optan menos por ser parte de este sistema de prevención y salud ocupacional privado. Para efectos estadísticos, vemos que las empresas Grandes, Medianas y Pequeñas ocupan una mayor proporción en la base de datos de la Mutual que a nivel país, es desmedro de las Microempresas. Esto nos proporciona resultados más confiables en estos rangos, pero plantea cierta incertidumbre sobre el comportamiento de la tasa de accidentabilidad en el rango de las Microempresas.

Para cada una de estas divisiones se evaluará si es que dentro de cada rango existe o no una correlación entre la masa laboral y la tasa de accidentabilidad, para luego comparar si existe diferencia entre los distintos tipos de empresas. Para una mejor comparación entre los gráficos, se limitará el eje de las ordenadas hasta una tasa de accidentabilidad de 90.

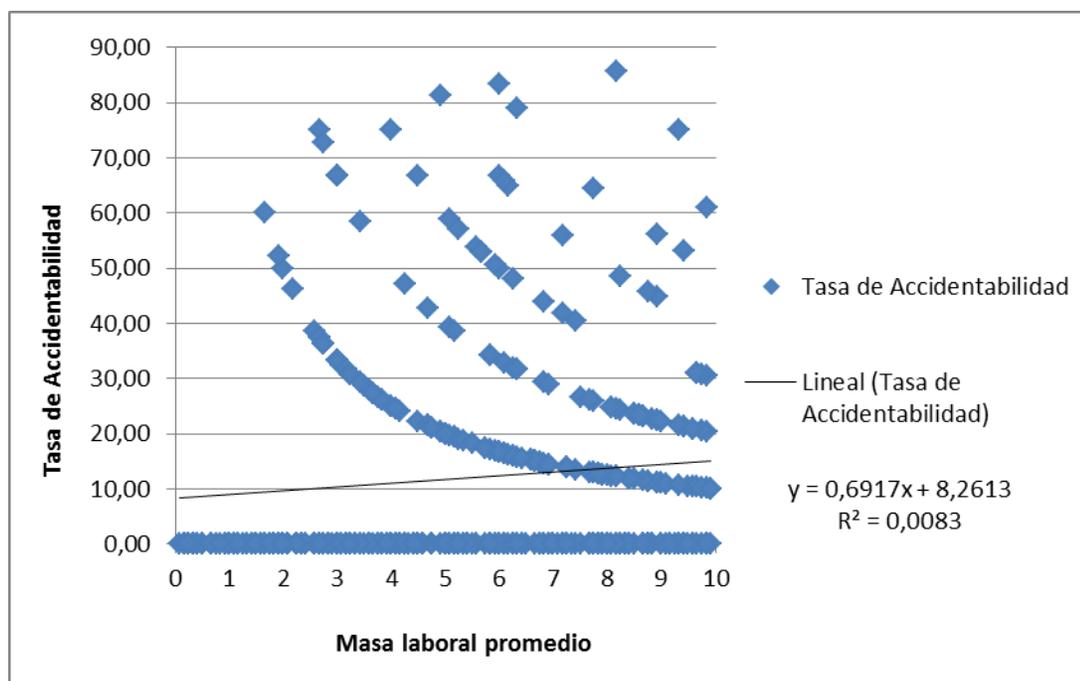


Figura 5-6 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para Microempresas

Para las Microempresas se aprecia una gran dispersión respecto a la línea de ajuste, la cual explica menos del 1% de la variabilidad de la tasa de accidentabilidad de las microempresas. Aquí vemos que la línea de tendencia tiene una pendiente positiva, de 0,69 puntos en la tasa de accidentabilidad por cada trabajador adicional. Este fenómeno se explica porque la mayoría de las empresas tienen una tasa de accidentabilidad 0. Por lo tanto, si quitamos este grupo de empresas del análisis, existe una disminución considerable de la tasa de accidentabilidad según la cantidad de trabajadores, de aproximadamente 5,5 puntos por cada trabajador en la empresa.

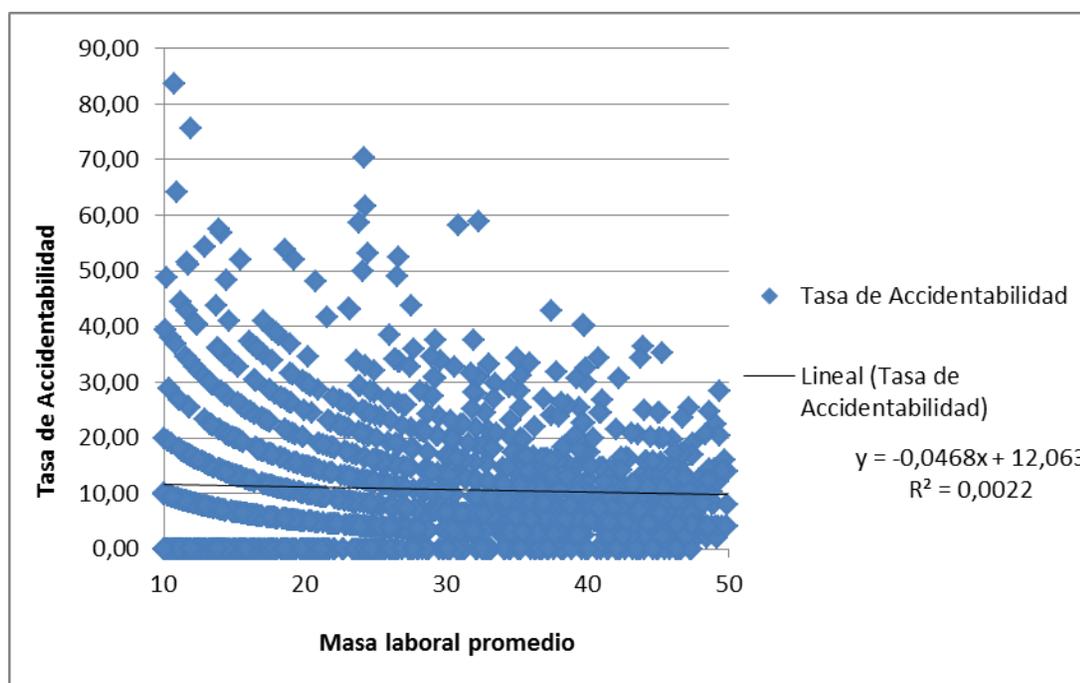


Figura 5-7 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para empresas Pequeñas

Para las Empresas Pequeñas se aprecia también un bajo ajuste respecto a la línea de tendencia, la cual explica prácticamente un 0% de la variabilidad de la tasa de accidentabilidad de las Empresas Pequeñas, por lo que no constituye un muy buen

indicador. Sin embargo, vemos que la tendencia es prácticamente nula, salvo una disminución de la dispersión en la medida que aumenta el número de trabajadores. Esto podría indicar que sí existe una correlación negativa entre ambas variables.

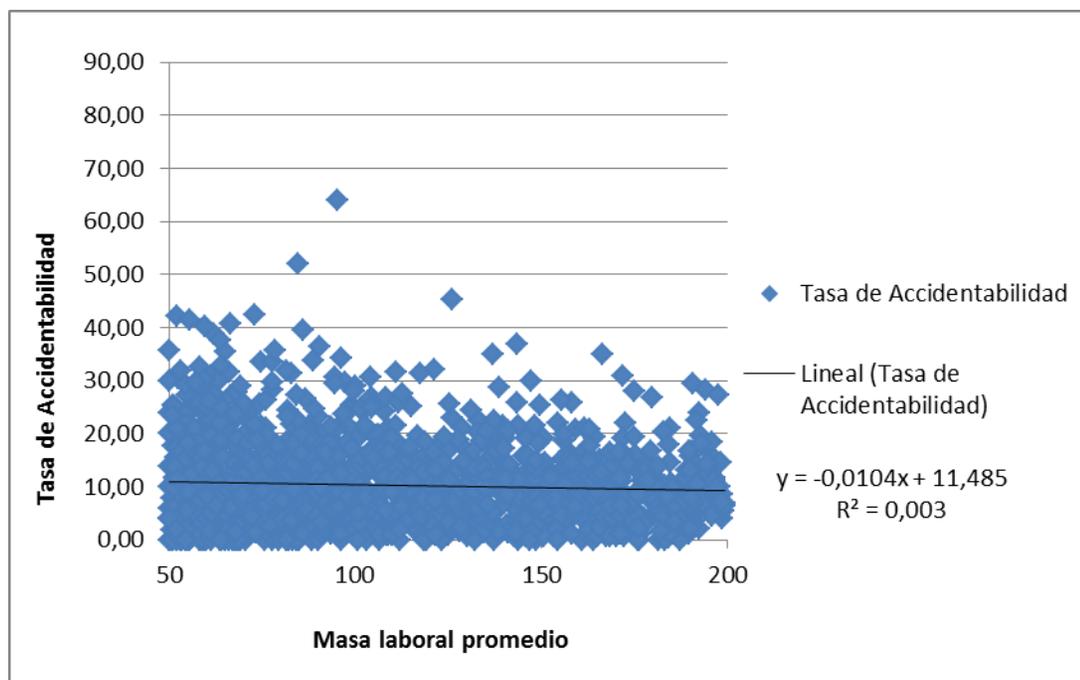


Figura 5-8 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para empresas Medianas

El rango de las Empresas Medianas es aquel que agrupa una mayor cantidad de registros. La línea de ajuste explica menos del 1% de la variabilidad de la tasa de accidentabilidad de estas empresas. Asimismo, se aprecia que la correlación entre el tamaño de la empresa y la tasa de accidentabilidad es muy baja, lo que se condice con el hecho de que esta última medida está controlada por la masa. En otras palabras, se puede asumir que la frecuencia de accidentes en este rango no está relacionada con el tamaño de la empresa.

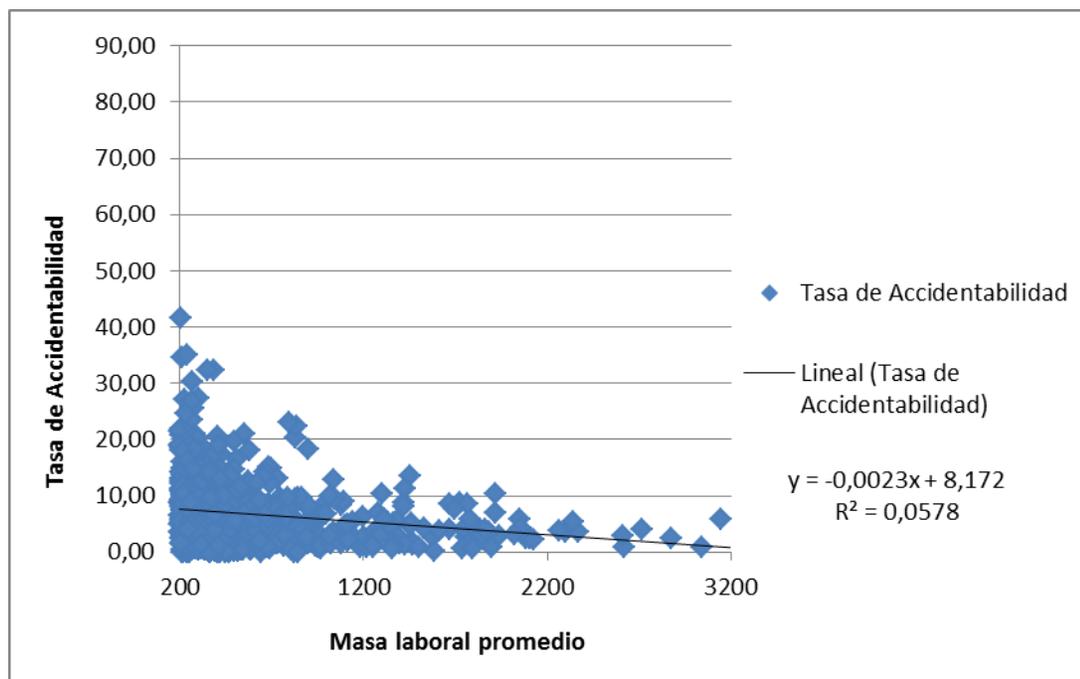


Figura 5-9 - Tasa de accidentabilidad según cantidad de trabajadores para empresas Grandes

Para el rango de las Grandes Empresas, el cual agrupa empresas que son hasta 20 veces más grandes que otras empresas del mismo rango, pareciera que existe una correlación entre el tamaño de la empresa y la tasa de accidentabilidad, que indica que empresas más grandes tienen una menor tasa de accidentabilidad. Sin embargo, la disminución en la tasa por cada trabajador es muy pequeña, por lo que esta disminución es considerable sólo cuando existe una diferencia considerable de la masa laboral de la empresa. Para efectos prácticos, se puede asumir que al igual que para las empresas medianas, la frecuencia de accidentes no está relacionada con la masa, lo se condice con la construcción del indicador de Tasa de Accidentabilidad. Sin embargo, no se puede dejar de mencionar que esta curva explica tan sólo un 5,78% de la variabilidad de la tasa de accidentabilidad según la masa.

Luego, realizamos el análisis de correlación por tamaño de empresa. Los resultados de estos análisis se agrupan en la siguiente tabla:

Tabla 5-6 - Correlación Tasa de Accidentabilidad con Masa Laboral según clasificación de empresas por tamaño

	<i>Microempresas</i>	<i>Pequeñas</i>	<i>Medianas</i>	<i>Grandes</i>	<i>Total</i>
Cantidad de registros	510	1623	1482	891	4506
Coefficiente de correlación	0,09	-0,05	-0,06	-0,24	-0,13
Significancia bilateral	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Media	11,86	10,82	10,41	6,84	10,01
Desviación estándar	21,13	11,08	8,00	5,44	11,14

Vemos que efectivamente existe una correlación negativa estadísticamente significativa para cada uno de los tipos de empresa, salvo las microempresas, siendo la de mayor magnitud la de las Grandes Empresas. Para las empresas Pequeñas y Medianas, esta correlación se encuentra en un rango bajo. Sin embargo, que la correlación sea tan baja permite asumir que en este grupo de empresas la cantidad de trabajadores no tiene un impacto importante sobre la tasa de accidentabilidad.

Se aprecia también que, tal como se comentó para los análisis gráficos individuales, existe una disminución de la varianza de los datos en la medida que aumenta el tamaño de la empresa.

Se aprecia una disminución en la media de la tasa de accidentabilidad según el tamaño de la empresa, pero sólo las Grandes Empresas poseen una tasa de accidentabilidad promedio inferior al promedio de todos los registros. Esto se ilustra en el siguiente gráfico, que tiene el eje de las abscisas en el promedio del total de registros (tasa de accidentabilidad de 10,01).

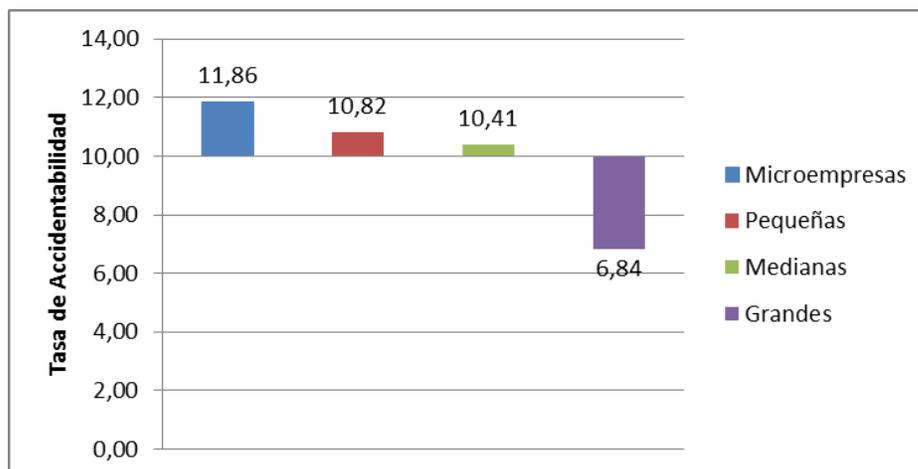


Figura 5-10 - Tasa de accidentabilidad promedio por tamaño de empresa

Para determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas, se realiza un test z de diferencia de medias entre cada una de las clasificaciones y la clasificación siguiente, con lo que se tienen tres test (Microempresas versus Empresas Pequeñas, Empresas Pequeñas versus Empresas Medianas, y Empresas Medianas versus Grandes Empresas). Se utiliza el test z para muestras con varianzas conocidas de una cola, ya que lo único que interesa evaluar es si la media es menor que la del tipo de empresa anterior. Los resultados de estos test se agrupan en la siguiente tabla:

Tabla 5-7 - Resultados test z para diferencias de medias de tasa de accidentabilidad entre tipos de empresas

	<i>Microempresas</i>	<i>Pequeñas</i>	<i>Medianas</i>	<i>Grandes</i>
Media	11,86	10,82	10,41	6,84
Varianza (conocida)	446,59	122,72	64,02	29,54
Observaciones	510	1623	1482	891
Diferencia hipotética de las medias	0	0	0	
z	1,07	1,20	12,92	
P(Z<=z) una cola	0,14	0,12	0,00	

Vemos que entre los tres primeros rangos no existe una diferencia estadísticamente significativa que nos permita afirmar que a mayor tamaño de empresa, menor es la media de la tasa de accidentabilidad. Esta diferencia sí es estadísticamente significativa entre estos tres grupos y las Grandes Empresas. Con esto, es posible afirmar que las empresas de más de 200 trabajadores tienen mejores desempeños de seguridad que las empresas con menos trabajadores.

5.1.3. Tasa de accidentabilidad versus cantidad total de actividades de prevención

Al graficar la tasa de accidentabilidad versus la cantidad de actividades de prevención, se observa una correlación negativa entre la tasa de accidentabilidad de las empresas y la cantidad de actividades de prevención que realizan, lo que reafirmaría la teoría de que entre más actividades de prevención se hagan, mejor es el resultado. Sin embargo, la magnitud de esta correlación es baja.

Cabe mencionar que acá sólo están registradas las actividades de prevención que la Mutual de Seguridad apoya en su realización y que por lo tanto tiene conocimiento de ellas y lo almacena en sus registros. Esto implica que muchas empresas aparecen con ninguna actividad de prevención, lo que no que significa que no hagan ninguna actividad, sino que sólo corresponde a los registros donde no hay actividades de prevención registradas por la Mutual de Seguridad.

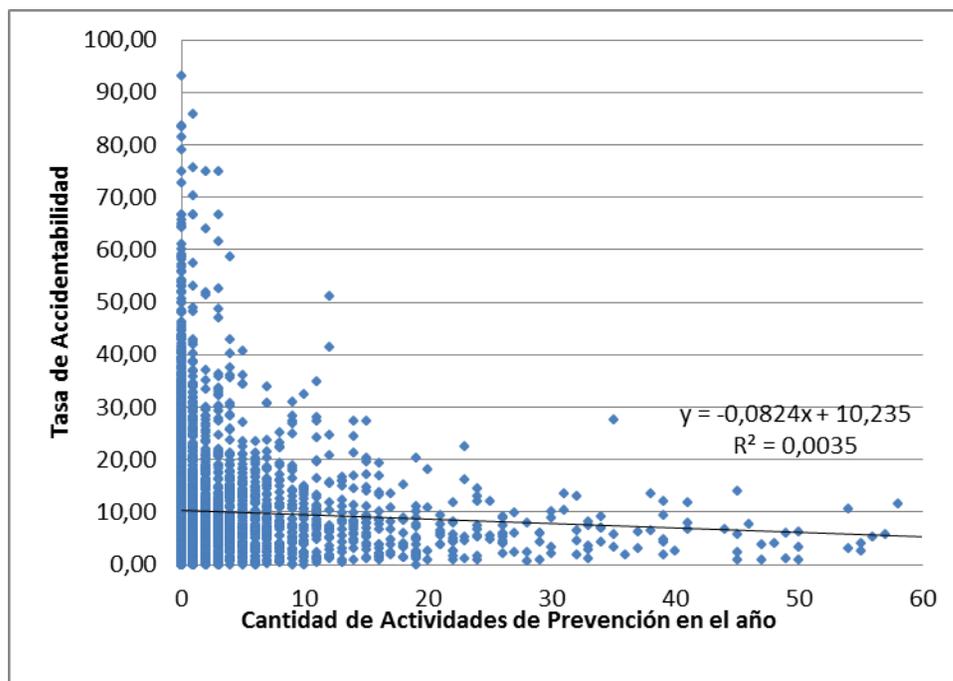


Figura 5-11 - Gráfico de dispersión de la tasa de accidentabilidad según cantidad de actividades de prevención en un año

Se observa que existe una gran concentración de registros de empresas que realizan menos de cinco actividades de prevención al año. Así también, en dicho rango existe una mayor dispersión de los datos, donde se observan los peores resultados. Esta dispersión provoca que no exista una correlación muy fuerte entre la cantidad de actividades y la tasa de accidentabilidad.

Tabla 5-8 - Correlación con cantidad total de actividades de prevención al año

		Tasa de Accidentabilidad	Año	Masa Promedio	Total de Actividades
Tasa de Accidentabilidad	Correlación de Pearson	1	-,054	-,135	-,059
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	4506	4506	4506	4506
Año	Correlación de Pearson	-,054	1	,027	,166
	Sig. (bilateral)	,000		,070	,000
	N	4506	4506	4506	4506
Masa Promedio	Correlación de Pearson	-,135	,027	1	,515
	Sig. (bilateral)	,000	,070		,000
	N	4506	4506	4506	4506
Total de Actividades	Correlación de Pearson	-,059	,166	,515	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	
	N	4506	4506	4506	4506

Vemos que se confirma la hipótesis de que a mayor cantidad de actividades de prevención, menor es la tasa de accidentabilidad, con un porcentaje de confiabilidad altísimo. Sin embargo, vemos que la magnitud de esta correlación es muy baja, por lo que se podría afirmar que el impacto de hacer más actividades de prevención no es tal alto.

Sin embargo, no es posible apreciar la cantidad de empresas que no realizan ninguna actividad de prevención ligada a la Mutua de Seguridad, lo que se muestra en el siguiente gráfico.

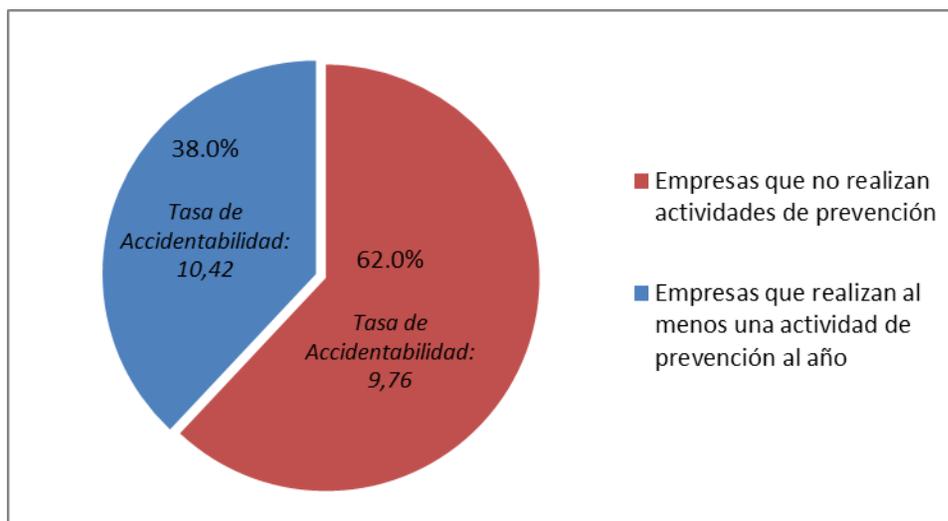


Figura 5-12 - Porcentaje de empresas que realizan actividades de prevención ligadas a la Mutual de Seguridad

Vemos que la mayoría de los registros (62,0%) corresponde a empresas que no realizaron actividades de prevención en el transcurso de un año. Sin embargo, la tasa de accidentabilidad promedio de este grupo es un 6,6% menor que la tasa de accidentabilidad de las empresas que sí realizan actividades de prevención, usando como base la tasa de accidentabilidad promedio del total de registros. Esta diferencia es estadísticamente significativa con un nivel de significancia de 2,1%. Lo anterior se explica porque la gran mayoría de las empresas que realizan actividades de prevención han sufrido accidentes, lo que se observa en el siguiente gráfico.

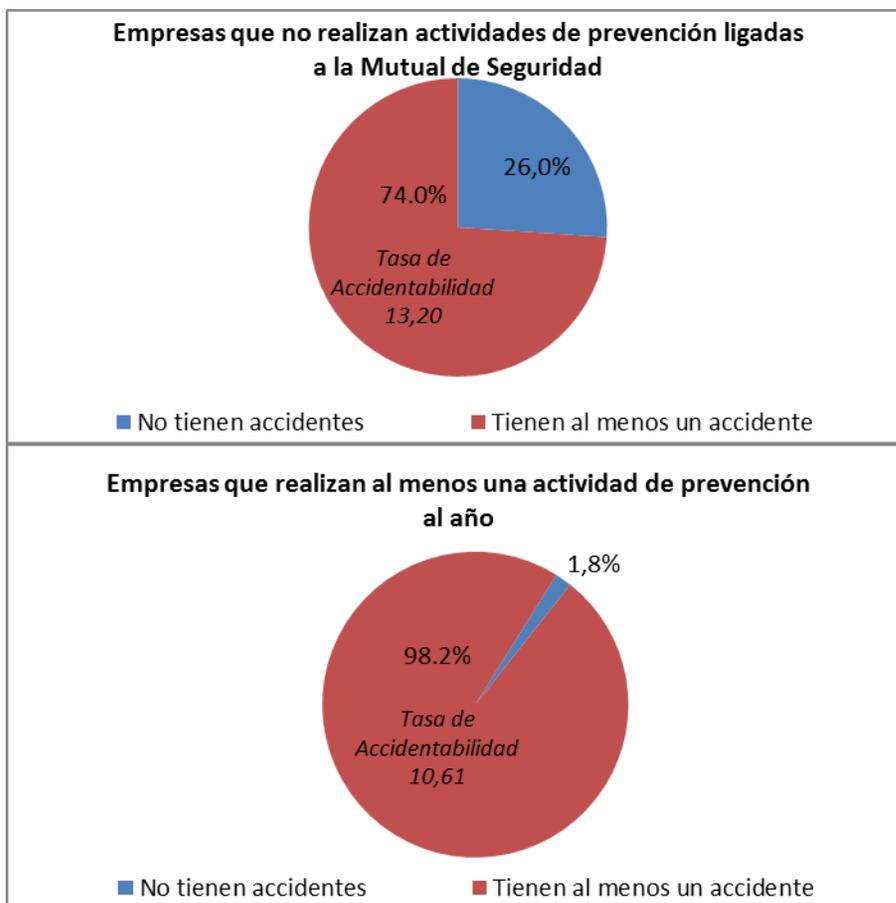


Figura 5-13 - Porcentaje de empresas que registraron al menos un accidente en un año, separado por la realización de actividades de prevención ligadas a la Mutual de Seguridad

Podemos apreciar que en el grupo de registros de empresas que no realizan actividades de prevención, más de un cuarto de los casos corresponde a empresas que no tienen accidentes en el transcurso aquel año, lo que corresponde a un 16,1% del total de registros. Por el contrario, este porcentaje disminuye hasta un 1,8% de los registros de empresas que sí realizan actividades de prevención, lo que corresponde a un 0,7% del total. Esto nos permite suponer que la prevención en la mayoría de las empresas es de carácter “reactivo”, es decir, comienza luego de que

un accidente ha afectado a la empresa. Sin embargo, esta teoría no forma parte de este estudio, por lo que se dejará planteada para estudios posteriores.

Respecto a los resultados de las empresas que han sufrido accidentes, vemos que las empresas que realizan actividades de prevención tienen una tasa de accidentabilidad 19,6% inferior que las empresas que no realizan actividades de prevención, diferencia estadísticamente significativa. Este análisis excluye el efecto distorsionador de las empresas que no realizan actividades de prevención y que no tienen accidentes, y confirma la hipótesis de que las empresas que realizan actividades de prevención tienen menos accidentes que aquellas que no realizan dichas actividades.

Pero para realizar un análisis más profundo sobre la cantidad de actividades, se realizó una búsqueda de los intervalos de cantidad de actividades que tienen una diferencia estadísticamente significativa entre ellos, en las empresas que han sufrido accidentes, obteniendo los siguientes:

Tabla 5-9 - Resultados test z para diferencias de medias de tasa de accidentabilidad según cantidad de actividades de prevención anuales. Grupos con diferencias estadísticamente significativas.

	<i>0 actividades</i>	<i>1 a 2 actividades</i>	<i>3 a 7 actividades</i>	<i>8 a 10 actividades</i>	<i>11 o más actividades</i>
Media	13,20	11,89	10,88	9,04	7,71
Varianza (conocida)	148,50	115,78	90,76	51,21	43,96
Observaciones	2065	717	543	123	300
Observaciones (%)	55,1%	19,1%	14,5%	3,3%	8,0%
Diferencia hipotética de las medias	0	0	0	0	
z	2,71	1,76	2,41	1,78	
P(Z<=z) una cola	0,00	0,04	0,01	0,04	
Valor crítico de z (una cola)	1,64	1,64	1,64	1,64	

Estos cinco intervalos fueron construidos con el mínimo de actividades de prevención que generaran una diferencia estadísticamente significativa con el grupo anterior, con un α de 5%.

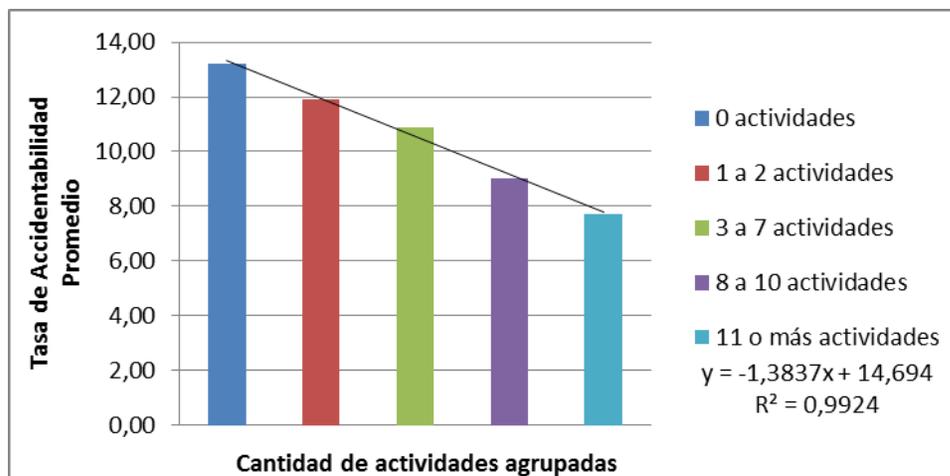


Figura 5-14 - Tasa de accidentabilidad promedio agrupada en rangos de cantidad de actividades de prevención anuales con diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Como se puede apreciar, existe una disminución constante entre cada uno de los cinco grupos, de aproximadamente 1,38 puntos en la tasa de accidentabilidad, la cual tiene un ajuste del 99,24%, y es estadísticamente significativa para cada uno de los saltos entre los grupos. En otras palabras, existe evidencia estadística suficiente para demostrar que a mayor cantidad de actividades de prevención, menor es la tasa de accidentabilidad.

Sin embargo, vemos que luego de una cierta cantidad de actividades de prevención, no existe un mayor impacto en realizar aún más actividades (11 actividades en este caso). Esta cantidad de actividades la denominaremos “cantidad de rotura”, que corresponde al límite en el cual el continuar invirtiendo en actividades de prevención no tiene un impacto en disminuir aún más la tasa de

accidentabilidad. Esta cantidad existe para cada tipo de empresa, y es motivo de otro estudio el determinar dicha cantidad según el tamaño o tipo de empresa.

El segundo análisis visual que se ha realizado corresponde a desagregar los datos según el tipo de empresa de acuerdo a su tamaño, ya que es de suponer que las empresas de mayor tamaño realizan una mayor cantidad de actividades de prevención.

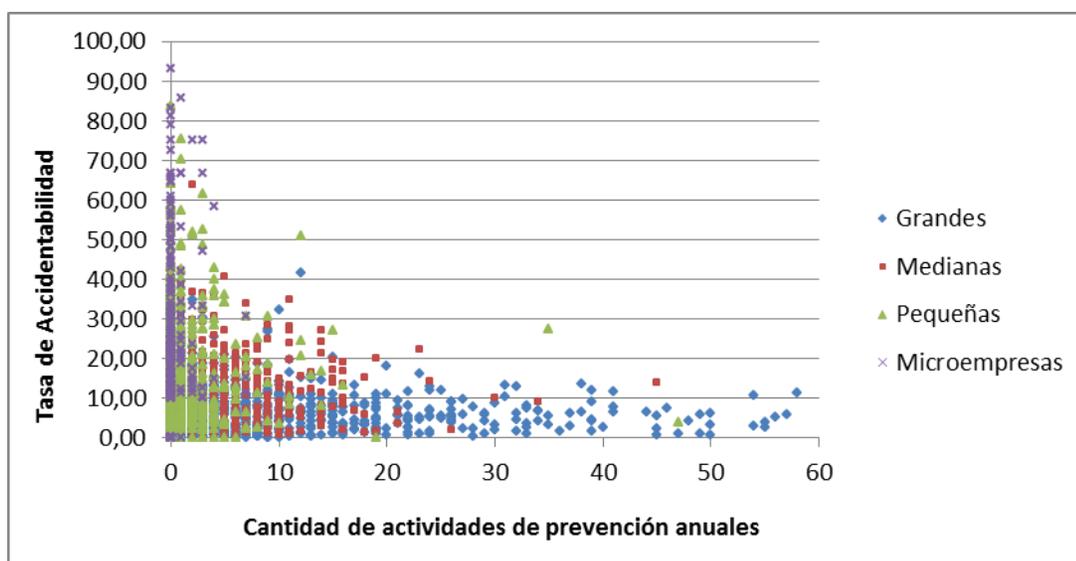


Figura 5-15 - Tasa de accidentabilidad promedio según cantidad de actividades de prevención al año por tamaño de empresa

Vemos que las Microempresas no realizan más de 5 actividades al año, y junto a esto, son las que tienen los peores resultados de tasa de accidentabilidad. Esto habla de que en este tipo de empresas la prevención es poca y los resultados son malos.

Por su parte, las empresas Pequeñas generalmente realizan menos de 15 actividades de prevención al año, teniendo mejores resultados que las Microempresas. Estos resultados son muy similares a los de las empresas

Medianas, quienes llegan a realizar 20 actividades de prevención al año, y sin embargo, los resultados son sólo un poco mejor que los de las empresas Pequeñas. Finalmente, las Grandes empresas realizan hasta 60 actividades de prevención al año en general, pudiendo incluso a llegar a hacer más de 140 en algunos casos. Los resultados de este grupo de empresas son considerablemente mejores que los del resto de la industria. Sin embargo, no se aprecia una mejoría en los resultados en la medida que se hagan más actividades de prevención, por sobre las 20 actividades anuales.

Al realizar un test de diferencia de medias, podemos ver que el promedio de actividades de prevención al año tiene una diferencia estadísticamente significativa entre los distintos tipos de empresas según tamaño. En otras palabras, empresas más grandes realizan más actividades de prevención al año.

Tabla 5-10 - Resultados para test z de diferencia de medias de cantidad de actividades de prevención al año según tipo de empresa por tamaño

	<i>Microempresas</i>	<i>Pequeñas</i>	<i>Medianas</i>	<i>Grandes</i>
Media cantidad de actividades	0,18	0,68	1,91	9,04
Varianza (conocida)	0,56	4,83	14,04	237,67
Observaciones	510	1623	1482	891
Diferencia hipotética de las medias	0	0	0	
z	-7,81	-11,03	-13,58	
P(Z<=z) una cola	0,00	0,00	0,00	

Si conjugamos estas diferencias con las demostradas anteriormente sobre la diferencia en la tasa de accidentabilidad según el tamaño de empresa, tenemos otra herramienta para demostrar que las empresas que realizan más actividades de prevención son aquellas que tienen mejores desempeños de seguridad.

Del mismo modo, se analiza la correlación entre la cantidad de actividades de prevención anuales y la tasa de accidentabilidad, para cada uno de los tipos de empresas clasificados según su tamaño.

Tabla 5-11 - Correlación entre la tasa de accidentabilidad y la cantidad de actividades de prevención, por tipo de empresa según tamaño

	<i>Microempresas</i>	<i>Pequeñas</i>	<i>Medianas</i>	<i>Grandes</i>
Coeficiente de correlación de Pearson	0,19	0,09	0,03	-0,09
Significancia	0,00	0,00	0,10	0,00
Cantidad de Observaciones	510	1623	1482	891

Al hacer esta subdivisión, podemos ver que la única correlación negativa es para las empresas grandes, la que además es de muy baja magnitud. Por el contrario, para las Micro y Pequeñas empresas, la correlación es positiva. Cabe mencionar que estas empresas realizan menos de una actividad en promedio, por lo que es de suponer que en su mayoría estas empresas no realizan actividades de prevención, sólo hasta cuando registran algún accidente. Por lo tanto, para analizar el comportamiento de las empresas, y la reactividad de sus actividades de prevención, construiremos la siguiente matriz:

Tabla 5-12 - Matriz de realización de actividades y ocurrencia de accidentes por tipo de empresa según tamaño

		No tienen accidentes	Al menos un accidente	Total
Realizan al menos una actividad	Micro	1	43	44
	Pequeña	15	391	406
	Mediana	8	642	650
	Grande	6	607	613
	Subtotal	30	1683	1713
No realizan actividades	Micro	318	148	466
	Pequeña	343	874	1217
	Mediana	58	774	832
	Grande	8	270	278
	Subtotal	727	2066	2793
Total	757	3749	4506	

Y para apoyar esta tabla, se incluye el siguiente gráfico de columnas apiladas, con los porcentajes de empresas en cada uno de los cuatro posibles casos, para cada uno de los tipos de empresas, según su tamaño.

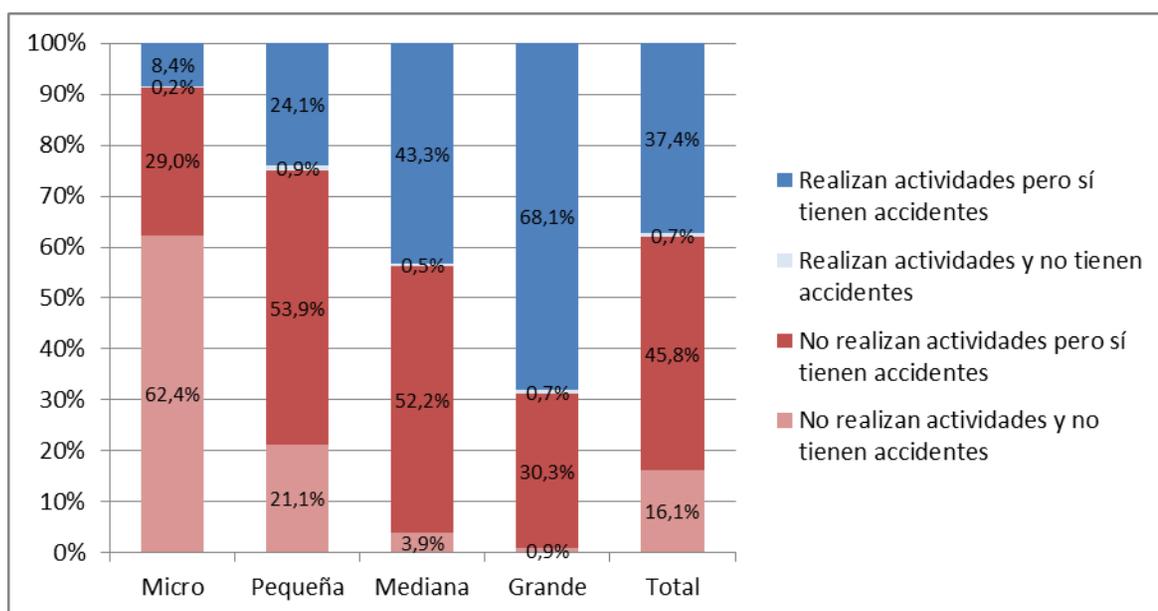


Figura 5-16 - Porcentajes relativos de cada uno de los tipos de empresa, según su situación de actividades y accidentes

Efectivamente, vemos que a medida que aumenta el tamaño de la empresa, disminuye el porcentaje de empresas que no realizan actividades de prevención. Este porcentaje es altísimo para las Microempresas, de las cuales sólo el 8,6% realiza alguna actividad de prevención, mientras que en las grandes empresas este porcentaje llega al 68,8%. De la misma forma disminuye el porcentaje de empresas que no realizan actividades de prevención y no tienen accidentes. Este porcentaje es sumamente significativo en la Microempresa (62,4%), lo que nos habla de la baja necesidad e incentivos que tiene este tipo de empresas para realizar actividades de prevención. Muy por el contrario, se puede apreciar que

para las grandes empresas es prácticamente imposible no tener accidentes si es que no se realizan actividades de prevención, hecho que ocurre en menos del 1% de los casos.

De la mano de lo anterior, se vio que existe una correlación estadísticamente significativa de media intensidad entre la masa promedio anual y la cantidad de actividades de prevención. Esto se puede interpretar como que a mayor cantidad de trabajadores, más actividades de prevención se realizan. Esto no quiere decir necesariamente que cada vez se hagan nuevas actividades de prevención, sino que puede ser que al tener una mayor cantidad de trabajadores, se haga necesario realizar dos veces la misma actividad, a modo de abarcar a la totalidad de los trabajadores. Esto justifica el desarrollar esta nueva variable que denominamos “tasa de actividades”, que muestra la cantidad de actividades de prevención por cada 100 trabajadores, con lo que se controla el efecto de repetición de actividades por volumen de trabajadores, y se trabaja con el impacto unitario por trabajador de actividades de prevención, lo que permite ilustrar el impacto neto de las actividades de prevención sobre la tasa de accidentabilidad, independiente del número de trabajadores.

5.2. Impacto de cada Variable de Prevención sobre la Tasa de Accidentabilidad

Sabiendo que el impacto de las actividades de prevención no está en realizar más actividades de prevención por trabajador, estudiaremos si es que existe impacto en realizar o no actividades de prevención, ligando éstas a cada una de las siete variables identificadas.

En primer lugar graficaremos la tasa de accidentabilidad promedio de las empresas que realizan al menos una actividad de prevención versus las que no realizan ninguna actividad, para cada una de las siete variables identificadas. Para esto, confeccionaremos un gráfico de tornado en el cual el eje estará ubicado en el promedio de la tasa de accidentabilidad de todos los registros, que corresponde a

una tasa de accidentabilidad de 10,01. Esto nos permitirá visualizar qué tanto se alejan del promedio las empresas que realizan o no alguna determinada actividad ligada a cada una de estas variables, lo que finalmente nos habla del impacto de cada una de estas variables. Se incluye también el porcentaje de registros que realizan al menos una actividad para cada una de las variables.

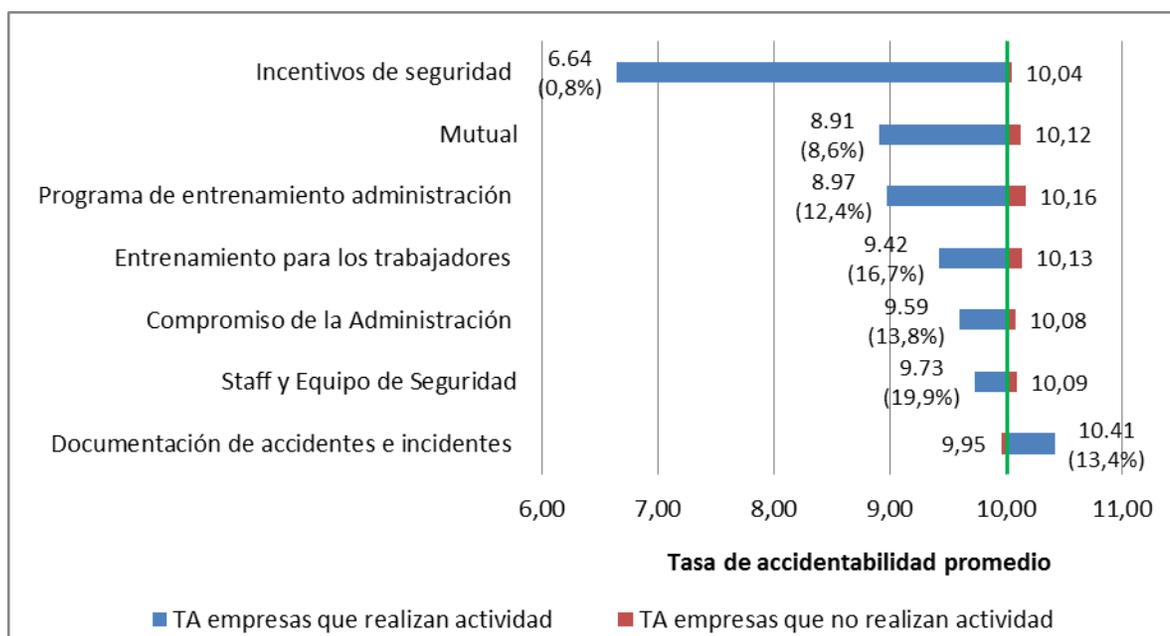


Figura 5-17 - Tasa de accidentabilidad al presentar o no actividades de prevención

Se puede apreciar que efectivamente existe una diferencia en la tasa de accidentabilidad de las empresas que realizan alguna práctica de prevención de riesgos con aquellas que no realizan, para todas las variables identificadas, salvo para “Documentación de Accidentes e Incidentes”, en el cual el impacto es negativo. Del mismo modo, las empresas que no realizan actividades de prevención de cualquiera de las 6 otras variables, tienen en promedio una tasa de accidentabilidad mayor que el promedio del total de los registros. Esta diferencia no es mucha para las empresas que no realizan actividades, pero en cambio sí lo es para aquellas que realizan actividades de prevención. Esta diferencia en el impacto

se debe a que el universo de empresas que realizan actividades de prevención es siempre una porción menor en comparación con las empresas que no realizan estas actividades. El porcentaje de los registros que realizaron actividades de prevención va desde el 0,8% al 19,9% del total de registros, en cada una de las siete variables. Para un mayor abundamiento del impacto, graficaremos el índice de efectividad (Ie) desarrollado por Rázuri (2007), el cual es el cociente resultante de la división de la tasa de accidentabilidad promedio de las empresas que no implementaron una variable en particular dividido por la tasa de accidentabilidad promedio de las empresas que sí lo tienen implementado.

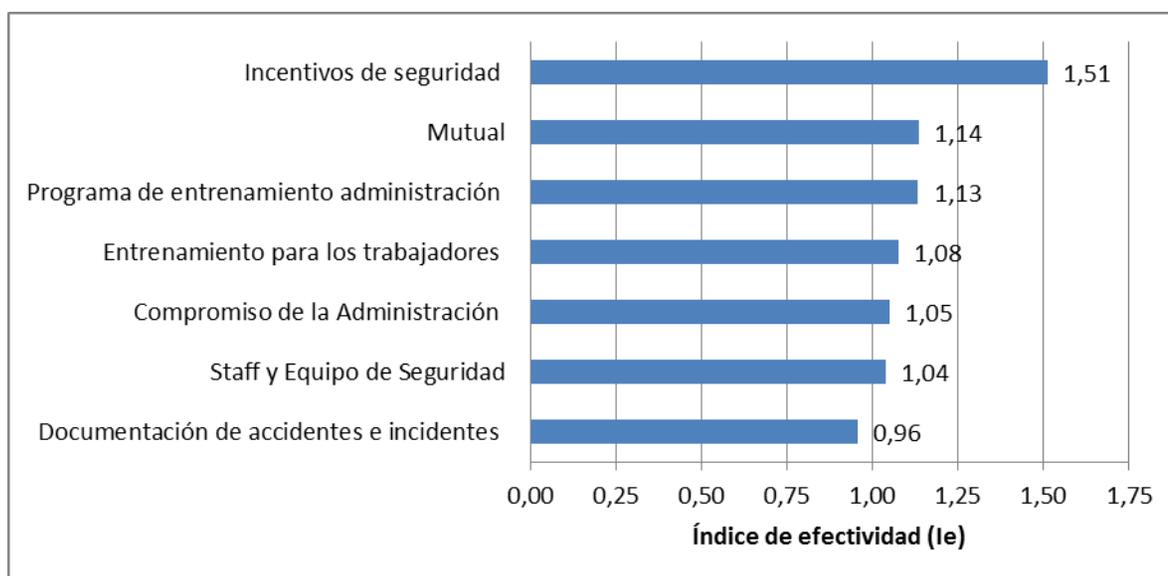


Figura 5-18 – Efectividad de las actividades de prevención

Vemos que el realizar actividades ligadas a los Incentivos de Seguridad es lo que tiene una mayor efectividad desde el punto de vista de la tasa de accidentabilidad, provocando en las empresas que no la realizan que su tasa sea un 51% superior con respecto a las empresas que sí tienen implementado este tipo de mecanismo. Del mismo modo, las actividades de Documentación de Accidentes e Incidentes tienen un impacto negativo del 4,0% sobre la tasa de accidentabilidad. En general,

la efectividad es del orden del 10% sobre la tasa de accidentabilidad, por el simple hecho de realizar una actividad de prevención.

Como vimos anteriormente, estos impactos están influenciados por el hecho de que aproximadamente un 16% de los registros no han realizado actividades de prevención y no registran accidentes. Para omitir este efecto distorsionador, analizaremos solamente las empresas que sí han sufrido accidentes, de modo de medir el impacto de las prácticas de prevención en un grupo homogéneo de registros.

En este caso el eje se fijará en el promedio de la tasa de accidentabilidad de las empresas que han sufrido accidentes, el cual corresponde a una tasa de accidentabilidad promedio de 12,04 para un total de 3.749 registros (83,2% del total).

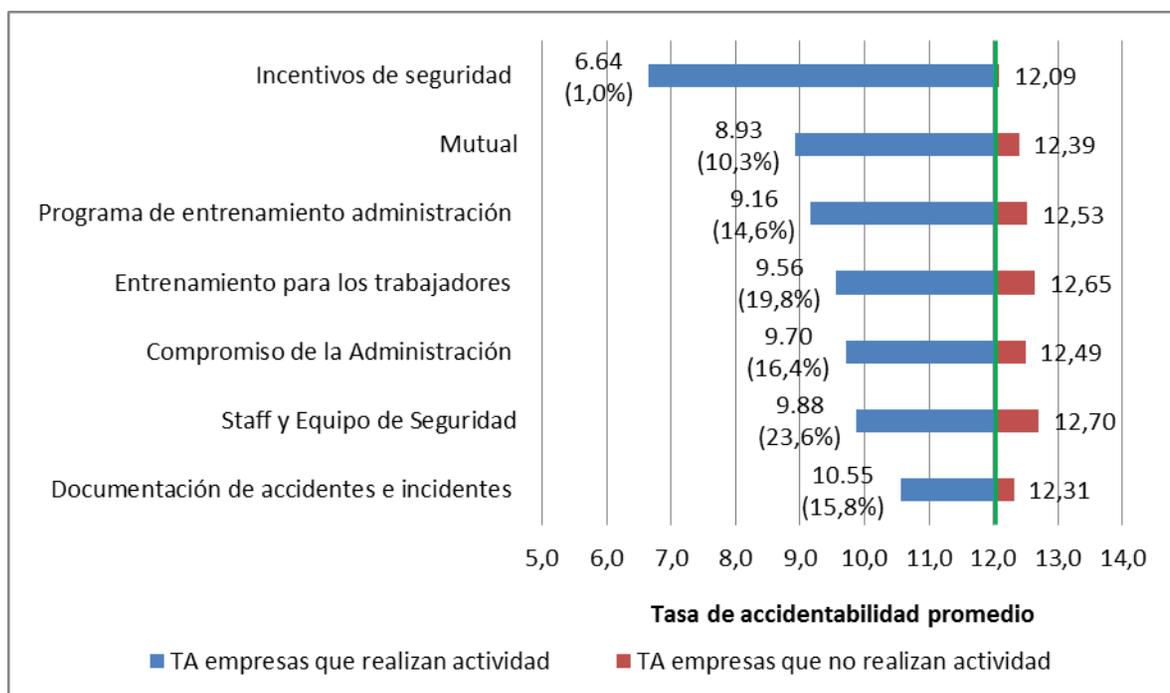


Figura 5-19 - Tasa de accidentabilidad al realizar o no actividades de prevención en registros con accidentes

En primer lugar, vemos que los porcentajes de registros que sí realizan actividades de prevención aumentan para cada una de las siete variables identificadas. Por su parte, la tasa de accidentabilidad promedio del grupo de registros que sí realizan actividades de prevención para cada una de las siete variables no aumenta más que un 2% aproximadamente. Pero por el contrario, la tasa de accidentabilidad de los grupos que no realizan actividades de prevención aumenta más de un 20% en todos los casos. Esto nos muestra que efectivamente las empresas que no tienen accidentes corresponden a un efecto distorsionador en este análisis, ya que la gran mayoría de éstas no realiza actividades de prevención.

Con esto, la efectividad de las actividades de prevención sobre la tasa de accidentabilidad en empresas que han sufrido accidentes son las siguientes.

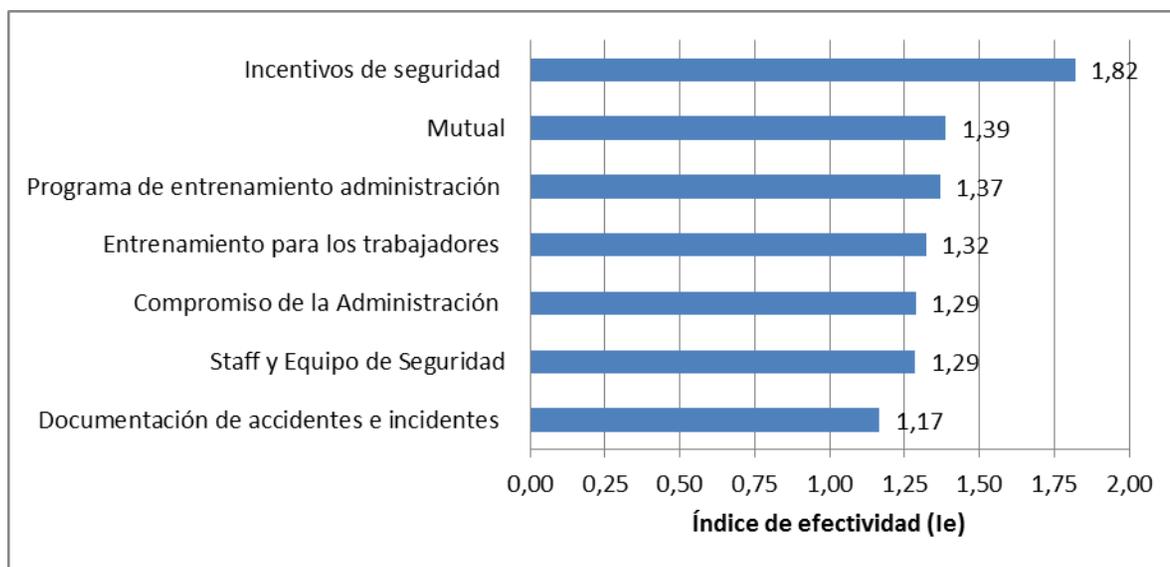


Figura 5-20 - Efectividad de las actividades de prevención sobre empresas que han sufrido accidentes

Se puede apreciar que todos los impactos aumentan considerablemente, quedando estos alrededor del 30%. Así también, se mantiene el orden de las variables que tienen mayor impacto, siendo nuevamente la de mayor impacto los “Incentivos de

Es posible apreciar que en todos los casos existe evidencia suficiente para demostrar que existe una diferencia estadísticamente significativa en el promedio de la tasa de accidentabilidad de las empresas que realizan alguna actividad ligada a estas variables, versus las que no realizan actividades de dicho tipo. Por lo tanto, se demuestran las hipótesis de trabajo enunciadas anteriormente.

Finalmente, para ver si es que además existe alguna correlación entre el tamaño de la empresa y el impacto de las actividades de prevención, graficaremos el impacto que tiene cada variable de prevención en cada tipo de empresa. El valor graficado en cada caso corresponde a la disminución porcentual en la tasa de accidentabilidad de los registros que presentan una cierta variable de prevención versus aquellos en los cuales esta no se realiza.

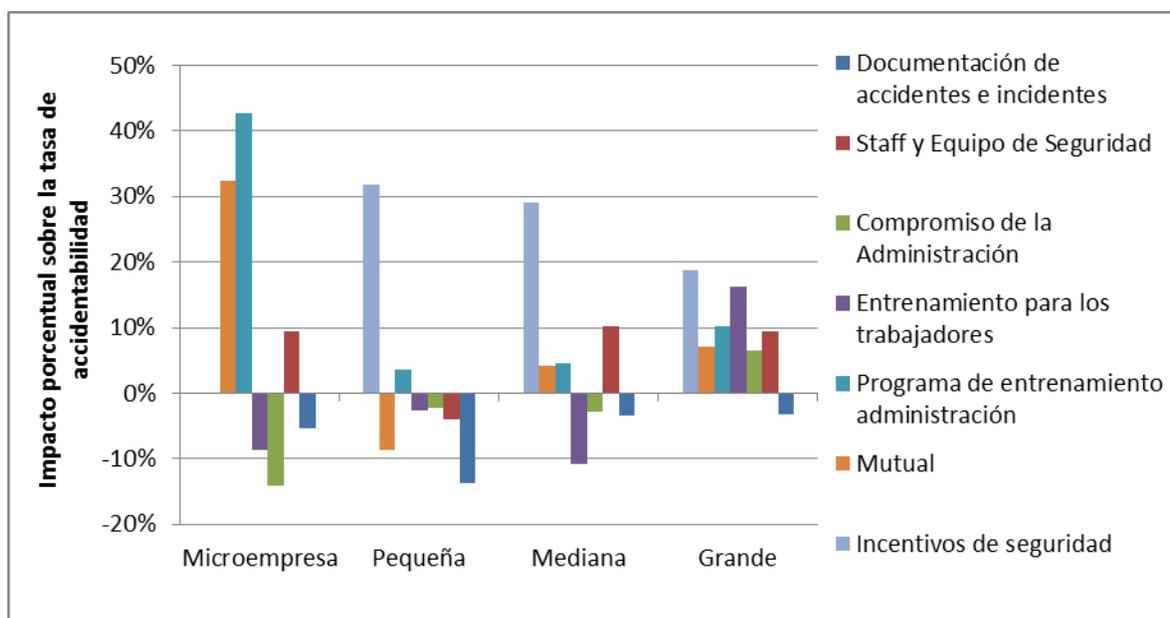


Figura 5-21 - Impacto de las variables de prevención sobre la tasa de accidentabilidad según el tamaño de la empresa

Es posible apreciar que sólo en las grandes empresas el impacto de casi todas las variables de prevención es positivo en disminuir la tasa de accidentabilidad. Por el

contrario, en las empresas de tamaños menores el impacto depende de la variable de prevención que se esté analizando. Sin embargo, vemos que efectivamente las empresas de menor tamaño tienen impactos de mayor magnitud sobre la tasa de accidentabilidad. Si tomamos en cuenta el hecho de que muchas de estas actividades pueden haber sido implementadas de forma reactiva, según lo observado en la figura 15, es posible suponer que el beneficio (en términos de reducción de tasa de accidentabilidad) de implementar prácticas de prevención, es de mayor magnitud para las empresas de menor tamaño. Sin embargo, es probable que el obtener resultados positivos en cierto tipo de variables sea de mayor complejidad que para las grandes empresas, donde la mayor cantidad de recursos y de economías de escala permiten asegurar en mayor medida el éxito de estos programas. Esta hipótesis se sustenta en parte por la disminución de la variabilidad de los resultados de la tasa de accidentabilidad de las empresas que realizan cada una de estas variables de prevención, según el tamaño de la empresa, lo que se ve reflejado en la disminución de la desviación estándar, lo que se ilustra en el siguiente gráfico.

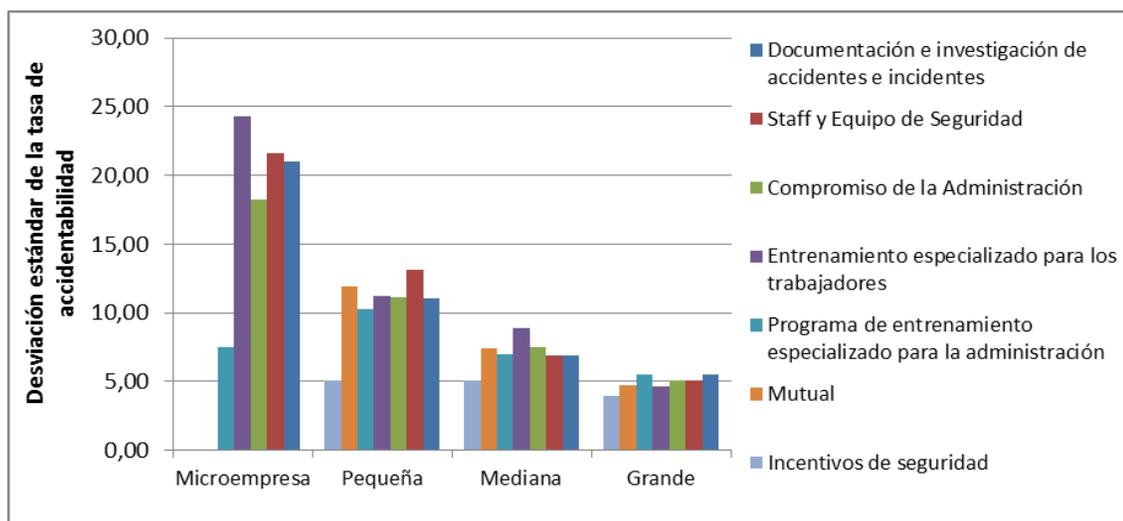


Figura 5-22 - Desviación estándar dentro de los registros de empresas que realizan ciertas actividades de prevención, según tamaño de empresa

Efectivamente existe una disminución de la variabilidad de los resultados de tasa de accidentabilidad en las empresas a medida que aumenta su tamaño, para cada una de las variables de prevención.

5.3. Combinación de Prácticas de Seguridad

El haber identificado las empresas que realizan cierto tipo de actividades y el impacto sobre la tasa de accidentabilidad que genera, nos permite ahora buscar los conjuntos de empresas que realizan una o más tipos de actividades de prevención, y determinar así cuáles son las combinaciones que tienen un mayor impacto sobre la tasa de accidentabilidad.

Del mismo modo que lo realizado por Rázuri (2007), lo que se hará es construir un gráfico que muestre en la parte superior la tasa de accidentabilidad de cada una de estas combinaciones, y en la parte inferior se identificarán los tipos de actividades que están presentes en cada conjunto de empresas. Con esto se busca identificar si es que existe algún tipo de actividades que esté presente en los conjuntos con mejores resultados, o si es que se puede identificar alguna especie de orden en la aplicación de estos tipos de prácticas.

5.3.1. Método de los grupos

En primer lugar, se identificaron todas las combinaciones de prácticas posibles utilizando las siete variables que presentan un impacto en la tasa de accidentabilidad estadísticamente demostrado sobre empresas que han tenido accidentes. Esto nos dio un total de 80 combinaciones distintas identificables, las cuales cumplen la forma de gráfico de tornado postulada por Rázuri (2007). En este caso, se ilustra la diferencia entre la tasa de accidentabilidad de cada grupo respecto a la tasa de accidentabilidad promedio de todos los registros.

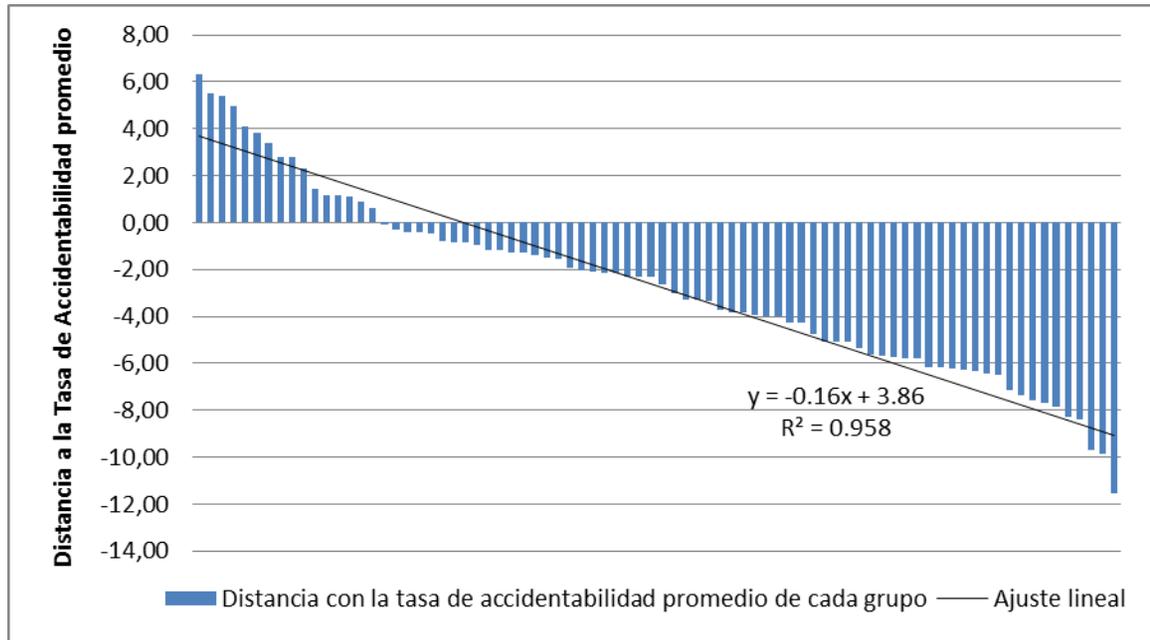


Figura 5-23 - Gráfico Tornado sobre la tasa de accidentabilidad de cada combinación versus la tasa de accidentabilidad promedio

Se puede observar que la disminución de la tasa de accidentabilidad entre los distintos grupos presenta un ajuste de casi un 96%, con una disminución de 0,16 en la tasa de accidentabilidad de cada grupo. Asimismo, el 20% de las combinaciones registra tasas de accidentabilidad mayores que el promedio, pero en ellas se concentran dos tercios del total de registros. En cuanto a la cantidad de variables de prevención presentes en cada uno, se puede observar lo siguiente.

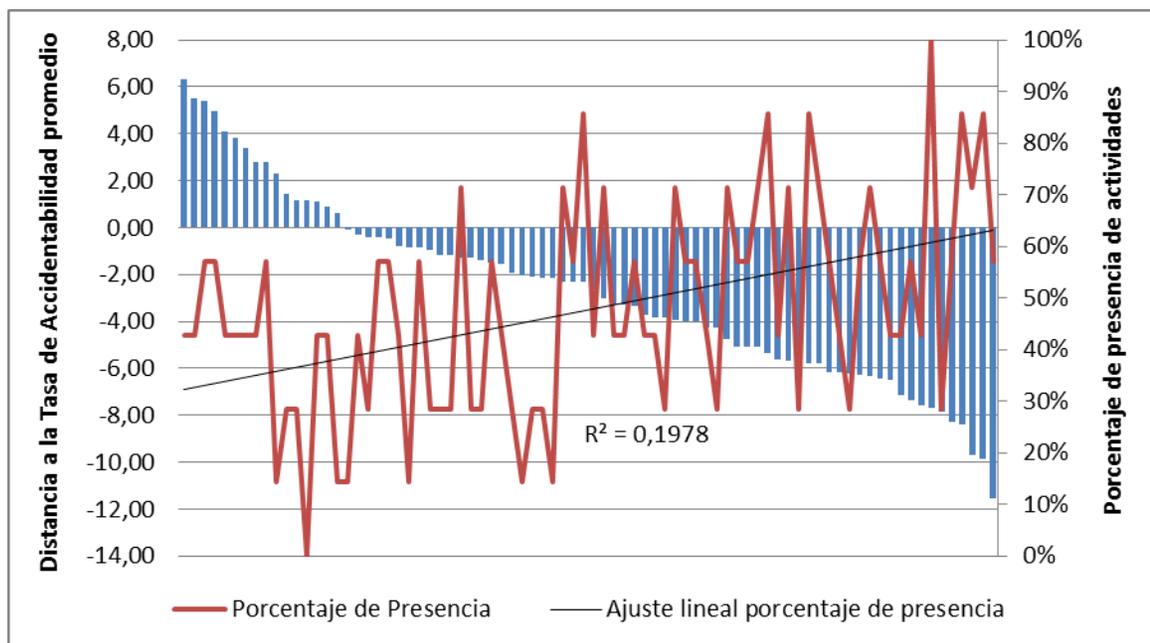


Figura 5-24 - Distancia de la tasa de accidentabilidad por grupo y porcentaje de presencia de variables

Vemos que si bien el porcentaje de presencia de actividades de prevención va aumentando en la medida que disminuye la tasa de accidentabilidad, este crecimiento presenta una gran variabilidad, lo que se refleja en que la curva de tendencia tiene un ajuste inferior al 20%, lo que, como veremos más adelante, es sinónimo de que más que la cantidad, lo importante son las combinaciones.

Para efectos de nuestro análisis, se consideraron solamente aquellas combinaciones que tenían al menos 30 registros, lo que da un total de 14 combinaciones, o grupos. Estos catorce grupos fueron evaluados con el siguiente gráfico, en el que se incluye la tasa de accidentabilidad promedio de cada uno de los grupos, el porcentaje de presencia de variables de prevención, y se indica además como eje de referencia la tasa de accidentabilidad promedio de las empresas que han sufrido accidentes (12,04).

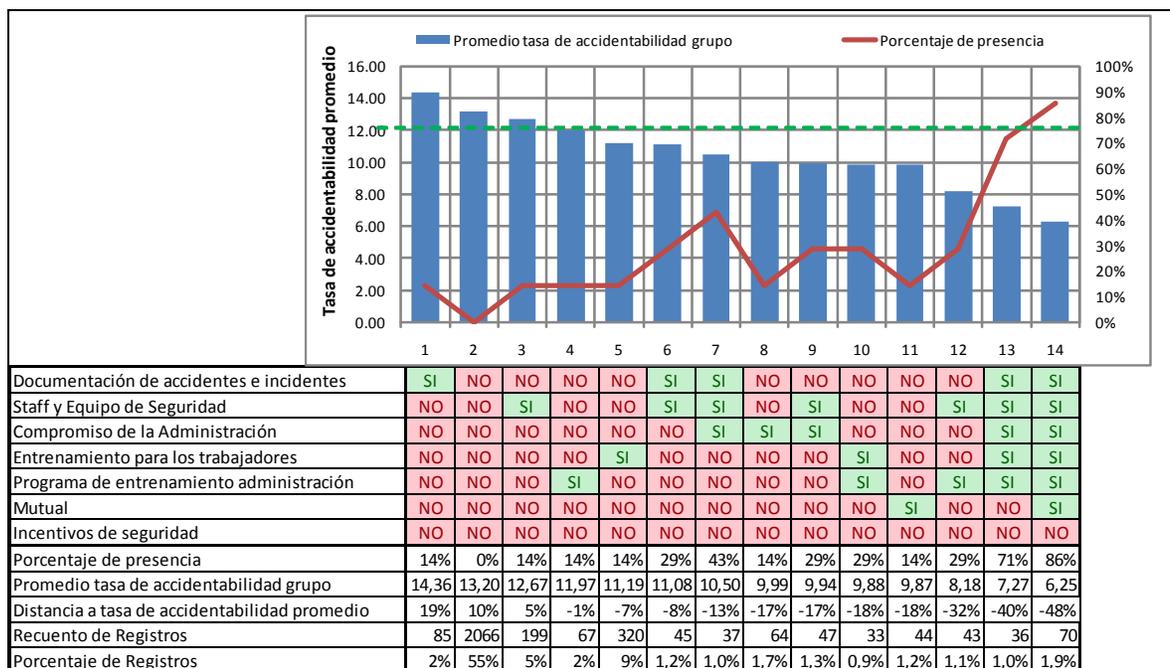


Figura 5-25 - Combinaciones de variables de prevención con al menos 30 registros

Antes de entrar en la materia central de este análisis, podemos hacer los siguientes comentarios:

- La variable Incentivos de Seguridad no está presente en ninguno de los grupos de 30 o más registros.
- Estos 14 grupos representan un 84,2% del total de registros del presente estudio.
- Los nueve mejores grupos tienen un tamaño promedio del 1,2% respecto del total de registros.
- El segundo peor grupo corresponde al 55% del total de registros.
- Los primeros tres grupos identificados tienen una tasa de accidentabilidad promedio peor que el promedio del total de registros.
- Entre el grupo de mayor tamaño (el segundo peor) y el mejor grupo, la tasa de accidentabilidad disminuye un 53%. Esto quiere decir a igual número de

trabajadores, las empresas del mejor grupo tiene menos de la mitad de accidentes que el 55% de las empresas.

Respecto a la materia central que analiza este gráfico, lo primero que se observa es que el porcentaje de variables presentes en cada uno de los 14 grupos va en aumento, con el grupo de mayor tamaño y segundo peor desempeño que no tiene presente ninguna variable un mejor grupo que tiene poco menos del 90% de las siete variables que influyen. Esto se complementa con lo demostrado anteriormente, que a mayor número de actividades de prevención, menor es la tasa de accidentabilidad.

Sin embargo, el aumento no es sostenido, y presenta características interesantes. Por ejemplo, los grupos N° 6, 9 y 12 tienen todos un 29% de presencia de variables de prevención (dos variables cada uno). En los tres grupos está presente la variable “Staff y Equipo de Seguridad”, y varían sólo en la presencia de las variables “Documentación de Accidentes e Incidentes”, “Compromiso de la Administración” y “Programa de entrenamiento para la administración”, respectivamente. Sólo con esta diferencia, el grupo N° 6 tiene una tasa de accidentabilidad promedio de 11,08, el grupo N° 9 tiene una tasa de accidentabilidad 9,94 y el grupo N° 12 promedia 8,18. Es decir, a igual cantidad de variables de prevención identificadas, existen diferencias de hasta 2,90 puntos en la tasa de accidentabilidad, lo que corresponde a una disminución del 26%, producto de una de dos variables que se han implementado. Esto demuestra que sí importa el orden de aplicación de las actividades de prevención, más que la cantidad.

Asimismo, este análisis nos permite apreciar el impacto que tienen las distintas variables de prevención por separado. Como se puede ver en los grupos N° 1, 3, 4, 5, 8 y 11, cada uno de ellos posee sólo una variable de prevención, y el impacto en la tasa de accidentabilidad de cada grupo es distinto. Esto permite analizar si es

que hay diferencias estadísticamente significativas entre realizar sólo alguna de las distintas variables de prevención posibles.

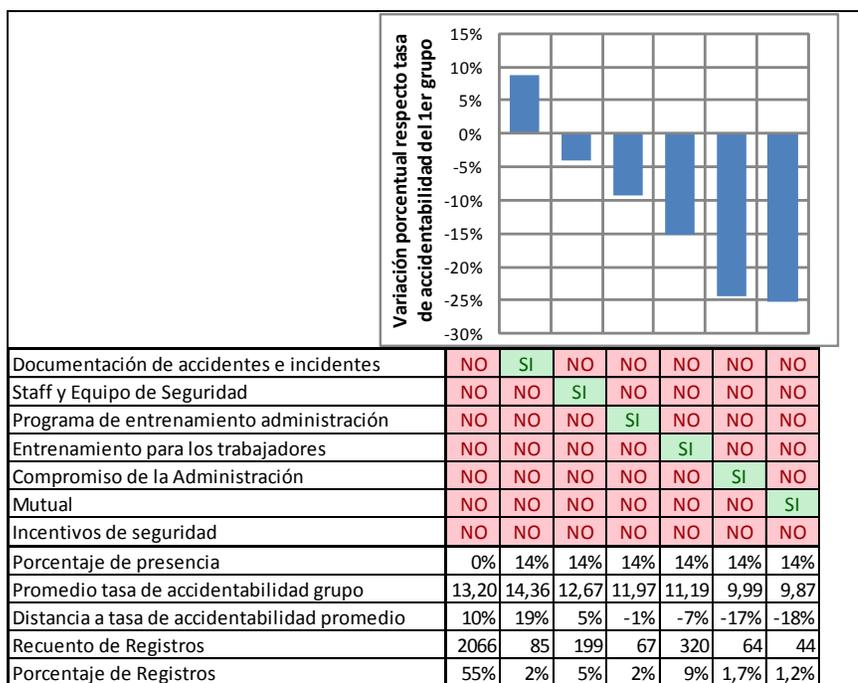


Figura 5-26 - Análisis por el Método de los Grupos para registros con una sola variable

Al igual que en el análisis de impacto de aplicación de las distintas prácticas de prevención, la variable “Documentación de accidentes e incidentes” es la que tiene el peor impacto de todos, el cual incluso llega a ser negativo, ya que empeora en 9% la tasa de accidentabilidad respecto de quienes no realizan nada. Esta situación se explica porque seguramente las empresas que sólo realizan este tipo de actividades corresponden a aquellas empresas que sin realizar ninguna actividad de prevención, sufren de accidentes graves o con gran frecuencia, lo que obliga a iniciar las actividades de documentación y/o investigación.

En segundo lugar aparece la variable “Staff y Equipo de Seguridad”, la cual posee un impacto de sólo un 4% sobre la tasa de accidentabilidad de las empresas que no realizan nada. Al igual que en el caso anterior, esto se debe a que gran parte de las

actividades que componen esta variable corresponde a la confección de planes y programas de seguridad, lo que es normalmente lo primero que se hace cuando se desea reducir la cantidad de accidentes en un lugar de trabajo.

En tercer lugar y con un impacto una reducción de 9% sobre la tasa de accidentabilidad está la variable “Programa de entrenamiento para la Administración”. Mientras que la variable “Entrenamiento especializado para los trabajadores” aparece en cuarto lugar, y reduce en más de 15% la tasa de accidentabilidad. Esto nos muestra que existe un mayor impacto en capacitar primero a quienes realizan las actividades, antes que a quienes las dirigen.

En quinto y sexto lugar aparecen las variables “Compromiso de la administración” y “Mutual de Seguridad” respectivamente, las cuales reducen alrededor de 25% la tasa de accidentabilidad. Esta considerable reducción se puede explicar en parte porque las empresas que adoptan este tipo de compromiso de parte de la administración o de la dirección son aquellas que por sí tienen una baja accidentabilidad, y trabajan en busca del objetivo 0 accidentes, siendo esta visión parte de la visión estratégica de la empresa. Cabe mencionar que en la variable Mutual se encuentran actividades como la implementación del programa PEC de la Mutual de Seguridad, y el buscar este tipo de certificación es un claro indicio de que la dirección de la empresa tiene la seguridad como uno de sus ejes.

En resumen, este sencillo análisis permite ir identificando en primer lugar las variables o incluso las actividades que tienen un mayor impacto, y así optimizar la elección de éstas en función de los costos asociados a cada actividad, materia que será analizada en profundidad más adelante. Asimismo, posteriormente se pueden ir identificando las actividades que combinadas con otras actividades ya escogidas tengan un mayor impacto, y así sucesivamente hasta encontrar la solución óptima para cada empresa.

A modo de ejemplo, suponiendo que todas las variables tienen el mismo costo de ser implementadas, es posible identificar el orden de aplicación de las variables que tiene un mayor impacto marginal en cada uno de sus pasos.

Como vimos, la variable “Mutual” es aquella que tiene el mayor impacto marginal al ser aplicada en primer lugar, lo que corresponde a una disminución del 25% sobre la tasa de accidentabilidad de las empresas que no realizan actividades. Por lo tanto, graficaremos el impacto combinado que tiene esta variable junto a cada una de las demás variables sobre la aplicación de sólo esa variable, de modo de identificar la combinación de mayor impacto.

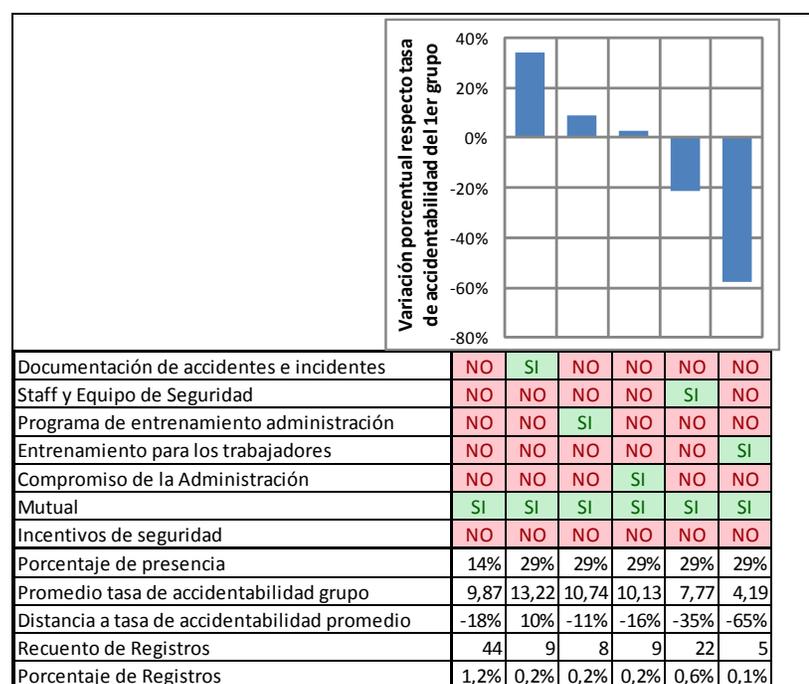


Figura 5-27 - Elección de las combinaciones de mayor impacto marginal, etapa 2

Vemos que al parecer la combinación de mayor impacto corresponde a la aplicación de la variable “Entrenamiento especializado para los trabajadores” que logra una disminución de 58% en la tasa de accidentabilidad de las empresas que realizan actividades de “Mutual”. Este mayor impacto no se condice con el índice de efectividad calculado anteriormente, demostrando la importancia de identificar las posibles combinaciones.

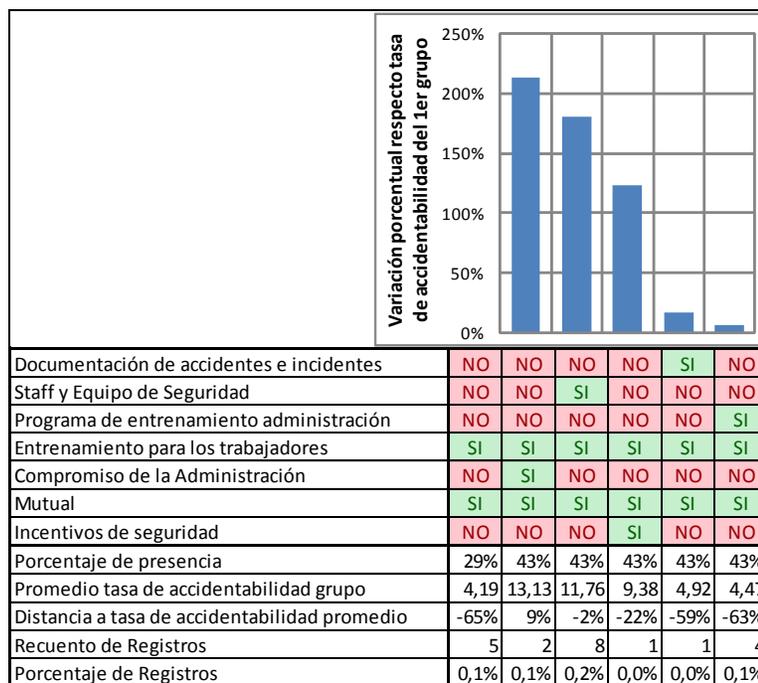


Figura 5-28 - Elección de las combinaciones de mayor impacto marginal, etapa 3

Al realizar una nueva iteración sobre la base de las variables “Entrenamiento especializado para los trabajadores” y “Mutual” vemos que al agregar cualquier de las demás variables, el impacto en la tasa de accidentabilidad es negativo. Visto desde el punto de vista de optimización, esto quiere decir que las dos variables identificadas corresponden a un mínimo local, ya que no corresponden a la combinación con la menor tasa de accidentabilidad posible. Sin embargo, el buscar más allá de esta combinación exige un número mucho mayor de iteraciones. Por el contrario, con sólo dos iteraciones se alcanzó una combinación que reduce en más de un 68% la tasa de accidentabilidad de las empresas que no realizan actividades de prevención, lo que probablemente desde el punto de optimización de costos es una de las combinaciones más convenientes.

Sin embargo, mediante este método no se garantiza que exista una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la tasa de accidentabilidad de los distintos grupos, lo que es fácil de apreciar que sucede entre los grupos N° 8, 9, 10

y 11 del ejemplo inicial, entre los cuales solo hay centésimas de diferencia en sus tasas de accidentabilidad. Esta situación también es válida para el caso de optimización anterior, donde el pequeño tamaño de la muestra de empresas que presentan la combinación escogida no permite validar estadísticamente la disminución encontrada. Por lo tanto, se puede decir que no existe una solución única, y que las decisiones tomadas en base a estos resultados deben ser acompañados de un análisis de costos y de la experiencia de la propia empresa.

Una de las mayores potencialidades de este análisis es que permite cruzar una variable de clasificación con las combinaciones de variables de prevención que componen cada uno de los grupos. Con esto, se obtiene no sólo el impacto de cada una de estas combinaciones de variables, sino que también el impacto de cada una de estas combinaciones en empresas que tienen distintas características, como puede ser el tipo de proyecto, el tamaño de la empresa, la antigüedad de la empresa, o cualquier otro dato que se tenga. A modo de ejemplo, en este estudio se analizarán las diferencias que generan en la tasa de accidentabilidad distintas combinaciones de prácticas de prevención en empresas de distinto tamaño.

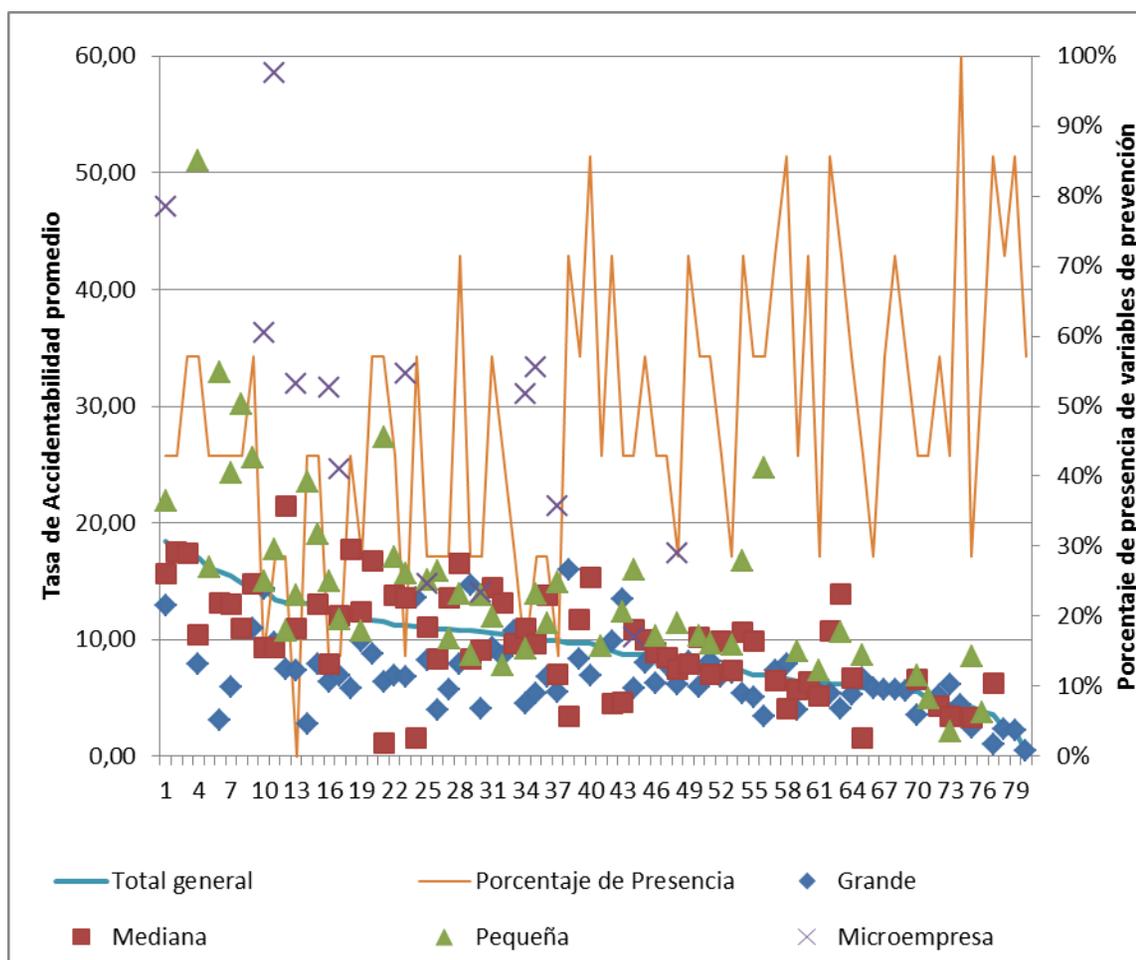


Figura 5-29 - Método de los grupos analizado según tamaño de empresa

Se puede apreciar que las empresas de menor tamaño poseen una gran dispersión y peores resultados para las mismas combinaciones que las empresas más grandes muestran resultados incluso mejores que la media. Asimismo, las empresas de mayor tamaño tienen una dispersión muchísimo menor que las anteriores. Para un análisis visual más claro, se analizarán las tendencias lineales de los distintos grupos de empresa.

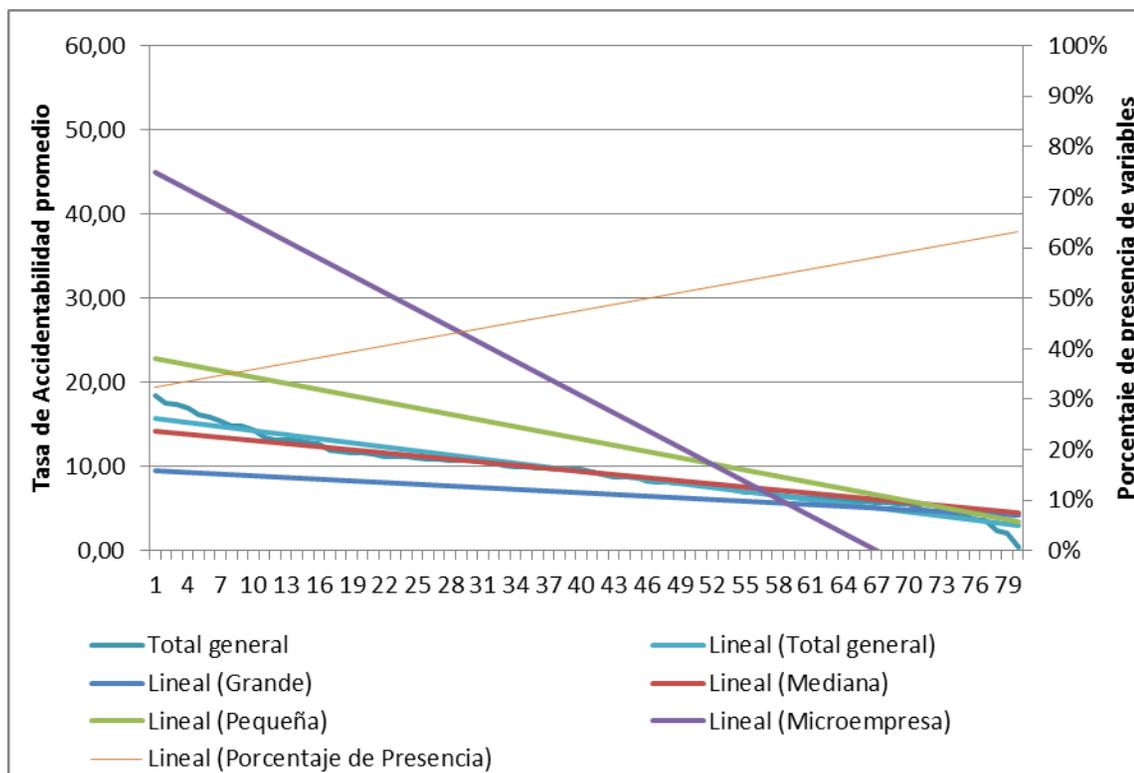


Figura 5-30 - Líneas de tendencia de la accidentabilidad de los grupos por tamaño de empresa

De este modo se hacen más notorias las diferencias entre los distintos tamaños de empresa. Es claro que las grandes empresas tienen los mejores resultados que las de menor tamaño. Sin embargo, pareciera que existe una convergencia en el caso de las pequeñas, medianas y grandes empresas. Esto se debe principalmente a que las mejores combinaciones generalmente las realizan pocas empresas, y en muchos casos es sólo una empresa la que los realiza. Por este motivo, el valor promedio corresponde al de una de estas empresas, y se produce la convergencia, con la línea de tendencia del promedio. Sin embargo, esto no quita que se produzca la convergencia, que demuestra que el impacto marginal de las distintas prácticas va decreciendo en la medida que se incluyen más variables de prevención. Esto está relacionado algo que ya ha sido demostrado en este mismo documento, que es que

las empresas más pequeñas tienen mayor impacto según varían las combinaciones de prácticas de prevención de riesgos que las empresas más grandes, que es lo que a la larga lleva a la convergencia.

Para determinar una medida de efectividad relativa al tipo de empresa por tamaño de esta, definiremos el ratio de efectividad como el cociente entre la tasa de accidentabilidad promedio de una cierta combinación de prácticas de prevención (un grupo) de las empresas de un cierto tamaño sobre la tasa de accidentabilidad para esa misma combinación de todas las empresas.

$$\text{Ratio de efectividad} = \frac{\text{tasa de accidentabilidad del grupo por tipo de empresa}}{\text{tasa de accidentabilidad del grupo}} \quad (5.1)$$

Para esto, se considerarán válidas sólo las mediciones en las cuales el grupo en cuestión tenga un valor promedio de tasa de accidentabilidad para dicho tipo de empresa, y que además este no sea el único tipo de empresa con un valor de tasa de accidentabilidad. Así por ejemplo, no se considerarán dentro del ratio de efectividad promedio los grupos para los cuales todas las mediciones correspondan a empresas del mismo tamaño. Con esto, la tabla de ratios de efectividad queda compuesta como sigue:

Tabla 5-14 - Ratios de efectividad promedio por tamaño de empresa

Tamaño empresa	Ratio efectividad	Disminución TA	Grupos evaluados
Grandes	0,77	-23%	64
Medianas	1,01	1%	63
Pequeñas	1,44	44%	46
Microempresas	2,42	142%	14

Es posible apreciar que efectivamente el único tamaño de empresa que logra una efectividad mejor que el promedio total es el de las grandes empresas, que en promedio disminuyen la tasa de accidentabilidad en un 23% para los grupos en los cuales están presentes, junto a empresas de otros tamaños. Y en la medida que

disminuye el tamaño de la empresa, los resultados promedio son cada vez peores, llegando a ser un 142% peor que el promedio para el caso de las microempresas. Esta metodología sirve también para evaluar la efectividad relativa entre distintos tipos de empresa. Por ejemplo, al calcular el ratio de efectividad relativo entre grandes y micro empresas, vemos que las primeras tienen una tasa de accidentabilidad 71% inferior a las segundas.

Para observar en más detalle las diferencias de impacto que tienen las distintas combinaciones según el tamaño de empresa, analizaremos cómo varía la tasa de accidentabilidad si es que se decide combinar sólo una variable de prevención.

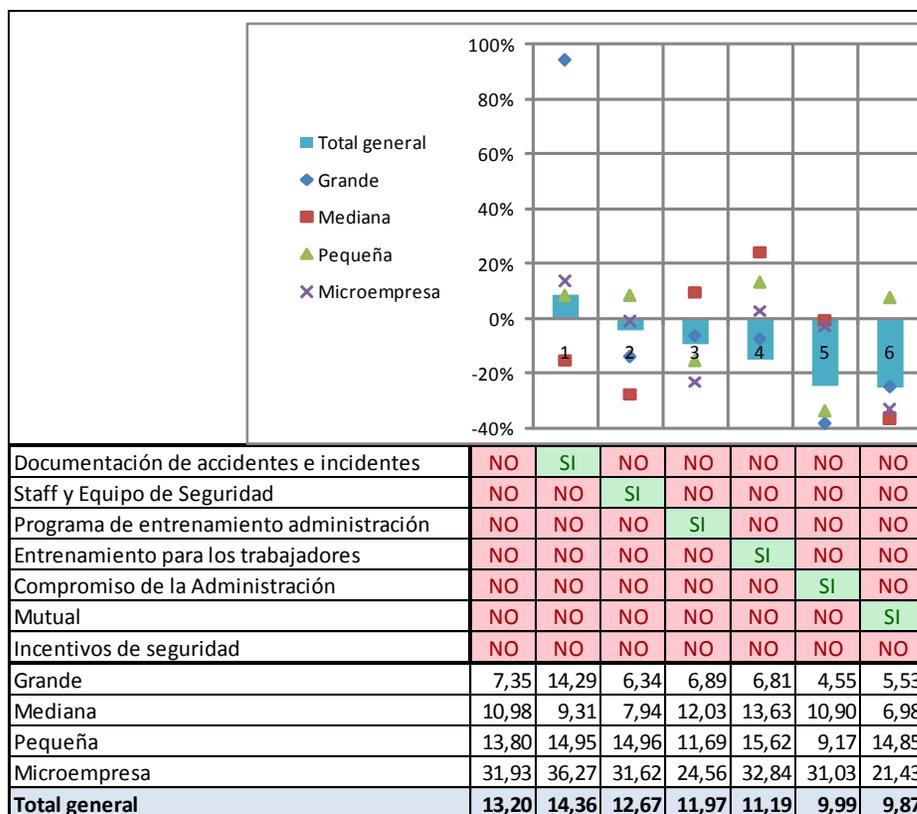


Figura 5-31 - Elección de variables de prevención según impacto marginal, por tamaño de empresa

Este gráfico muestra el mismo proceso utilizado anteriormente, pero sirve para comparar las diferencias por tamaño de empresa. En primer lugar, vemos que para las grandes empresas la variable de mayor impacto marginal es la presencia del Compromiso de la Administración. Esta variable por si sola disminuye la tasa de accidentabilidad de las grandes empresas que no realizan ninguna actividad en un 38%. Lo mismo ocurre para las empresas pequeñas, siendo esta la variable de mayor impacto marginal, a diferencia de la variable Mutua que es la que presenta el mayor impacto para los demás tipos de empresas, y el mayor impacto promedio. Todo esto demuestra que con la misma combinación de prácticas de prevención de riesgos se alcanzan distintos resultados de tasa de accidentabilidad dependiendo de otros factores, como en este caso el tamaño de empresa, cuestión que esta metodología permite evaluar.

5.3.2. Método del árbol de clasificación

El método del árbol de clasificación utiliza el algoritmo CHAID exhaustivo, descrito anteriormente. Este método nos permite ir dividiendo la muestra en dos nodos, según la presencia y ausencia de la variable que genere la mayor diferencia estadísticamente significativa entre la media de la tasa de accidentabilidad de ambos nodos, y así sucesivamente hasta no encontrar diferencias estadísticamente significativas. Con esto, no sólo nos aseguramos que existen diferencias estadísticas entre la tasa de accidentabilidad de distintos nodos, sino que también nos permite ir identificando rutas de aplicación de las variables identificadas, lo que a su vez nos permite ir midiendo el impacto de cada una de estas para las distintas combinaciones.

Este análisis se realiza utilizando el software SPSS, que incluye este algoritmo, al que se le instruye que los nodos no tienen que tener un tamaño mínimo, y que realice las divisiones hasta el nivel que no encuentre más diferencias, sólo con los registros en los cuales las empresas hayan tenido accidentes. Con esto, el software nos entrega el siguiente árbol como output.

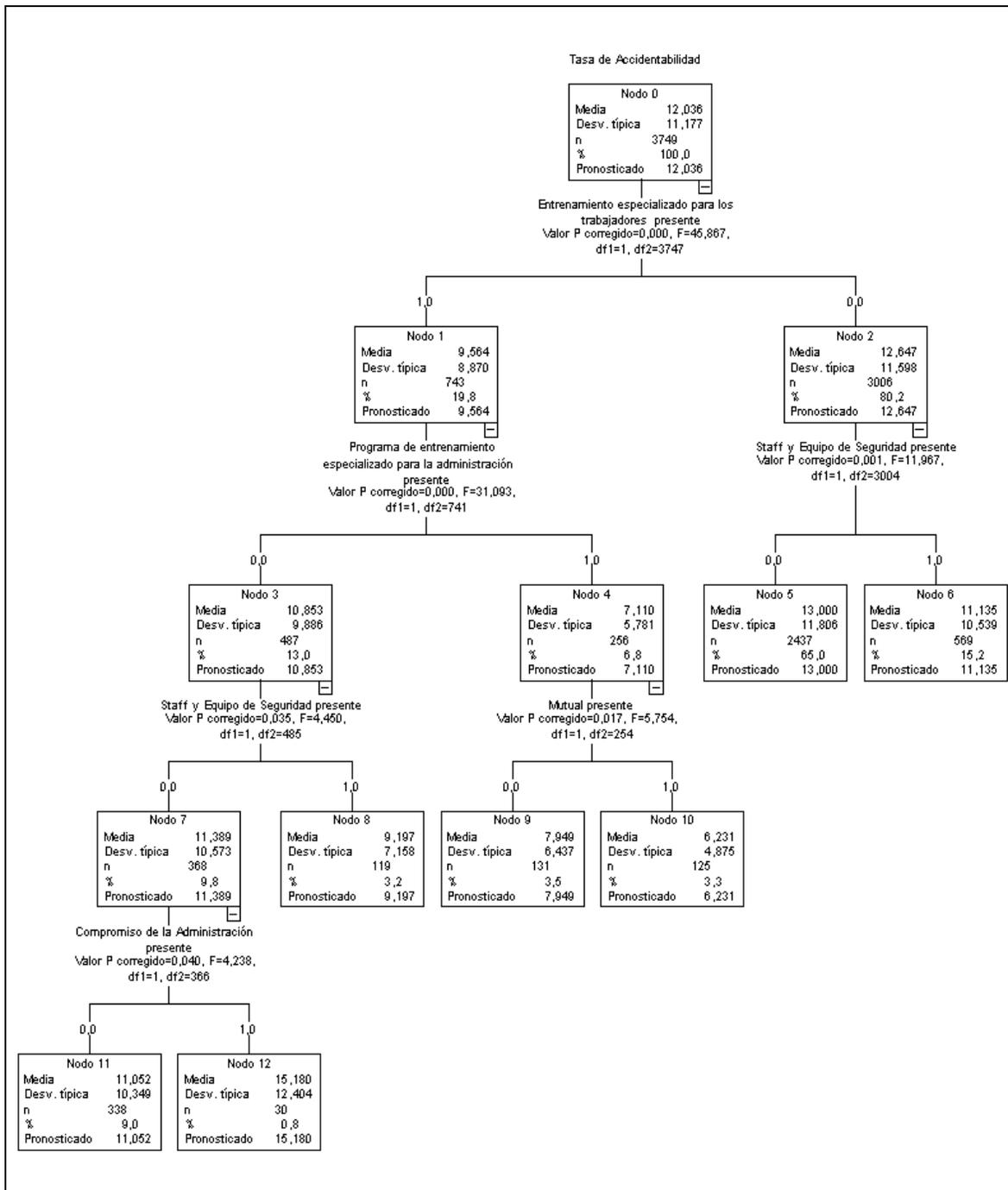


Figura 5-32 - Árbol de clasificación utilizando el algoritmo CHAID exhaustivo sobre la tasa de accidentabilidad, según la presencia de las variables de prevención de riesgos identificadas

Se obtuvo un árbol de doce nodos, de los cuales siete son nodos terminales, lo que corresponde a un total de siete posibles rutas. Para analizarlo, recurriremos en primer lugar al gráfico de presencia de variables utilizado anteriormente, con la salvedad de que se incluirá el porcentaje de presencia para cada una de las variables que el algoritmo no utiliza en cada nodo.

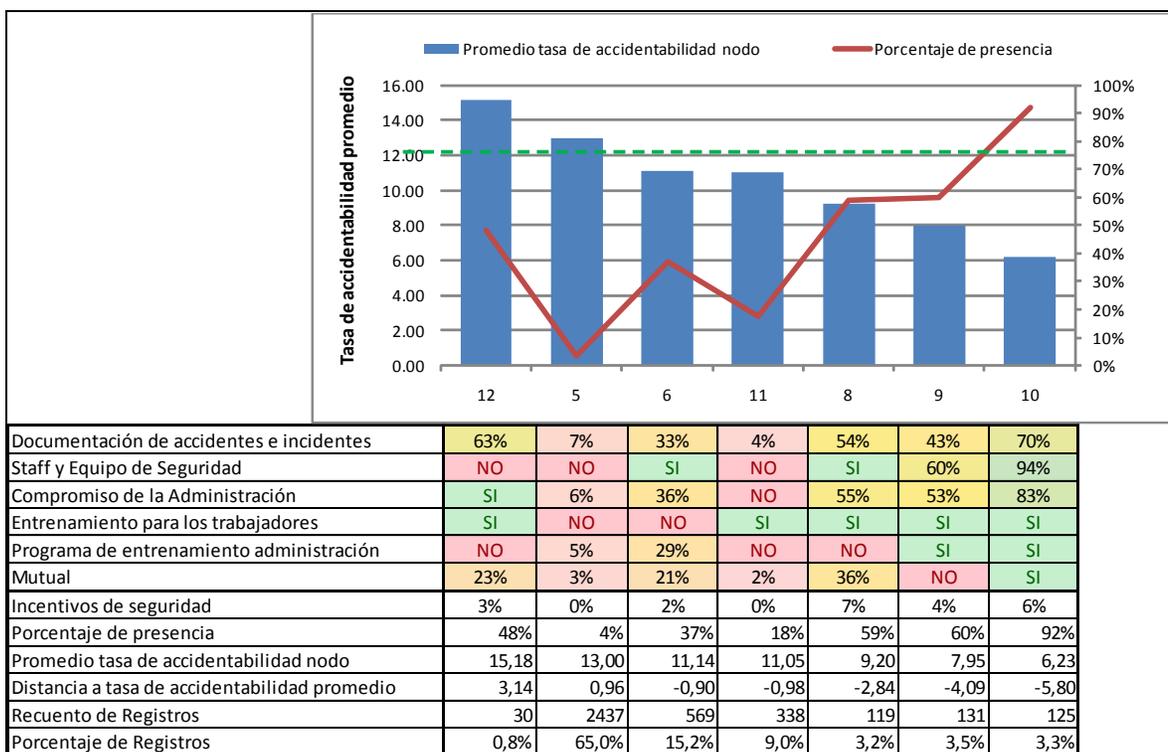


Figura 5-33 - Tasa de Accidentabilidad promedio de nodos terminales con algoritmo CHAID exhaustivo

Antes de entrar en la materia central de este análisis, podemos hacer los siguientes comentarios:

- Estos 7 nodos representan el 100% del total de registros del presente estudio.

- Los tres mejores grupos tienen un tamaño promedio del 3,3% respecto del total de registros.
- El peor grupo corresponde a un 0,8% del total de registros, y tiene un alto porcentaje de presencia de variables (48%). Este fenómeno se puede atribuir a empresas que producto de su mal desempeño, decidieron implementar una gran cantidad de actividades de prevención, para mejorar sus resultados a futuro.
- El segundo peor grupo corresponde al 65% del total de registros.
- Estos dos grupos son los únicos que tienen una tasa de accidentabilidad promedio peor que el promedio del total de los registros.
- Entre el segundo peor nodo (el de mayor tamaño) y el mejor nodo la tasa de accidentabilidad disminuye un 52%. Esto quiere decir a igual número de trabajadores, el mejor grupo tiene menos de la mitad de accidentes que el 64% de las empresas.

Entrando en materia del análisis de este gráfico, vemos que al igual que para el método anterior, se cumple el hecho de que a mayor porcentaje de presencia de variables de prevención, menor es la tasa de accidentabilidad. Si consideramos al primer nodo como una singularidad en el proceso de prevención, producto de lo expuesto anteriormente, y por el bajo porcentaje de casos en esta situación, nos encontramos con que el peor nodo tiene un 4% de presencia de variables de prevención, mientras que el mejor nodo tiene un 92%, que corresponde al porcentaje más alto. Sin embargo, y al igual que para el análisis anterior, este crecimiento no es completamente lineal, y nos encontramos con nodos que teniendo una mayor presencia de variables, tienen una peor tasa de accidentabilidad que el nodo siguiente. Este comportamiento entre la tasa de accidentabilidad y la presencia de variables de prevención, muy similar al del método anterior, nuevamente nos demuestra que para los rangos intermedios es más importante el “cuáles” que el “cuántas”.

El segundo análisis corresponde a determinar el orden de aplicación de las variables. En este caso, utilizaremos la potencia de este análisis, que corresponde a la construcción en forma de árbol. Esto arroja una serie de rutas en la que en cada nodo se decide sobre la variable que genera una mayor significancia en la diferencia, y así sucesivamente. Esto nos permite ir tomando decisiones en base a las decisiones ya tomadas, de modo de que estas tengan un mayor impacto, considerando la posición en la que estamos. Por lo tanto, para poder realizar una comparación entre las distintas rutas, se construyó el siguiente gráfico de rutas, que ilustra los puntos de quiebre, y permite determinar el impacto de cada una de las decisiones.

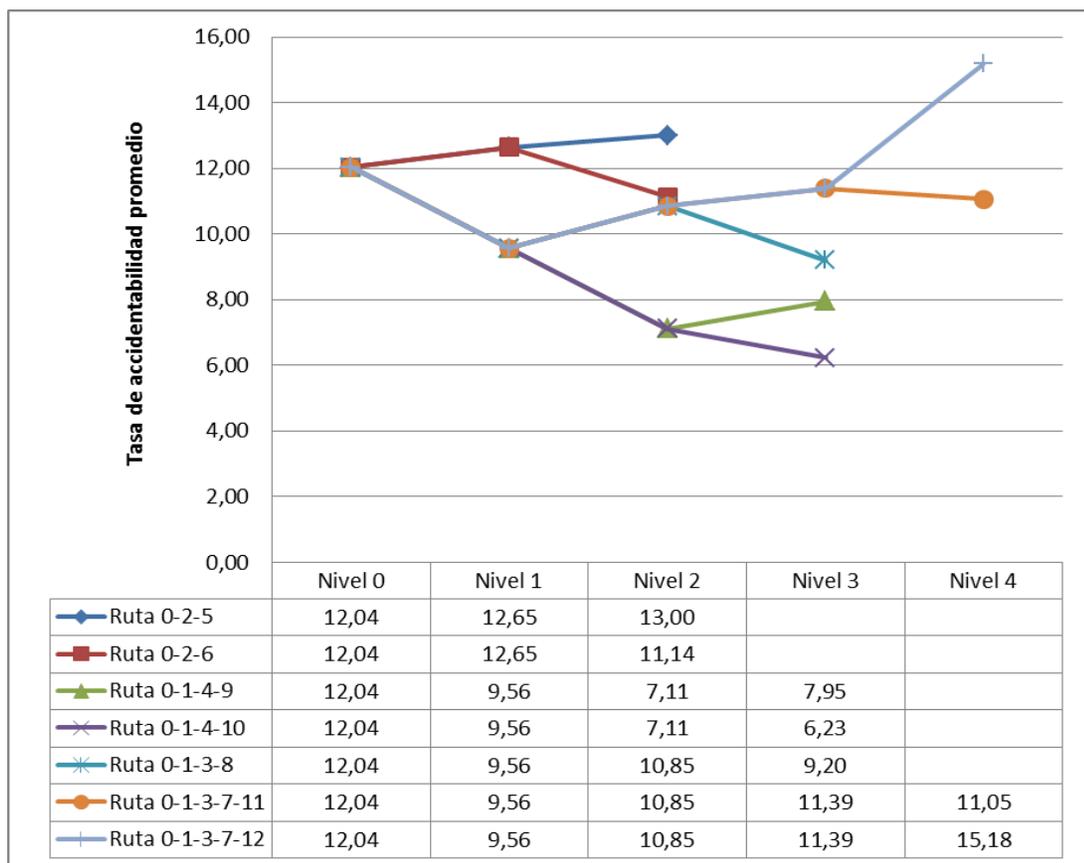


Figura 5-34 - Comportamiento de la tasa de accidentabilidad para cada ruta, y relación entre estas.

El nivel 0 corresponde al nivel donde se ubica el nodo 0, es decir, el conjunto de todos los registros, y punto inicial de todas las rutas. De ahí se desprenden dos rutas en el nivel 1 de subdivisión, que corresponden a las que pasan por el nodo 1 y las que pasan por el nodo 2 (realizan y no realizan actividades ligadas al Entrenamiento especializado para los trabajadores, respectivamente). Las empresas que sí adoptan este tipo de actividades de prevención tienen una tasa de accidentabilidad promedio de 9,56, mientras que las empresas que no realizan este tipo de actividades tienen una tasa promedio de 12,65. En otras palabras, las empresas que no realizan este tipo de actividades tienen una tasa de accidentabilidad un 32% mayor que las empresas que sí implementan estas prácticas.

En el nivel dos, cada una de las rutas provenientes del nivel 1 sufre una nueva subdivisión. Por un lado, la ruta que pasó por el nodo 1 (realiza actividades ligadas al Entrenamiento especializado para los trabajadores) se divide en los nodos 3 y 4 (no tiene y tiene actividades ligadas a un Programa de entrenamiento especializado para la Administración, respectivamente). Dichos nodos tienen una tasa de accidentabilidad promedio de 10,85 y 7,11 respectivamente, lo que significa un impacto del 53% sobre la tasa de accidentabilidad para las empresas que realizando actividades de Entrenamiento para los trabajadores, no tienen actividades ligadas a un Programa de entrenamiento especializado para la administración, versus aquellas que sí implementan actividades ligadas a ambas variables.

Por el otro lado, la ruta que pasó por el nodo 2 (no realiza actividades ligadas al Entrenamiento especializado para los trabajadores) se divide en los nodos 5 y 6 (no tiene y tiene actividades ligadas a un Staff y Equipo de Seguridad, respectivamente). Dichos nodos tienen una tasa de accidentabilidad promedio de 13,00 y 11,14 respectivamente, lo que significa una tasa de accidentabilidad un 17% peor para las empresas que no realizando actividades de Entrenamiento especializado para los trabajadores, y tampoco tienen actividades ligadas a un

Programa de entrenamiento especializado para la administración, versus aquellas que sí integran esta última variable. Ambos nodos son nodos terminales, lo que significa que no es posible encontrar una nueva variable que combinada con alguna de éstas combinaciones entregue tasas de accidentabilidad con diferencias estadísticamente significativas. De estos nodos cabe destacar el nodo 5, que corresponde a la ruta 0-2-5, es decir, que no realiza ninguna de las dos variables mencionadas, y que tiene la peor tasa de accidentabilidad del árbol.

El nivel 3 nuevamente tiene dos subdivisiones; las rutas que pasan por el nodo 3 y las que pasan por el nodo 4. Las primeras corresponden a las rutas 0-1-3-7 y 0-1-3-8, que se diferencian en no tener o sí tener actividades ligadas al Staff y Equipo de Seguridad, respectivamente. Las empresas que no realizan este tipo de actividades tienen una tasa de accidentabilidad un 24% peor en comparación con aquellas empresas que sí tienen actividades de este tipo, siendo estas tasas de 11,39 y 9,20 respectivamente. Esto demuestra como el dejar de realizar prácticas de prevención Ruta 0-1-3-7), a la larga puede anular el efecto de las prácticas que se están realizando, por no cubrir todos los flancos de incidencias sobre la accidentabilidad. Las otras rutas que se generan en el nivel 3 corresponden a las rutas 0-1-4-9 y 0-1-4-10, que corresponden a no tener o sí tener actividades de prevención exclusivas de la Mutual de Seguridad, respectivamente. La ausencia de esta variable empeora en un 28% la tasa de accidentabilidad, comparado con aquellas empresas que sí la aplicaron, y ambos nodos corresponden a nodos terminales (no subdivisibles). Del mismo modo, el nodo de las empresas que aplicó esta variable, junto a las otras dos variables ya analizadas (ruta 0-1-4-10), se constituye en el grupo de empresas con la mejor tasa de accidentabilidad, con un promedio de 6,23, el cual es un 48% inferior al promedio de todos los registros.

En el nivel 4 se presenta sólo una subdivisión, la cual corresponde a la presencia o ausencia de actividades ligadas al Compromiso de la administración, para las empresas que vienen por la ruta 0-1-3-7. La presencia de este tipo de actividades corresponde a la ruta 0-1-3-7-12, la cual tiene una tasa de accidentabilidad

promedio un 37% superior que la ruta 0-1-3-7-11, la que corresponde a las empresas que no tienen este tipo de actividades. Sin embargo, el grupo de empresas pertenecientes a la primera ruta es sumamente pequeño ($n=30$), por lo que no se puede asumir su representatividad.

Este método de análisis también permite identificar el impacto marginal de las variables de prevención y formular estrategias de implementación de estas variables para empresas con distintos atributos. Al igual que para la metodología anterior, procederemos a comparar los resultados que arroja este análisis para empresas de distinto tamaño, tratando de demostrar también que este es un factor determinante a la hora de hablar de efectividad de prácticas de prevención de riesgos.

Al separar los registros por tamaño de empresa, el algoritmo CHAID Exhaustivo no encontró diferencias estadísticamente significativas provocadas por la presencia de variables de prevención de riesgos en las pequeñas y microempresas. Por lo tanto, no se generó un árbol de clasificación como para el caso anterior. Esto se puede deber tanto a la menor cantidad de registros, como al simple hecho de que el impacto de estas variables de prevención para empresas de este tamaño no alcanza a ser estadísticamente significativo. Para las grandes y medianas empresas en tanto, se generaron los siguientes árboles de clasificación.

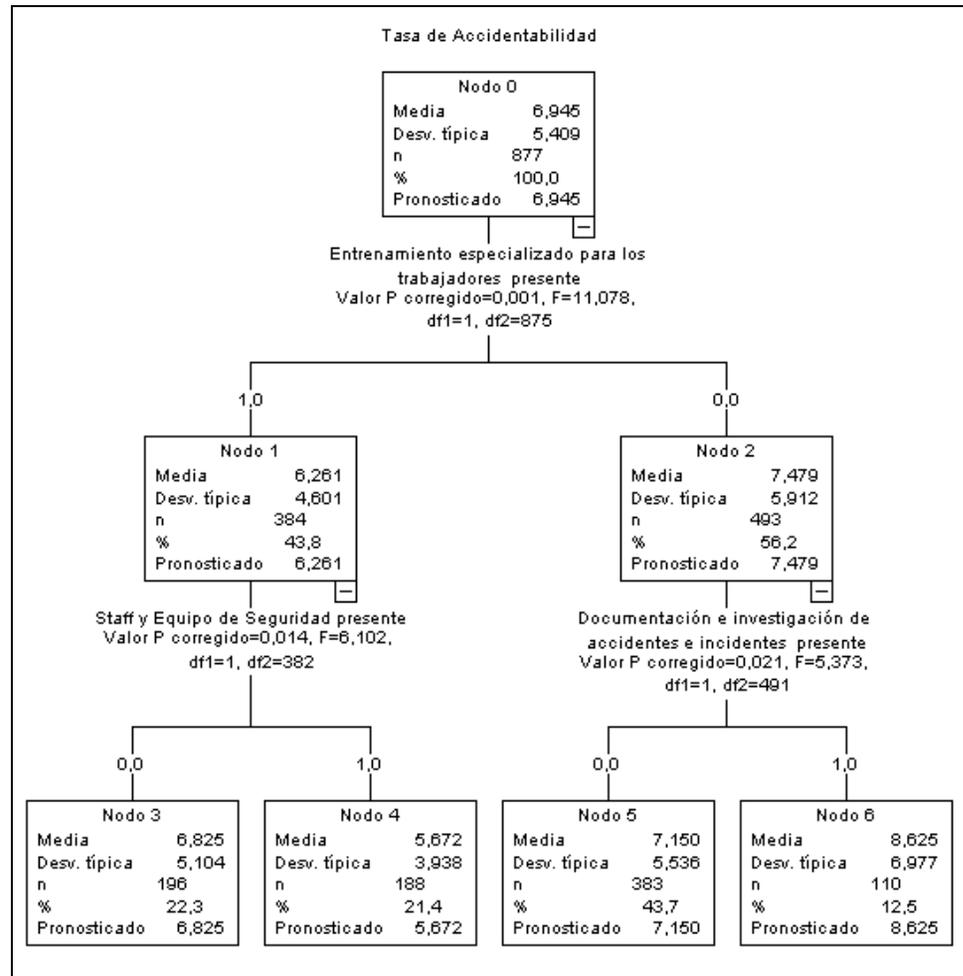


Figura 5-35 - Árbol de clasificación utilizando algoritmo CHAID exhaustivo sobre empresas grandes.

Vemos como en este caso la variable cuyo impacto marginal tiene un mayor nivel de confianza es el entrenamiento especializado para los trabajadores, y en segundo lugar el staff y equipo de seguridad. En este caso, el mejor grupo es aquel que presenta la mayor presencia de variables de prevención. Sin embargo, el árbol alcanzó a crecer sólo en dos niveles.

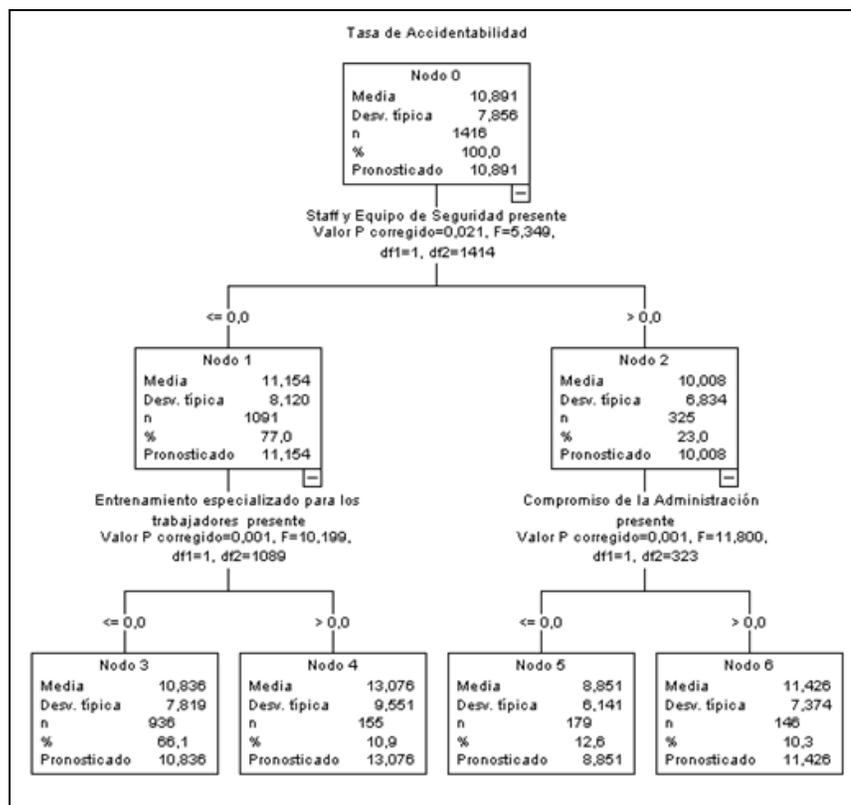


Figura 5-36 - Árbol de clasificación utilizando el algoritmo CHAID exhaustivo para empresas medianas.

Para el caso de las empresas medianas, la variable de impacto más significativo es el staff y quipos de seguridad, y en segundo lugar aparece el compromiso de la administración. Sin embargo, el mejor grupo corresponde a la presencia de la primera variable y a la ausencia de la segunda. Nuevamente este árbol sólo alcanzó dos niveles, pero esto ya nos permite analizar las diferencias entre ambos grupos. En primer lugar, la primera variable de la estrategia óptima de implementación de variables de prevención de riesgos es distinta para cada caso. Por otro lado, la variable entrenamiento especializado para los trabajadores, que en el caso de las grandes empresas es la de mejor impacto, en este caso genera un impacto negativo al estar presente en aquellos registros en los cuales no se cuenta con staff y equipo de seguridad.

6. CONCLUSIONES

6.1. Obtención y Procesamiento de la Información

En primer lugar cabe destacar la dificultad que significó la obtención y el procesamiento de los datos para su posterior análisis. El sistema de la Mutual está diseñado para el almacenamiento de información, pero no para su análisis. Esto provoca por un lado que sea muy difícil traducir los datos a un formato que permita analizarla. Pero asimismo, una de las mayores complicaciones es la calidad de la información, producto de la forma en la que se construye la base de datos.

Gran parte de la información es introducida por los Expertos de Seguridad de cada una de las empresas. Esto provoca una gran cantidad de distintos criterios a la hora de definir las actividades de prevención que se han realizado. De las 221 prácticas de prevención aquí encontradas, probablemente existen muchas que son la misma actividad, sólo que Expertos distintos la ingresaron con distinto nombre. Esto evita poder analizar el impacto de cada una de estas actividades por sí sólo.

Por otro lado, esta base de datos deja de lado aspectos importantísimos de analizar para obtener conclusiones más completas sobre el impacto de la prevención en las empresas. Esta base de datos no incluye las actividades de prevención que realiza la empresa por su cuenta, como sucede para las grandes empresas que son gestoras de su sistema de seguridad, lo cual se ve reflejado en la baja cantidad de variables de prevención identificadas (menos de la mitad de los factores esperados). Esto hace indispensable ampliar la captura de la Mutual de Seguridad mediante un sistema complementario que recoja la mayor cantidad posible de factores de prevención de riesgos que realicen las empresas, de modo de que sea posible evaluar el panorama completo de la prevención dentro de cada empresa, y así poder distinguir el impacto real de cada programa o variable implementada.

6.2. Estadísticas Descriptivas

Respecto de los datos en sí, fue posible analizar una disminución de la tasa de accidentabilidad promedio a lo largo de los años, y así también una disminución en la dispersión de los datos. Esto propone que las cosas en materia de prevención de riesgos se están haciendo de una manera que si bien puede ser mejor, va en la dirección correcta. Dado que el promedio de la industria está por sobre la mediana de los datos, es que hay que enfocarse en las empresas que tienen un peor desempeño para que el impacto de la prevención sea aún mayor, y asimismo disminuya la dispersión. Como observamos, dichas empresas son en su mayoría de pocos trabajadores, ya que existe cierta correlación entre el tamaño de la empresa y la tasa de accidentabilidad. Esto implica que para poder atacar a las empresas con peores desempeños, se deben desarrollar programas especializados para empresas de menor tamaño.

Se observó también que existe una enorme diferencia en la forma en la que las empresas enfrentan la prevención de accidentes antes y después de haber sufrido un siniestro, lo que se ve reflejado en el porcentaje de empresas que no realizan actividades de prevención cuando se han sufrido accidentes y cuando no se han sufrido accidentes. Este factor propone que el tomar la decisión de iniciar las actividades de prevención en una empresa muchas veces ocurre de forma reactiva más que preventiva. Sin embargo, esta hipótesis no fue analizada en el presente estudio, por lo que queda pendiente el analizar la fecha del inicio de actividades de prevención de las empresas versus la fecha de ocurrencia de su primer siniestro, y determinar así la reactividad de la prevención de las empresas. Este debe ser el primer paso para luego construir una serie histórica de la prevención y los accidentes, de modo de determinar el tiempo en el cual la prevención rinde frutos, y tiene un verdadero impacto sobre los resultados de la empresa.

Sobre la cantidad de actividades de prevención como un factor relevante para reducir la tasa de accidentabilidad, se demostró estadísticamente que si bien existe una correlación estadísticamente significativa, el impacto es muy acotado. Se

demonstró que las diferencias significativas se producen para ciertos rangos de cantidad de actividades, y que alcanzado cierta cantidad de actividades, no existe mayor impacto. En otras palabras, se puede hablar de que el aporte marginal sobre una cierta cantidad de actividades de prevención es prácticamente nulo. Queda pendiente demostrar esto para empresas de distinto tamaño.

6.3. Desarrollo de Aplicación para Evaluar el Impacto de las Distintas Combinaciones de Prácticas de Prevención de Riesgos

En primer lugar, se demostró que es posible desarrollar distintas aplicaciones para evaluar el impacto de las distintas combinaciones de prácticas de prevención de riesgos. La creación de dos metodologías distintas nos permite comparar las ventajas y desventajas de cada método, en lo que puede ser el desarrollo de una sola metodología que combine lo mejor de ambas técnicas. Del mismo modo, el contar con dos metodologías distintas que entregan resultados distintos, permite tomar las decisiones sobre seguridad laboral considerando dos enfoques distintos, lo que otorga un rango de movimiento para las decisiones, no cazando al tomador de decisión con una sola alternativa.

Asimismo, estos sistemas entregaron en ambos casos diferencias estadísticamente significativas entre distintas combinaciones de prácticas, lo que demuestra que la manera en que se combinen estas actividades toma una enorme relevancia sobre el impacto de cada una de estas herramientas. De la mano con lo anterior, mediante la combinación de prácticas de prevención se demostró que más que la cantidad de actividades, importa la combinación que se utilice. Esto demuestra que es más importante “cuales” que “cuántas”, lo que cobra una enorme relevancia para las empresas, ya que puede significar una optimización enorme de costos, al ser capaces de obtener los mismos resultados con menos prácticas de prevención. Lo mismo aplica para la Mutual de Seguridad, quien con este sistema puede obtener las combinaciones de prácticas más eficientes, y así construir programas de prevención de riesgos optimizados y de alto impacto. Asimismo, con estos

métodos es posible determinar el orden de implementación de las distintas prácticas, de modo de obtener mayores impactos en un comienzo, y luego continuar con los impactos marginales más altos.

Una de las características exploradas de este sistema es el que se puede aplicar al grupo de empresas que se desee, con lo que se pueden medir los impactos para distintas empresas según su tamaño, su rubro, ambas características, o cualquier otro atributo o combinación de estos que se desee. Esto a la larga permite el diseño de programas mucho más específicos, dado que se conoce el impacto de cada combinación para distintos tipos de empresas. Incluso para las grandes empresas o aquellas que cuenten con suficiente información, les permitiría gestionar de mejor manera su prevención de riesgos, cada vez que inicien una nueva actividad industrial.

Este método permite además adecuarse para analizar todos los factores que se deseen, como la presencia de algún programa en particular, o cualquier otra actividad de prevención no convencional que se quiera implementar, siempre y cuando se tengan suficientes datos para esto. Por lo mismo, es fundamental que la captura de la información de parte de la Mutual de Seguridad o de la empresa que desee implementar este sistema esté adecuada para trabajar con este sistema. Esto permitiría el desarrollo de un software que integre la captura de los datos junto con esta metodología, para proponer las estrategias de prevención de riesgos a implementar según el tipo de empresa que desee comenzar con sus actividades laborales. O incluso, proponer una estrategia de prevención en base a las actividades de prevención que ya realice una empresa, que lo que busque sea mejorar su desempeño en seguridad.

Por último, si es que fuese posible determinar un costo medio de implementación de cada una de las actividades de prevención, este método sería capaz de proponer distintas alternativas de estrategias de prevención, y el costo medio asociado a cada alternativa, lo que permitiría a cada empresa tomar decisiones en base a dos parámetros, y así ajustarse a su realidad financiera y hacerla compatible con la

prevención de accidentes, de modo de que vean esto como una inversión, que a la larga genera un ahorro en cotizaciones de prevención de salud por accidentes laborales.

6.4. Confirmación de la Hipótesis de Trabajo

Finalmente, se confirmó la hipótesis de trabajo de esta investigación, la cual indicaba que es posible desarrollar una metodología para evaluar el impacto combinado de distintas prácticas de prevención de riesgos en base a datos empíricos, y que permita usar esta información para apoyo en la toma de decisiones sobre seguridad laboral, reconociendo las diferencias entre los distintos tipos de empresas.

6.5. Sugerencias para Estudios Posteriores

Dado que siempre es necesario mejorar en todos los sentidos posibles el desempeño en seguridad de las empresas, es necesario que las investigaciones y el desarrollo de metodologías como esta siga avanzando. Esta metodología en particular busca ser el primer paso para el desarrollo de un sistema que pueda ser desarrollado como una herramienta computacional para el apoyo en la toma de decisiones sobre seguridad laboral, el cual pueda ser aplicado en la empresa y mejorado constantemente. En esa línea, se proponen como futuras líneas de investigación las siguientes:

- a) Determinación del impacto del subreporte de accidentes sobre la información disponible, de modo de optimizar las recomendaciones del sistema en base a información real.
- b) Desarrollo de una herramienta para la toma de datos que alimente el sistema de apoyo en la toma de decisiones, de modo de que el sistema se pueda mantener constantemente actualizado e ir funcionando en base al feedback que generen las decisiones tomadas a raíz del éste.

- c) Estudio sobre el impacto de las distintas combinaciones de prácticas de prevención de riesgos sobre empresas de similares características, de modo de determinar las combinaciones más eficientes en cada tipo de empresa.
- d) Desarrollo de una herramienta computacional que integre esta metodología junto con la captura de información, y su aplicación y validación en empresas de distintos rubros.

BIBLIOGRAFIA

Abudayyech, O., Fredericks, T., But, S. Y Shaar, A. (2006) An Investigation of Management's Commitment to Construction Safety, *International Journal of Project Management*, 22, 167-174.

Biggs, D., De Ville, B., Suen, E. (1991). A Method of Choosing Multiway Partitions for Classifications and Decisions Trees. *Journal of Applied Statistics* n° 18.

Bird, F., Germain, G. (1990) *Liderazgo Práctico en el Control de Perdidias*, Det Norske Veritas, EEUU.

Cambraia, F. B. (2004) *Gestao Integrada Entre Seguranca e Producao: Refinamentos em um Modelo de Planejamento e Controle*. Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pos-Graduacao em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Campero, M., Alarcon, F. (2003) *Administración de Proyectos Civiles*, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Gobierno De Chile (2010). *Informe Final Comisión Asesora Presidencial para la Seguridad en el Trabajo*.

De Solminihac, H., Thenoux, G., Castro, J. (2005) *Procesos y Técnicas de Construcción*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Fang, D., Xie, F., Huang, X., Li, H. (2004) Factor Analisis-Based Studies on Construction Workplace Safety Management in China. *International Journal of Project Management* 22, 43-49.

Fung, I., Tam, C., Tung, K. y Man, A. (2005) Safety Cultural Divergences Among Management, Supervisory and Worker Groups in Hong Kong Construction Industry, *International Journal of Project Management*, 23, 504-512.

Glendon, A.I., Litherland, D.K. (2001) Safety Climate Factors, Group Differences and Safety Behaviour in Road Construction, *Safety Science*, 39, 157-188.

Heinrich, H. (1931) *Industrial Accident Prevention*, McGraw-Hill, New York.

Hinze, J. (2002a) Making Zero Accidents a Reality, *CII Research Rep.* 160-11, University of Texas at Austin, EEUU.

Hinze, J. (2002b). Safety Incentives: Do They Reduce Injuries? *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 7, 81.

Hinze, J., Wilson, G. (2000). Moving toward a Zero Injury Objective, *Journal of Construction Engineering and Management*, 126 (5), 399-403.

Howell, G., Ballard, G., Abdelhamid, T., Mitropoulos, P. (2002) Working Near the Edge: A New Approach to Construction Safety, *Proceedings of the 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Gramado, Brasil.

Howell, G., Macomber, H., Koskela, L., Draper, J. (2004) Leadership and Project Management: Time for a Shift From Fayol to Flores, *Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Copenhagen, Denmark.

Jaselskis, E., Anderson, S., Russell, J. (1996). Strategies for Achieving Excellence in Construction Safety Performance, *Journal of Construction Engineering and Management*, 122(1), 61-70.

Kass, G. V. (1980). An Exploratory Technique for Investigating Large Quantities of Categorical Data. *Applied Statistics*, Vol. 29, No. 2, pp. 119–127.

Mohamed, S. (2002) Safety Climate in Construction Site Environments, *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(5), 375-384.

Mutual De Seguridad CChC (2006) *Programa Empresa Competitiva V2.0.*, Cámara Chilena de la Construcción, Chile.

NCh436 (2000) Prevención de Accidentes del Trabajo - Disposiciones Generales, *Instituto Nacional de Normalización*, Santiago, Chile.

Pardo, A., Ruiz, M. A. (2002) *SPSS 11: Guía para el análisis de datos*, McGraw Hill, Madrid, España.

Rázuri, C. (2007), *Integración de las Mejores Prácticas de Prevención de Riesgos y la Gestión de la Producción en la Construcción*. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Rázuri, C., Alarcón, L., Diethelm, S. (2007) Evaluating the Effectiveness of Safety Management Practices and Strategies in Construction Projects. *International Group of Lean Construction*, 15, 271-281.

Resee, E. (1999) *Handbook of OSHA Construction Safety and Health*, Lewis Publishers, New York, EEUU.

Saurin, T. (2002), *Seguranca e Producao: Um Modelo Para o Planejamento e Controle Integrado*. Tese (Doutorado em Engenharia de Producao) - Programa de Pos-Graduacao

em Engenharia de Producao, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Sawacha, E., Naoum, S., Fong, D. (1999). Factors Affecting Safety performance on Construction Sites. *International Journal of Project Management*, 17(5), 309- 315.

Serpell, A. (2002) *Administración de Operaciones de Construcción*, Alfaomega, México.

ANEXOS

ANEXO A: CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN POR VARIABLES DE PREVENCIÓN

Actividad	Clasificación
Actividades Ergo-MdT	Staff y Equipo de Seguridad
Análisis Ergonómico - Media/Alta Complejidad	Staff y Equipo de Seguridad
Aplicación de instrumento diagnóstico	Staff y Equipo de Seguridad
Apoyo a Ergonomía Corporativa	Staff y Equipo de Seguridad
Apoyo Diseño de Plan de Emergencia	Staff y Equipo de Seguridad
Apoyo Simulacro Plan de Emergencia	Staff y Equipo de Seguridad
Asesoría a la empresa en Planes de Emergencia	Staff y Equipo de Seguridad
Asesoría a las empresas en el cumplimiento Legal y Reglamentario	Staff y Equipo de Seguridad
Asesoría en actividades de Comités Paritarios	Staff y Equipo de Seguridad
Asesoría en los contenidos de la Ley 20.123/06 y reglamento 76/07	Mutual
Asesoría para el cumplimiento de la Circular 2346 (SUSESO)	Mutual
Asesoría para el mejoramiento de infracciones y notificaciones de O.F.	Mutual
Asesoría para formación de Comités Paritarios Faena	Staff y Equipo de Seguridad
Asesoría para formación de Deptos. PRP Faenas	Staff y Equipo de Seguridad
Asesorías para la aplicación de otros programas	Staff y Equipo de Seguridad
Asesorías para la aplicación de Programas Propios (programas empresas)	Staff y Equipo de Seguridad
Asesorías para la aplicación del sistemas de gestión PEC Competitiva	Mutual
Asesorías para la aplicación del sistemas de gestión PEC Estándar	Mutual
Asesorías para la aplicación del sistemas de gestión PEC Excelencia	Mutual
Auditoría de cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria vigente	Staff y Equipo de Seguridad
Auditoría PEC Estándar	Mutual
Auditorías PEC Competitiva	Mutual
Auditorías Programa Específico	Mutual
Auditorías Programas Propios de las empresa	Staff y Equipo de Seguridad
Capacitación específica a empresa	Compromiso de la Administración
Capacitación Perfeccionamiento interno Mutual	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Charla Ejec. - Temas según necesidad de la empresa	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Charla motivacional PEC	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Charla Sup. - Temas según necesidad de la empresa	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Charla Trab. - Temas según necesidad de la empresa	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Charlas Operacionales	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Confección de Historia Ocupacional	Staff y Equipo de Seguridad
Confección de Procedimiento de Trabajo Seguro	Staff y Equipo de Seguridad
Confección Reglamento Interno de Orden Higiene y Seguridad	Staff y Equipo de Seguridad
Coordinación con Areas Operacionales de Mutual	Staff y Equipo de Seguridad
Curso Ejec. - Introd. a la norma ISO 9001- 2000	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Curso nivel de Supervisión	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso nivel Ejecutivo	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Curso Sup. - Aplicación de Técnicas Preventivas	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Sup. - PEC Supervisores	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Sup. - Prev. de enf. extrem. sup. y columna vert.	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Actitudes Preventivas	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Autocuidado	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Brigada de emergencia	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Manejo Defensivo en alta montaña	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Operación segura en el uso de andamio	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Orientación en Prevención de Riesgos	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Prev. de Riesgos de Tránsito	Entrenamiento especializado para los trabajadores

Actividad	Clasificación
Curso Trab. - Prev. de Riesgos en Ind. Construcción	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Prev. para Integrantes CPHS	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Prevención y Control de Incendio	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Primeros Auxilios	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Riesgos en Hogar y sus Primeros Auxilios	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Rigger	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Curso Trab. - Uso y manejo de extintores	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Cursos a Ejecutivos	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Cursos a Supervisores	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Cursos a Trabajadores	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Descripción de puestos de trabajo para controlar riesgos	Staff y Equipo de Seguridad
Diseño Programa Específico de Prevención a empresa	Staff y Equipo de Seguridad
Elaboración Programa Capacitación para empresa	Staff y Equipo de Seguridad
Estudios Ergonómicos de Baja Complejidad	Staff y Equipo de Seguridad
Estudios Ergonómicos de Mediana Complejidad	Staff y Equipo de Seguridad
Estudios Técnicos de PRP en empresas	Staff y Equipo de Seguridad
Eval. cond. básicas D.S. 594 y Ordenanza Gral.	Staff y Equipo de Seguridad
Eval. de los Riesgos lista de chequeo (D.S. 594)	Staff y Equipo de Seguridad
Eval. Sistemas de combate inicial de incendios	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cualitativa	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa de Calidad de aire en oficinas	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa de Polvos no clasificados	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Exposiciones al Calor / Frío	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Gases y Vapores	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Humos Metálicos	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Iluminación	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Otros Agentes	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Polvos de Grano y Madera	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Polvos no Neumoc.	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Polvos y fibras Neumoc.	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Radiaciones Ionizantes	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Radiaciones No Ionizantes	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Ruido	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Solventes	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación Cuantitativa Vibraciones	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación de Puestos de Trabajo	Staff y Equipo de Seguridad
Evaluación de Puestos de trabajo para resolución médica (EPT)	Mutual
Evento con Comités Paritarios	Incentivos de seguridad
Evento con Ejecutivos	Incentivos de seguridad
Evento con Expertos en Prevención	Incentivos de seguridad
Evento con micro y pequeñas Empresas	Incentivos de seguridad
Evento con Profesionales	Incentivos de seguridad
Evento con Supervisores	Incentivos de seguridad
Firmas de Protocolo Programa PEC	Compromiso de la Administración
Historias Ocupacionales	Staff y Equipo de Seguridad
Identificación y evaluación de los riesgos de los procesos mapa de riesgos)	Staff y Equipo de Seguridad
Implementación de Programa Específico	Compromiso de la Administración
Implementación de Programa PRP Propio empresa	Staff y Equipo de Seguridad
Implementación Programa PEC	Staff y Equipo de Seguridad
Implementación Programa Prevención Estándar	Staff y Equipo de Seguridad
Informe Definitivo de Accidente Fatal - Anexo VI	Documentación e investigación de accidentes e incidentes

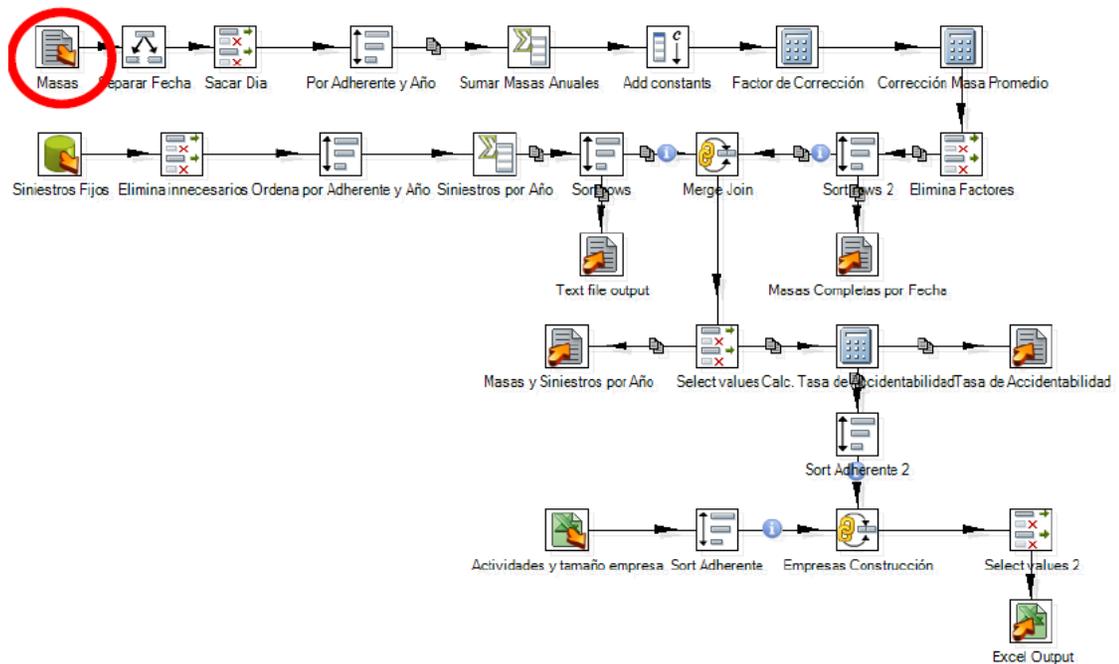
Actividad	Clasificación
Informe Definitivo de Accidente Fatal - Formulario Anexo V	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Informe Definitivo de Accidente Fatal - Formulario Anexo VII	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Informe Provisorio de Accidente Fatal - Anexo IV	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Informe Provisorio de Accidente Fatal - Formulario Anexo II	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Informes Técnicos especializados por empresa	Staff y Equipo de Seguridad
Inspección Planeada de Seguridad con Informe	Staff y Equipo de Seguridad
Instrucción en el trabajo sobre Riesgos Específicos	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Investigación de Acc. para Sanción Jurídica - Formulario Investigación de Accidentes	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Investigación de Accidentes Fatales (SUSESO 2345)	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Investigación de accidentes graves	Documentación e investigación de accidentes e incidentes
Investigación de otros accidentes	Staff y Equipo de Seguridad
Otras Act Capacit - Ejec. - Temas según necesidad de la empresa	Staff y Equipo de Seguridad
Otros Diagnósticos	Staff y Equipo de Seguridad
PEC Competitiva	Staff y Equipo de Seguridad
PEC Estándar	Staff y Equipo de Seguridad
PEC Excelencia	Staff y Equipo de Seguridad
Presentación de resultados de Auditoría PEC	Compromiso de la Administración
Presentación Programa PEC	Compromiso de la Administración
Presentación Programa Prevención Estándar	Compromiso de la Administración
Programa Exposición - Otros	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Agentes Productores de Asma	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Conservación Auditiva	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Metales (Arsénico - Plomo)	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Otros Metales	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Otros Polvos Neumoconiógenos	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Plaguicidas	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Radiaciones Ionizantes	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Sílice	Compromiso de la Administración
Programa Exposición Solventes	Compromiso de la Administración
Programa Ley 20.001	Staff y Equipo de Seguridad
Reunión con Administradores de Obras de Construcción	Compromiso de la Administración
Reunión con Comité Ejecutivo PEC	Compromiso de la Administración
Reunión con Comités Paritarios de Higiene y Seguridad	Compromiso de la Administración
Reunión con Expertos (No Jefes de PRP)	Staff y Equipo de Seguridad
Reunión con Jefes de Departamentos PRP	Compromiso de la Administración
Reunión con Profesionales	Compromiso de la Administración
Reunión nivel Gerencia/ Ejecutivos	Compromiso de la Administración
Reunión nivel Mandos Medios	Compromiso de la Administración
Reunión nivel Supervisor primera línea	Compromiso de la Administración
Reunión nivel trabajadores	Compromiso de la Administración
Seguimiento de recomendaciones de Aspectos Legales	Staff y Equipo de Seguridad
Seguimiento de recomendaciones de MDT	Staff y Equipo de Seguridad
Seguimiento Programa Prevención Estándar	Staff y Equipo de Seguridad
Seguimiento recomendaciones de Higiene Ocupacional	Staff y Equipo de Seguridad
Seguimiento recomendaciones SSO	Staff y Equipo de Seguridad
Seminario Ejec. - Aplicación de Ergonomía en el Trabajo	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminario nivel de Supervisión	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminario nivel Trabajadores	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Seminario Sup. - Aplicación de Ergonomía en el Trabajo	Programa de entrenamiento especializado para la administración

Actividad	Clasificación
Seminario Sup. - Decreto Supremo N° 67	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminario Sup. - Introd. a la norma ISO 14000	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminario Trab. - Disposic. Legales y Adm. Ley 16.744	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminarios a Ejecutivos	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminarios a Supervisores	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Seminarios a Trabajadores	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Taller nivel de Supervisión	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Taller nivel Trabajadores	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Taller Sup. - Seg. en el trabajo Yo Hago la Diferencia	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Taller Trab. - Conductor Profesional de Camiones	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Taller Trab. - Elementos de Protección Personal	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Taller Trab. - Orientación en Prev. de Riesgos CPHS	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Taller Trab. - Técnica Vocal	Entrenamiento especializado para los trabajadores
Talleres a Ejecutivos	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Talleres a Supervisores	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Talleres a Trabajadores	Programa de entrenamiento especializado para la administración
Talleres de Riesgos Específicos	Entrenamiento especializado para los trabajadores

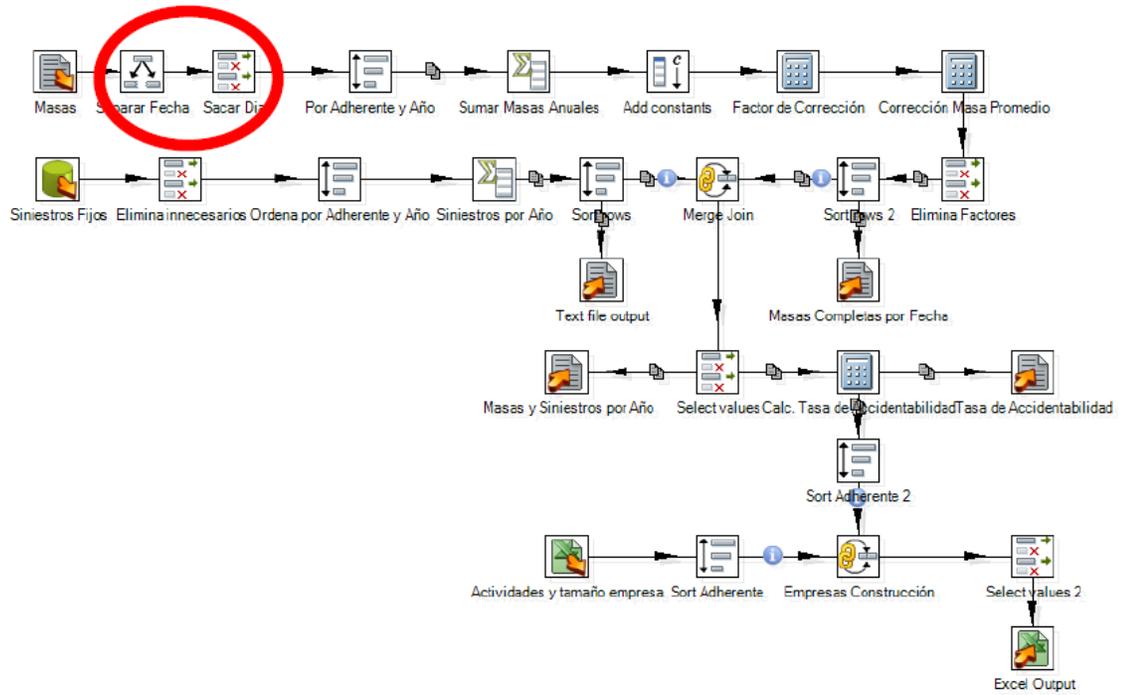
ANEXO B: METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LA TASA DE ACCIDENTABILIDAD DESDE LA BASE DE DATOS DE LA MUTUAL DE SEGURIDAD DE LA CChC

A continuación se muestran las diapositivas de una presentación realizada para explicar los pasos mediante los cuales se obtuvo la información desde la Base de Datos de la Mutual de Seguridad de la CChC. El proceso fue ejecutado con el software Pentaho Data Integration© de Pentaho Corporation.

Masas por adherente para cada periodo. Extraído directamente de la BD

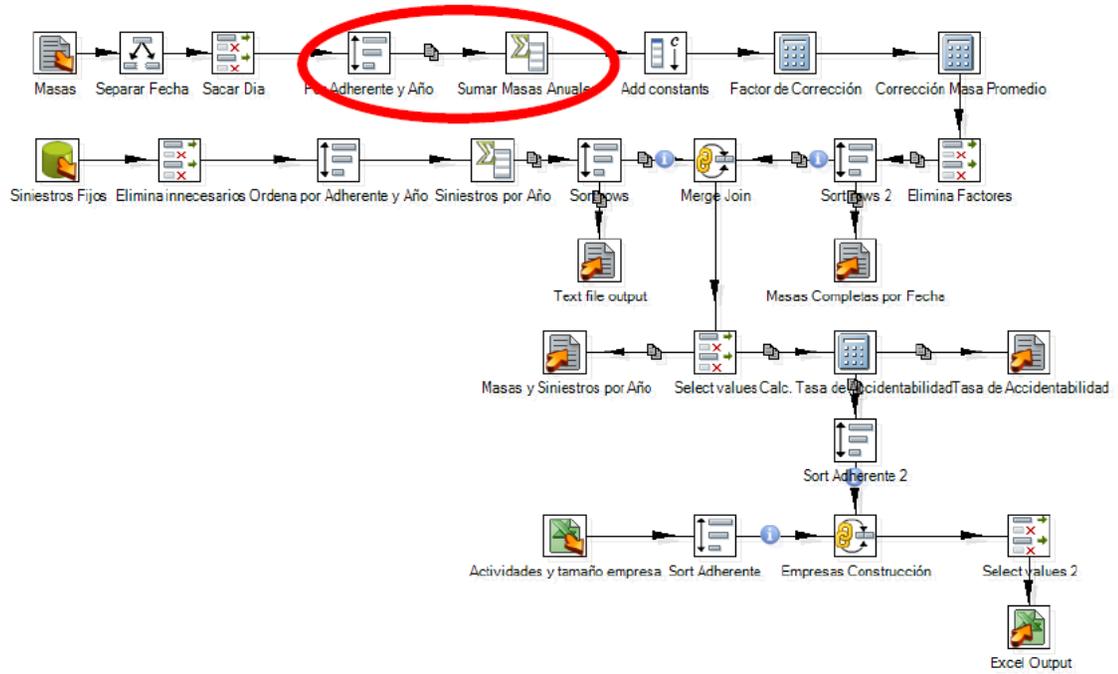


Separa las fechas para tenerlas por mes y año para cada adherente

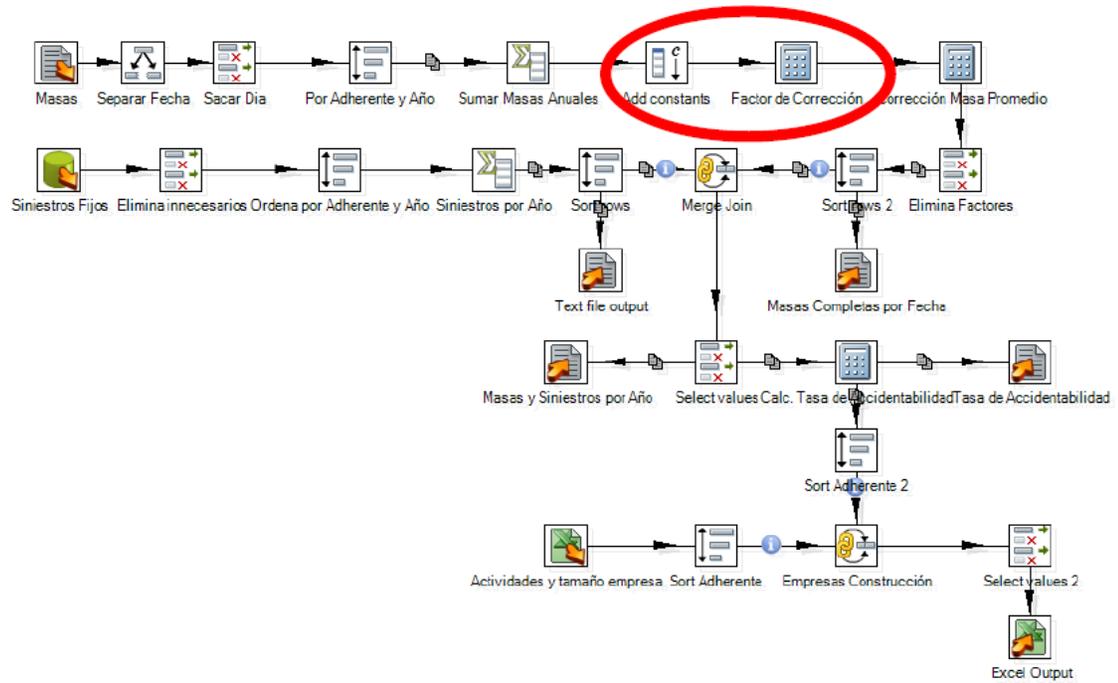


Ordena por adherente y por año para sumar las masas por año

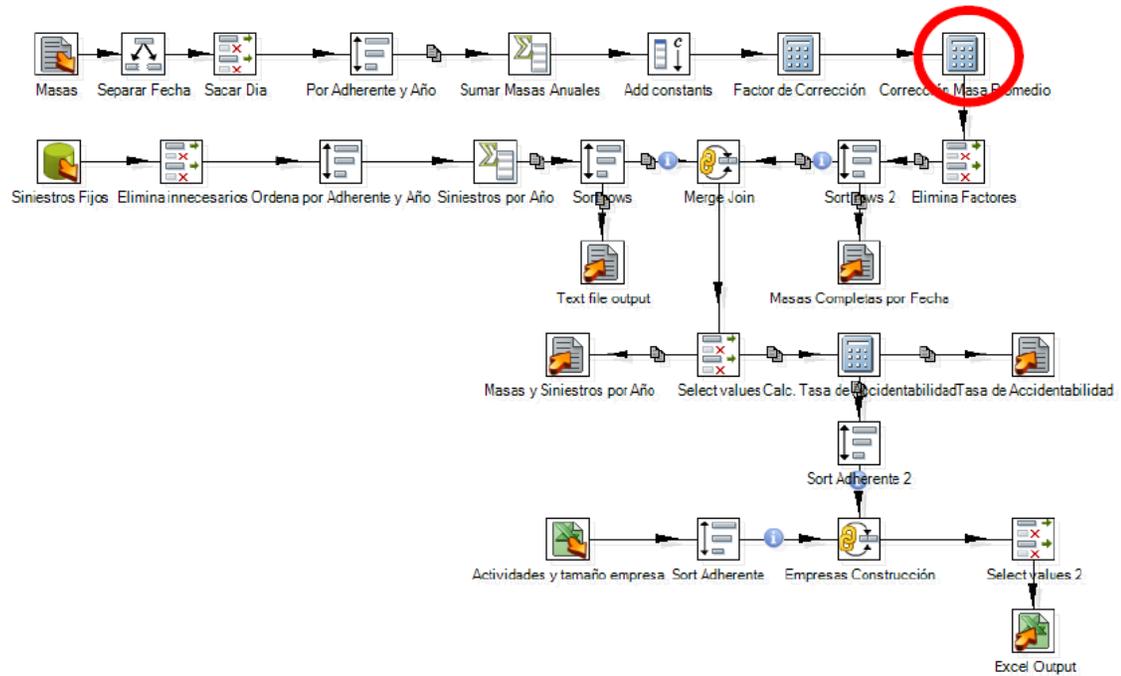
Se añade una columna con la masa anual, una con la cantidad de meses y una con la masa promedio



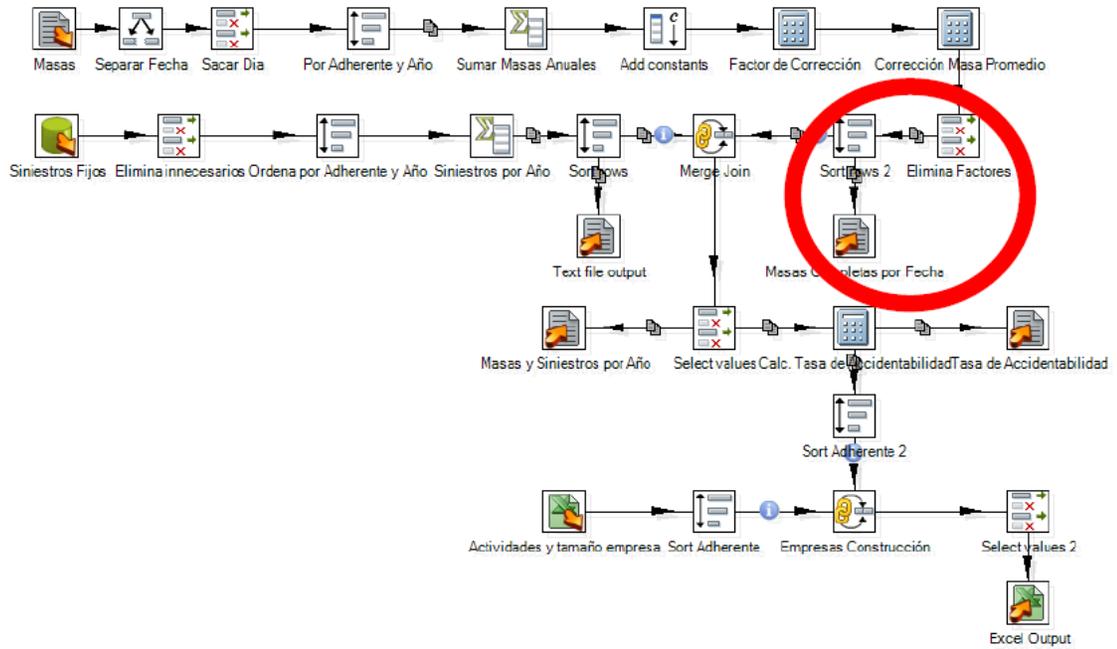
Se añade una columna con el número 12 y se calcula el factor de corrección para aquellas empresas que no tienen masas registradas todos los meses. Este Factor de Corrección se calcula como $\text{Meses con Masa}/12$



Se corrige la Masa Promedio haciendo Masa Promedio x Factor de Corrección

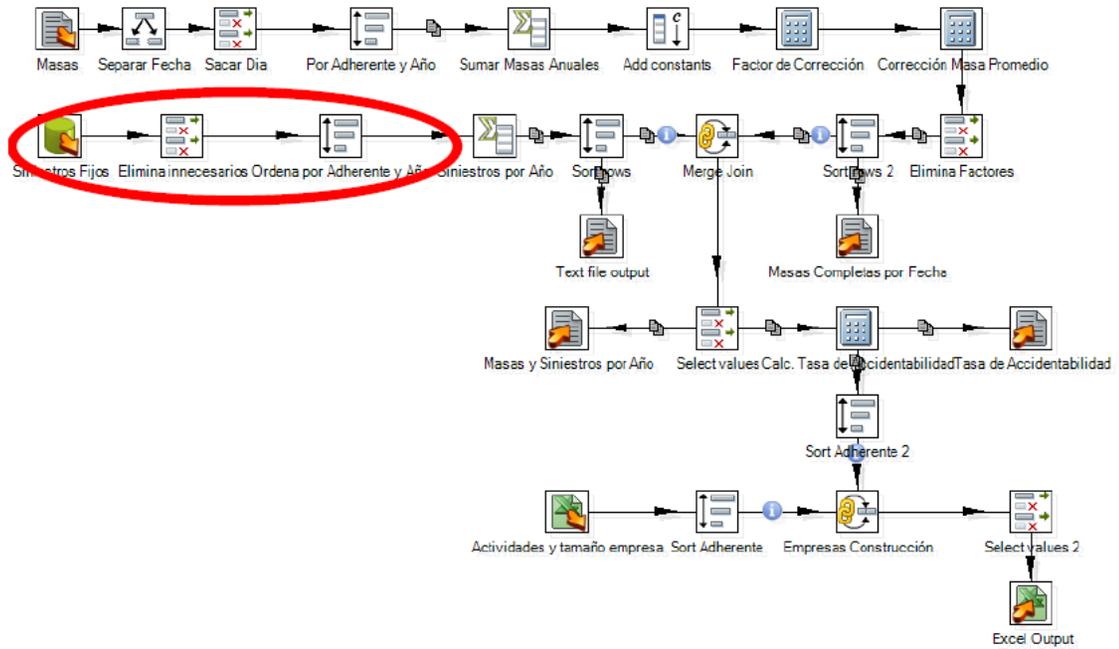


Se borran las columnas innecesarias creadas para hacer los cálculos, se ordena por adherente y por año y se genera un archivo .txt con estos datos
Masas completas por fecha.txt

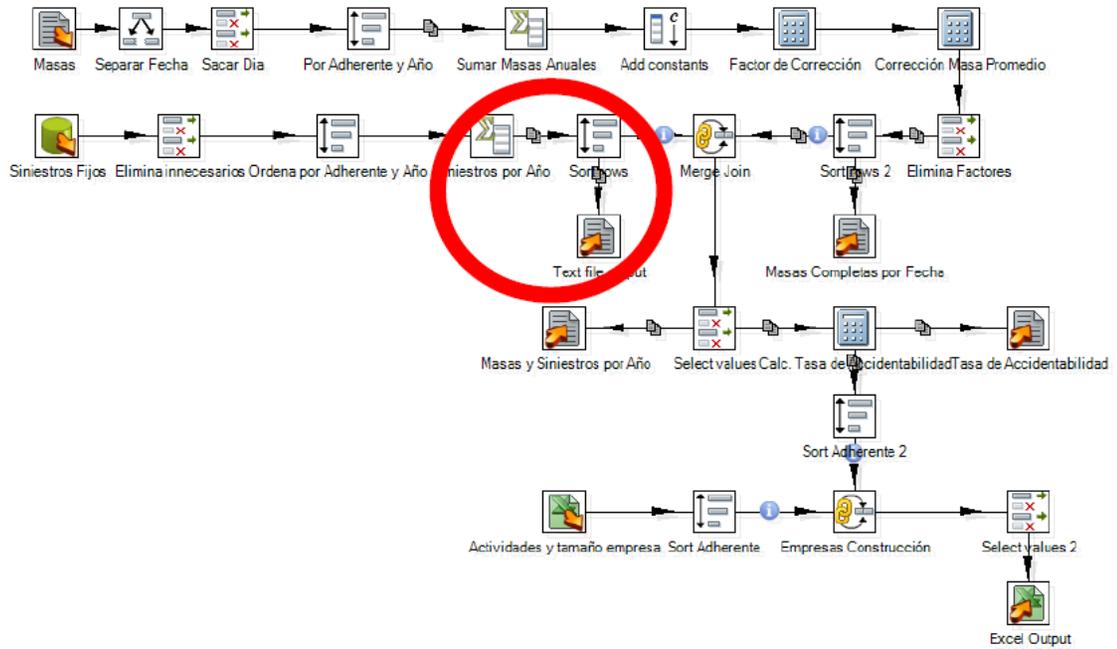


Por otro lado se hace lo siguiente:

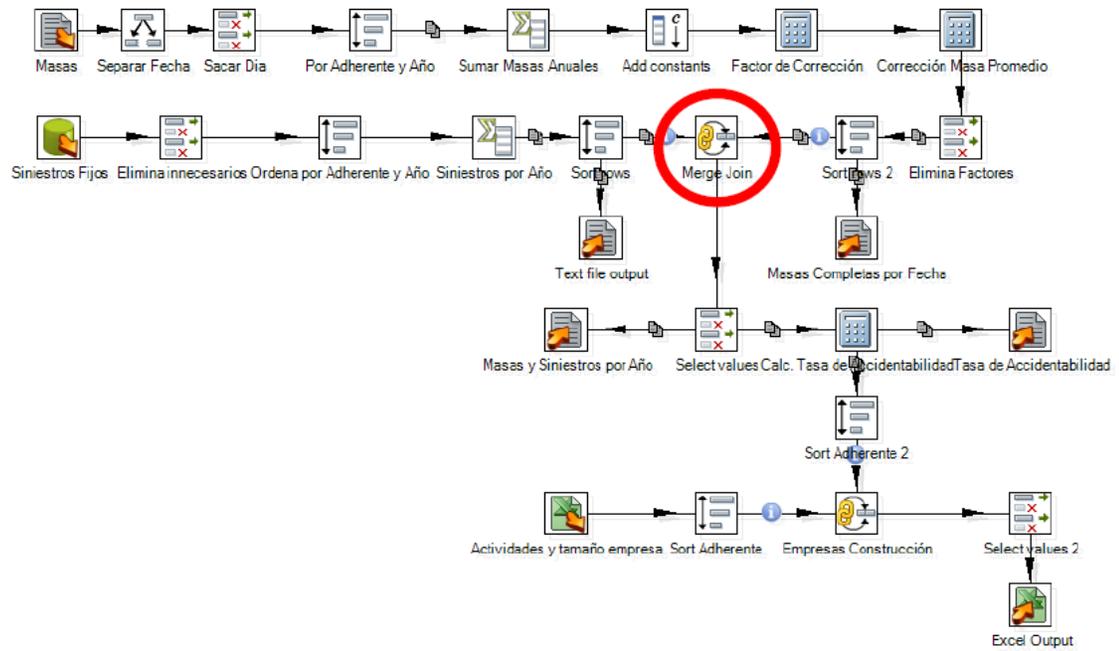
Directamente de la BD se toman los siniestros, se eliminan las columnas innecesarias y se ordena por adherente y por año.



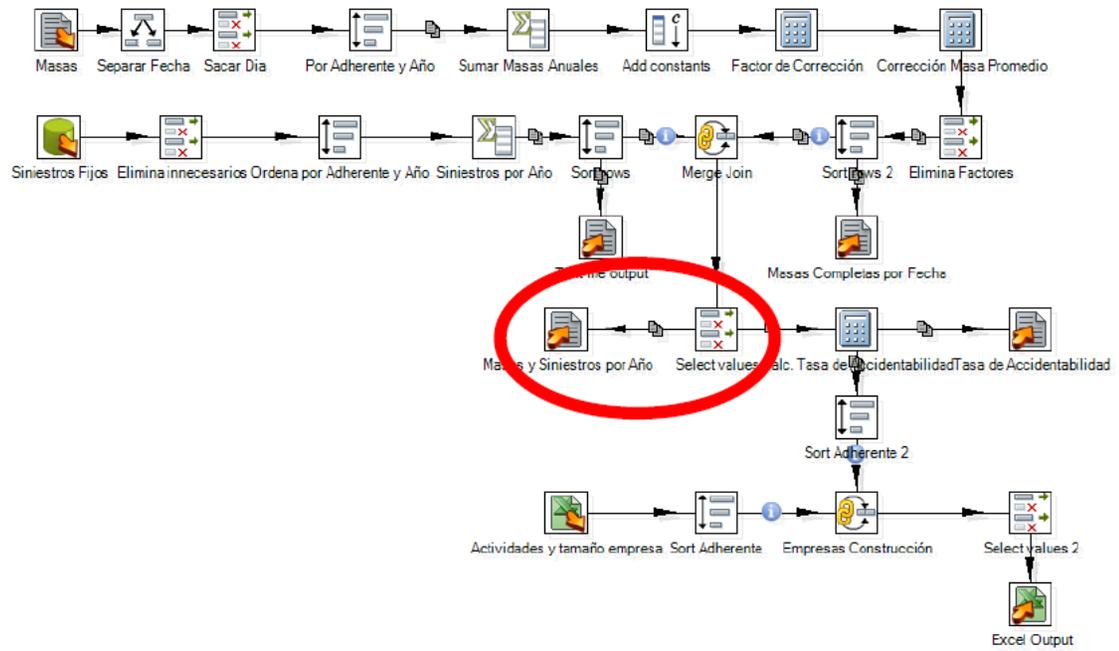
Se cuentan la cantidad de siniestros por año para cada adherente, se ordena por adherente y por año y se exporta a un archivo .txt
Siniestros por adherente.txt



Se juntan ambos flujos coincidiendo las masas y los siniestros por adherente y por año.

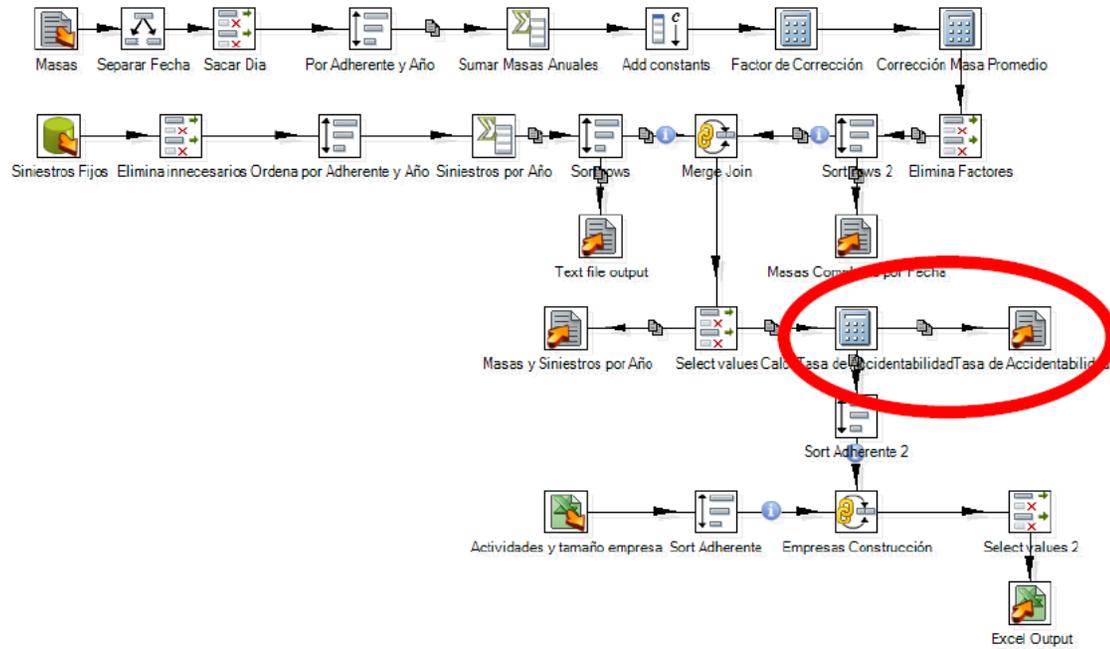


Se eliminan columnas innecesarias y se exporta un documento de respaldo .txt
Masas y siniestros por año.txt



Se calcula la Tasa de Accidentabilidad como Siniestros por Año / Masa Promedio Corregida. Se omite el x100 por ser sólo un factor de escala. Se exporta a un documento .txt

Tasa de accidentabilidad por año.txt



Se ordena por adherente y por año, y se cruza con la información de actividades por adherentes del rubro Construcción

