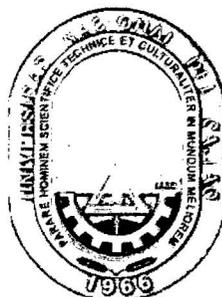


# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

## ESCUELA DE POSGRADO



### SECCION DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA – ENERGIA

**LA REINGENIERÍA DE LA SUPERVISION DE  
RIESGOS LABORALES, COMO CONTRIBUCION A  
LA GESTION DEL MANTENIMIENTO DE LA MINA  
ANTAMINA 2008-2009**

### TESIS

**PRESENTADA POR:**

**Ing° Ricardo Carlos Aguirre Parra**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE:**

**MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**

**CALLAO - 2010**

35

---

**A S E S O R:**

**Dr. ISAAC PATRON YTURRY**

---

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA  
SECCIÓN DE POSGRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**

Siendo las 12:00 del día viernes 25 de febrero del dos mil once, en la sala de Posgrado, ubicada en el cuarto piso del Pabellón de Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica -Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunió el Jurado Examinador conformado por los siguientes docentes:

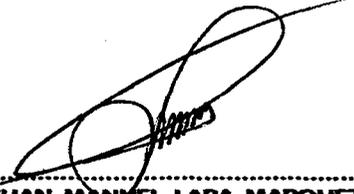
- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| ▪ Mg. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN  | Presidente |
| ▪ Mg. JUAN MANUEL LARA MARQUEZ       | Secretario |
| ▪ Mg. CIRO ITALO TERAN DIANDERAS     | Miembro    |
| ▪ Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY | Miembro    |

Con el fin de evaluar la sustentación de tesis del **Bachiller. AGUIRRE PARRA RICARDO CARLOS**, intitulada: **"LA REINGENIERIA DE LA SUPERVISIÓN DE RIESGOS LABORALES, COMO CONTRIBUCIÓN A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MINA ANTAMINA 2008-2009"**. Con el asesoramiento del Dr. ISAAC PABLO PATRON YTURRY y contando con el quórum establecido según el correspondiente Reglamento de Estudios de Maestría de la Universidad Nacional del Callao (Resolución de Consejo Universitario N° 120-95-CU), vigente y luego de la Exposición del Sustentante, los Miembros del Jurado hicieron las respectivas preguntas, las mismas que FUERON ABSUELTAS SATISFACTORIAMENTE.

En consecuencia, este jurado acordó APROBADO POR UNANIMIDAD la Tesis, para optar el **GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**, conforme al artículo 30° inc. b) del Reglamento mencionado, al **Bach. AGUIRRE PARRA RICARDO CARLOS**, con lo que se dio por terminado, el acto, siendo las 14:00 del mismo día.

Bellavista, 25 de febrero del 2011.

  
.....  
Mg. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN

  
.....  
Mg. JUAN MANUEL LARA MARQUEZ

  
.....  
Mg. CIRO ITALO TERAN DIANDERAS

  
.....  
Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY

**RESOLUCION N° 002-2011-D-SPG-FIME-UNAC**

Bellavista, 16 de febrero del 2011

**LA DIRECCION DE LA SECCION DE POST GRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA - ENERGÍA**

**VISTO:**

La Solicitud de fecha 11 de febrero del 2011, presentada por el Bachiller AGUIRRE PARRA RICARDO CARLOS, mediante la cual pide nombramiento de Jurado Examinador, así como día y la hora para sustentar su tesis titulada: "LA REINGENIERIA DE LA SUPERVISION DE RIESGOS LABORALES, COMO CONTRIBUCIÓN A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MINA ANTAMINA 2008-2009".

**CONSIDERANDO:**

Que, habiendo sido declarado Expedito para obtener el Grado de Maestro en Gerencia del Mantenimiento, el Bachiller AGUIRRE PARRA RICARDO CARLOS, mediante Resolución N° 001-2011-D-SPG-FIME-UNAC, de fecha 19 de Enero del 2011 y el informe favorable de los integrantes del Jurado Revisor y habiendo presentado 06 ejemplares de la tesis correspondiente.

En uso de las atribuciones que le confiere al Director de la Sección de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía, los incisos a) y b) del Art. 29° del Reglamento de Estudios de Maestría, aprobado por Resolución N° 120-95-CU de fecha 13 de noviembre del 1995;

**RESUELVE:**

1.- Designar el Jurado Examinador para evaluar en Acto Público el día Viernes 25 de Febrero del 2011 a las 11:30 a.m. en la sala de Post Grado 4to piso Pabellón de Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía de esta Casa Superior de Estudios, la sustentación de la tesis de Maestría titulada: "LA REINGENIERIA DE LA SUPERVISION DE RIESGOS LABORALES, COMO CONTRIBUCIÓN A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MINA ANTAMINA 2008-2009", Presentada por el Bachiller AGUIRRE PARRA RICARDO CARLOS, para optar el Grado Académico de Maestro en Gerencia del Mantenimiento; el cual está conformado por los siguientes docentes:

>	Mg.	FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN	Presidente
>	Mg.	JUAN MANUEL LARA MARQUEZ	Secretario
>	Mg.	CIRO ITALO TERAN DIANDERAS	Miembro
>	Mg.	ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	Miembro
>	ASESOR DE TESIS	: Dr. ISAAC PABLO PATRON YTURRY	

2.- Transcribir la presente Resolución a las Dependencias Académicas que correspondan y al interesado para los fines consiguientes.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

**DISTRIBUCION:**

>	Mg.	FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN	Presidente
>	Mg.	JUAN MANUEL LARA MARQUEZ	Secretario
>	Mg.	CIRO ITALO TERAN DIANDERAS	Miembro
>	Mg.	ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	Miembro
>	ASESOR DE TESIS	: Dr. ISAAC PABLO PATRON YTURRY	
>	Archivo		

Presidencia  
Secretaría  
Miembro  
Miembro



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía  
Sección de Post Grado

ME. JUAN MANUEL LARA MARQUEZ  
Director

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA – ENERGIA  
SECCIÓN DE POSGRADO**

**MAETRIA EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**

**RESOLUCIÓN N° 002-2011-D-SPG-FIME –UNAC**

**JURADO EXAMINADOR :**

**MG. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN  
MG. JUAN MANUEL LARA MARQUEZ  
MG. CIRO ITALO TERÁN DIANDERAS  
MG. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY**

**PRESIDENTE  
SECRETARIO  
MIEMBRO  
MIEMBRO**

**ASESOR DR. ISAAC PABLO PATRÓN YTURRY**

**N° DE LIBRO DE TITULACIÓN POR TESIS: 01- SPG-FIME-UNAC-2008**

**N° DE ACTA DE TITULACIÓN : N° 05**

**FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS : 25.02.2011**

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor y cariño hacia DIOS y mis Amados Padres, a mi esposa María a mis hijos e hijas hermanas Mary y María quienes se desvelaron permanentemente durante los años de mis estudios de la Maestría para lograr con ello mis objetivos que me he trazado como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial hacia mis MAESTROS de la Sección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica-Energía de la Universidad Nacional del Callao, que durante mis años de estudio siempre me brindaron su confianza y su apoyo para realizarme como futuro Maestro.

# ÍNDICE

CARATULA.....	i
ÍNDICE .....	ii
ÍNDICE DE CUADROS .....	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	vii
PROLOGO .....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1.1 Problemática y formulación del problema .....	2
1.2 PROBLEMA GENERAL.....	2
1.3 DELIMITACIÓN DE OBJETIVOS .....	3
Objetivo General .....	3
Objetivos específicos.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 LIMITACIONES Y FACILIDADES .....	5
1.6 HIPÓTESIS .....	6
1.6.1 Hipótesis general .....	6
1.6.2 Hipótesis específicas .....	6
II. MARCO TEÓRICO .....	8
<u>2.1</u> INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL ESTUDIO.....	8
2.2 BASES TEÓRICO - CIENTÍFICAS .....	16

2.2.1	Sistemas de supervisión.....	16
2.2.2	El análisis funcional de operabilidad (AFO) .....	20
2.2.3	La reingeniería en los sistemas de supervisión.....	28
2.2.4	Mantenimiento de maquinaria minera .....	31
2.2.5	Eficacia y Eficiencia.....	37
2.2.6	Riesgos laborales .....	38
2.2.7	Riesgos laborales mecánicos con máquinas y equipo minero .....	40
III.	PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	47
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	47
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	47
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO .....	47
3.4	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	48
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	50
3.6	PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
3.7	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	52
IV.	RESULTADOS.....	54
4.1	CUADROS DE APLICACIÓN .....	55
	CONCLUSIONES .....	84
	RECOMENDACIONES.....	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	90
	ANEXOS: .....	96

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 4.1:	REVISIÓN DE BASES TEÓRICAS GENERALES PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	54
CUADRO 4.2 – A:	FRECUENCIA DEL DESARROLLO DE SESIONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	55
CUADRO 4.2 – B:	METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DE SESIONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	57
CUADRO 4.3:	DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	59
CUADRO 4.4:	OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	61
CUADRO 4.5:	UTILIZACIÓN DE LA GUÍA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y	

	DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	63
CUADRO 4.6:	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y TOMA DE DECISIONES DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	65
CUADRO 4.7:	PRESENTACIÓN DEL INFORME DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	67
CUADRO 4.8:	VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	68
CUADRO 4.9:	CONSOLIDADO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	70
CUADRO 4.10:	USO DE TÉCNICAS EN LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS LABORALES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	73
CUADRO 4.11:	RIESGOS MECÁNICOS OCURRIDOS SEGÚN CAUSA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	76

CUADRO 4.12:	RIESGOS MECÁNICOS OCURRIDOS SEGÚN ZONA DE MAQUINARIA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	78
CUADRO 4.13:	INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES DE CAUSA MECÁNICA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	80
CUADRO 4.14:	CONSOLIDADO DE EFICACIA Y VARIACIÓN ESTADÍSTICA DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA - DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN MECÁNICA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	82

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1:	APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA.....	54
GRÁFICO 4.2:	DESARROLLO DE SESIONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009.....	58
GRÁFICO 4.3:	INICIO DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
GRÁFICO 4.4:	ANTES DE APLICAR LA REINGENIERÍA DE SISTEMAS DE SUPERVISIÓN .....	62
GRÁFICO 4.5:	UTILIZACIÓN DE LA GUÍA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	64
GRÁFICO 4.6:	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	66
GRÁFICO 4.7:	ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO .....	67
GRÁFICO 4.8:	INICIO DEL ESTUDIO (ANTES), SE VERIFICABA EL CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES EN CUANTO A ACTIVIDADES PREVENTIVAS Y ACTIVIDADES DE SEGURIDAD.....	69
GRÁFICO 4.9:	CONSOLIDADO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	71
GRÁFICO 4.10:	USO DE TÉCNICAS EN LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS LABORALES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL	

	PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009.....	75
GRÁFICO 4.11:	RIESGOS MECÁNICOS CAUSADOS POR MOVIMIENTOS.....	77
GRÁFICO 4.12:	TOTAL ZONAS DE MAQUINARIA QUE OCASIONAN RIESGOS MECÁNICOS .....	79
GRÁFICO 4. 13:	INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES.....	81

## PROLOGO

La minería es una actividad económica de mucha importancia en el Perú. Como se sabe el 50% de las exportaciones totales del país, provienen del sector minero, además en el sector laboran aproximadamente 30000 personas. Por lo tanto son personas que al trabajar con máquinas y equipos pesados en complejos Mineros, asumen una serie de riesgos físicos; los cuales deben ser cuidadosamente controlados a través del establecimiento de sistemas de supervisión y control.

La reingeniería de los sistemas de supervisión es un nuevo enfoque que analiza y modifica los procesos básicos de trabajo y permite aplicar a plenitud todos los conocimientos científicos y técnicos con el propósito de tener procesos más efectivos con mayor rapidez, mayor cantidad, mayor calidad, menores costos, mayores ganancias.

Este trabajo contiene cuatro secciones, la sección I presenta el Planteamiento Inicial de la investigación.

En la sección II se encuentra el marco teórico conceptual con las investigaciones relacionadas con el estudio y las bases teórico-científicas, y el sistema de hipótesis.

En la sección III se encuentra la Metodología que describe el tipo y diseño de investigación, población y muestra de estudio, definición y operacionalización de variables, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos de recolección, procesamiento y análisis de datos.

En la sección IV se presentan los Resultados en función de las variables e indicadores de la hipótesis, reflejando la relación existente entre ellas.

Al finalizar, se formulan las Conclusiones que dan cuenta de los logros trascendentes después de la Aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión basado en el modelo AFO que aportan evidencias empíricas en favor de la hipótesis planteada; las mismas que dan lugar a algunas Recomendaciones.

Se termina este informe de tesis con la bibliografía consultada y los anexos.

El autor

## **RESUMEN**

Existiendo que en las empresas mineras se debe enfatizar en la aplicación del análisis, control y prevención de los mecanismos de riesgo laboral en los trabajadores, no se cumple, motivo por el cual los accidentes laborales de origen mecánico se presentan con mucha frecuencia.

El objetivo general fue aplicar las características de los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores antes y después de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos de la Empresa Minera Antamina 2008 – 2009.

Los objetivos específicos fueron:

1. Identificar las características de los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores antes de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos de la Mina Antamina. 2008.
2. Enfocar y precisar la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos que permita inducir al control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina. 2008.
3. Precisar las repercusiones de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos sobre control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina. 2009.

Los objetivos planteados han sido logrados y la hipótesis de investigación ha sido verificada en todo su enunciado.

### **PALABRAS CLAVES**

Reingeniería, supervisión, mantenimiento, riesgos laborales de origen mecánico.

## **ABSTRACT**

Being that mining companies should emphasize the application of analysis, control and prevention of occupational risk mechanisms on employees, not satisfied, why the mechanical cause accidents occur frequently.

The overall objective was to determine the characteristics of the occupational hazards of mechanical origin in the workers before and after application of reengineering the system to supervise the operation of machinery and equipment

Antamina Mine from 2008 to 2009.

Specific objectives were:

1. Identify the characteristics of the occupational hazards of mechanical origin in the workers before the implementation of reengineering the system to supervise the operation of machinery and equipment of the Antamina mine. 2008
2. Reengineering the system to supervise the operation of machinery and equipment that enables us to infer the control of occupational hazards of mechanical origin in the Antamina mine workers. 2008.
3. Specify the impact of the implementation of reengineering the system to supervise the operation of machinery and equipment for control of occupational hazards of mechanical origin and the Antamina Mine workers. 2009. The hypothesis was: "The implementation of a monitoring system is optimized through reengineering, contribute to the management of maintenance that will reduce occupational hazards of mechanical origin in the workers of the mining company Antamina SA

The proposed objectives have been achieved and the research hypothesis has been tested throughout his statement.

### **KEYWORDS:**

Re-engineering, supervision, maintenance, occupational hazards of mechanical origin.

## **I. PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En las empresas mineras a pesar de sus lineamientos de política, en los que debe enfatizar la idónea aplicación del análisis, control y prevención de los mecanismos de riesgo laboral en los trabajadores, no se cumple, motivo por el cual los accidentes laborales de origen mecánico se presentan con mucha frecuencia, según datos del Ministerio de energías y Minas, en el año 2008 se registraron 60 muertes por accidentes de trabajo en las empresas mineras, además entre enero – mayo del 2009 se registran 28 muertes por los mismos motivos. Entre las causas de los decesos tenemos que el 45% es por desprendimiento de rocas, el 13% por caídas de las personas, el 7% por asfixia, 19% por otras causas, pero lo más importante para este estudio es que el **16% de las muertes son causados por máquinas y vehículos.**

### **1.1.1 Problemática y formulación del problema**

Dentro de las funciones administrativas de los ingenieros mecánicos en una empresa minera figura la supervisión, sin embargo ésta función no es cumplida a cabalidad, siendo actualmente todavía un problema la forma como los administradores la ejecutan y la instrumentan. Tampoco aplican la reingeniería de los sistemas de gestión administrativa de la empresa, más aún en el caso de la supervisión del funcionamiento de la maquinaria, con la consiguiente repercusión de riesgo potencial de accidentes laborales de origen mecánico.

A la luz de esta problemática se formularon las siguientes preguntas:

## **1.2 PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cómo son las características de los riesgos laborales de origen mecánico “Antes” de la aplicación de la Reingeniería de sistema de supervisión del funcionamiento mecánico de la Mina Antamina año 2008?
- ¿La aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico de la Mina Antamina tiene relación con la disminución de los riesgos laborales de origen mecánico?
- ¿Cómo son las características de los riesgos laborales de origen mecánico “Después” de la aplicación de la Reingeniería de sistema de supervisión del funcionamiento mecánico de la Mina Antamina año 2009?

### **1.3 DELIMITACIÓN DE OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

- Aplicar y precisar las características de los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores antes y después de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos de la Mina Antamina 2008 – 2009.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar las características de los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores antes de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos de la Mina Antamina. 2009.
- Emplear la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos que permita inducir al control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina. 2009.
- Precisar las repercusiones de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos sobre control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina. 2009.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación es pertinente, porque tiene razón de ser en función de las expectativas de la ingeniería mecánica aplicada a las

empresas mineras y a las necesidades de protección contra factores de riesgo de accidentes de la población trabajadora.

Es **trascendente**, debido a que en cualquier empresa minera la importancia de la función de supervisión del funcionamiento de la maquinaria es vigente a través del tiempo y del espacio.

El presente estudio es **conveniente** porque la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos tendrá influencia positiva sobre el control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina.

Tiene **aporte intelectual y bibliográfico** producto de la aplicación de la Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico para el control de los riesgos laborales en las minas que a pesar de tratarse de una primera aproximación flexible y abierta a la crítica, podrá servir de línea de base de un cuerpo teórico.

Ello genera una especial complejidad en el análisis y determinación de los procesos de trabajo minero, máxime cuando es necesario sistematizar la supervisión como elemento de mejoramiento de los actos y equipos.

También tiene **relevancia teórica**, porque da a la Ingeniería Mecánica una visión moderna al utilizar el conocimiento teórico de la reingeniería de un sistema de supervisión con fines del mejoramiento de la gestión de riesgos laborales de origen mecánico.

La **utilidad práctica** se demuestra en la conciliación de la propuesta con las exigencias de la ingeniería mecánica que requiere del cambio constante

y transformación definidas como el abandono sistemático de los errores y fallas. Queriendo dejar el mensaje, que la función de la supervisión es poner al “conocimiento teórico de la realidad” en “acción”.

Esta investigación **está relacionada con las prioridades de la región y del país** en el aspecto económico porque el Perú es un país minero con necesidad de prevenir accidentes en sus trabajadores.

Como se sabe el 50% de las exportaciones totales del país, provienen del sector minero y en el sector laboran aproximadamente 30,000 personas.

Tiene **utilidad metodológica**, porque la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y de los equipos mineros propuesto por el autor, complementa al escaso análisis de indicadores ya existentes al respecto y permiten el diseño de instrumentos de análisis precisos, específicos modernos y adecuados.

Busca llenar los vacíos metodológicos y pretende la generalización de sus resultados hacia otras empresas y poblaciones objeto con características similares.

## **1.5 LIMITACIONES Y FACILIDADES**

El estudio fue factible en cuanto el investigador dispuso de recursos financieros y materiales para realizarlo, además dispuso del tiempo necesario para demostrar la validez de la hipótesis y cumplir los objetivos planteados. Los recursos humanos con los que trabajó el autor son trabajadores de la Empresa minera Antamina, quienes previa autorización de sus superiores aceptaron participar en el estudio.

El desarrollo de la investigación pudo tener dificultades en cuanto a la información disponible acerca de la supervisión del funcionamiento mecánico, pero se logró superar esta dificultad utilizando fuentes de información indirecta.

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **1.6.1 Hipótesis general**

- La aplicación e implementación de un sistema de supervisión optimizado mediante la reingeniería, contribuirá a la gestión del mantenimiento lo cual permitirá reducir los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Empresa Minera Antamina S.A.

### **1.6.2 Hipótesis específico**

- Existe una alta frecuencia de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Empresa Minera Antamina S.A. antes de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.
- Después de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero disminuye la frecuencia de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la empresa minera Antamina S.A.

- Teniendo como resultados la aplicación de la reingeniería en el sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria, se logró disminuir el índice de accidentes de riesgos laborales de origen mecánico en la Empresa Minera Antamina S.A.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL ESTUDIO

#### a) España

Rodríguez García, miembro experto de la Empresa Belt Iberia, desarrollo un sistema de **supervisión** y mantenimiento de estrategias contra incendios para reducir los riesgos laborales que tienen los trabajadores. Consideró conveniente una descripción previa y resumida de la situación basal de este sistema en diferentes empresas y posteriormente aplico el sistema propuesto considerando que el proceso de supervisión debe comenzar por el conocimiento de los riesgos protegidos y la instalación aplicada. Si se enfrentaba a la revisión de un sistema ya ejecutado, aplicaba un método de puntos básicos complementado por la revisión de detalles.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> RODRÍGUEZ GARCÍA EMILIO. (2001). *Supervisión y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios*. Seguridad Pública y Protección Civil. Belt Iberia. <http://www.belt.es/expertos/experto.asp?id=1798>

**Bultó Nubiola**, portavoz del Centro Nacional de Información y Documentación de Barcelona, realizó un exhaustivo comentario acerca de las recomendaciones aportadas por la Conferencia Internacional del Trabajo como guía para la acción de los gobiernos en variados campos, entre ellos la minería. Realizó un análisis sobre las definiciones de salud ocupacional dadas por el Comité MIXTO OIT- OMS en el que concluyó que las empresas son responsables de promover y mantener el mas alto grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores.

Así mismo hizo hincapié en el Convenio sobre Seguridad y Salud en las Minas (Convenio N° 176, OIT, 1995) acerca de la prevención de daños causado a la salud por causas inherentes a la actividad minera.<sup>2</sup>

**La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo**, presentó un resumen de los seminarios organizados en Düsseldorf y Bilbao en el año 2001, basado en las exposiciones de los oradores de los distintos Estados miembros y en los comentarios de los participantes de los seminarios acerca de nuevos enfoques y estrategias para propiciar la seguridad y la salud en el trabajo. Uno de las exposiciones más comentadas fue al Plan Aragón para la reducción de los accidentes laborales en empresas de alto riesgo en el que se implantó un sistema de supervisión de los riesgos y consecuencias que brindaban informes mensualmente para que se tomen las medidas correctivas de manera continua en todas las empresas inscritas en el plan. De acuerdo con el

---

<sup>2</sup> BULTÓ NUBIOLA, MONTSERRAT. (1990). *Recomendaciones adoptadas por la conferencia internacional del trabajo referentes a la prevención en el trabajo*. Centro nacional de información y documentación – Barcelona. España

sistema de supervisión, la tasa de accidentes de las empresas participantes en el plan se redujo en un 25,5 %. En la actualidad otras comunidades autónomas del Estado español también están realizando programas basados en el Plan Aragón. Las primeras indicaciones de los resultados conseguidos hasta ahora apuntan hacia resultados semejantes.

Por lo general, se han observado disminuciones comprendidas entre el 10 % y el 30 % de las tasas de accidentes.<sup>3</sup>

## b) México

De acuerdo con **Grimaldi – Simons**, “las máquinas que el hombre ha creado son monstruos que le sirven en tanto se mantenga alerta con la atención concentrada en sus tremendas condiciones. Olvidándose del poder potencial de la máquina podrá causarle daños penosos y súbditos”. Con esto los autores pretenden alertar a todas las personas que manipulan u operan máquinas para realizar alguna actividad productiva. Así mismo estos autores consideran que las fuentes más comunes de riesgos mecánicos son las partes en movimiento, como equipos y máquinas defectuosas y sin protección, herramientas defectuosas, vehículos en mal estado, manipulación y cargado de explosivos, compresoras en mal estado, equipos de ventiladores en condiciones defectuosas. Además pretenden que se cree una cultura de gestión de riesgos, con el objetivo de poder controlarlos y mantenerlos en un nivel mínimo; teniendo en

---

<sup>3</sup> AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. (2000). *Calidad del trabajo: Nuevos enfoques y estrategias para la seguridad y la salud en el trabajo*. Boletín FORUM. <http://osha.eu.int/publications/forum/2/forum2-es.pdf>

cuenta además que los accidentes causan pérdidas humanas y también pérdidas económicas para las empresas.<sup>4</sup>

**Stricff**, señala que “los sistemas de supervisión de seguridad del proceso son series de planes, procedimientos y controles amplios, diseñados para garantizar que se hayan instalado medidas para impedir y mitigar accidentes importantes en plantas, que se utilicen y sean efectivos”. El referido autor considera que la prevención es fundamental para reducir los accidentes de trabajo y preservar la salud de las personas, aunque es consciente de los riesgos que siempre existirán cuando se manipulan maquinarias y equipos.<sup>5</sup>

### c) Chile

**Belmar Muñoz**, en la monografía Investigación de accidentes laborales, concluye que ningún plan de supervisión de riesgos es efectivo si no va acompañado del respaldo de la administración superior de la empresa, el que debe tener una presencia clara, permanente y visible hacia los niveles inferiores de la organización.

De la alta dirección depende el control de los accidentes, de las pérdidas, de la reducción de costos, etc. La alta dirección debe preparar planes de seguridad, estándares a cumplir, debe mantenerse informado permanentemente de los resultados obtenidos por los supervisores de

---

<sup>4</sup> GRIMALDI- SIMONDS. (1989). *La Seguridad Industrial*. Editorial Alfaomega, México.

<sup>5</sup> STRICFF, SCOUT. (1998). *Manual de evaluación y administración de riesgos*. Editorial MCGRAW – HILL. México.

seguridad de la empresa para evaluar el sistema de seguridad en la empresa.<sup>6</sup>

El mismo autor, en el estudio Prevención de riesgos - Implantación de un sistema efectivo de control del riesgo operacional en la empresa, aporta un programa personalizado para la programación de actividades periódicas que cada miembro de la empresa debe realizar con objeto de reducir los riesgo mecánicos que con lleva la operación de maquinaria y equipos mineros, para finalmente hacer más rentable el negocio minero y conocer en detalle aspectos fundamentales que sin este programa no podría conocerse. Además de esta manera la administración superior tiene absoluta certeza de lo que ocurre en ciertas áreas y fundamentalmente que áreas necesitan de su especial atención. Dentro de las actividades básicas del programa incluye:

- Una reunión mensual de análisis de los problemas y necesidades de los trabajadores en cuanto a manipulación de maquinarias y análisis de la gestión preventiva
- Inspecciones de seguridad realizadas por un equipo supervisor, con el objeto de detectar, analizar y controlar los riesgos incorporados a los equipos, el material y al ambiente que pueden afectar el funcionamiento de los procesos productivos, comprometiendo los resultados.

---

I. <sup>6</sup> VÍCTOR BELMAR MUÑOZ. (2002). *Investigación de accidentes laborales.*

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/rrhh1/prevriscoscc.htm>

- Observaciones de seguridad sistemáticas para verificar que las tareas se están desarrollando según los procedimientos vigentes
- Contactos personales o grupales en la administración con los operarios de maquinarias con el objeto de felicitar, corregir o confirmar procedimientos de trabajo, motivar, dar a conocer la política de seguridad, medio ambiente o calidad, etc.
- Charlas diarias de cinco minutos para analizar rápidamente las tareas del día, sus riesgos y sus formas de control, los elementos de seguridad que se usaran y cualquier aspecto importante del día.
- Charla integral semanal para tratar las políticas de seguridad, calidad, medio ambiente, noticias, leyes o decretos, analizar un procedimiento de trabajo, felicitar, llamar a la cooperación, realizar seguimiento a las acciones correctivas, etc.
- Investigación de accidentes para a determinar las causas de los accidentes, tomar acción para que estos no se repitan en el futuro.. Esto tiene por objeto fundamental que el análisis del accidente permita un control de los riesgos por el personal que no estuvo involucrado en el accidente.
- Análisis estadístico mensual, comparando lo programado con lo efectivamente realizado en el mes. Cuando el programa se ha realizado durante meses también se puede comparar la efectividad del mismo entre los distintos meses.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> BELMAR MUÑOZ (2003). *Prevención de riesgos - Implantación de un sistema efectivo de control del riesgo operacional en la empresa.*  
<http://www.monografias.com/trabajos13/progper/progper.shtml>

#### **d) Perú**

**Pecho**, resalta que los factores básicos en un sistema de supervisión es que apoya la capacidad de control y facilita la conducción y concentración de estrategias de intervención, tanto para la prevención como para el contrato. Para lo cual el sistema de supervisión debe ser abastecido de información, la que será analizada y utilizada en función de reducir los riesgos mecánicos que producen cadentes de trabajo.

Para el **Ministerio de Trabajo y promoción de empleo**, los accidentes laborales van aumentando su frecuencia, así reportan que para el año 2006 se presentaron 220 casos de accidentes de trabajo y para el año 2007 se presentaron 246 casos.

El **Instituto de Seguridad Minera del Perú (ISEN)**, fue creado en el año 1990 debido al incremento en el número de accidentes y en los índices de seguridad, crecimiento de actividad minera que produjo un incremento del número de trabajadores nuevos, por el concepto errado que mantienen las empresas de Seguridad vs. Productividad y el incremento de trabajos realizados por empresas contratistas. Tiene los objetivos de evitar la ocurrencia de accidentes en el sector minero, realizando eventos de capacitación, difusión y entrenamiento al personal de las empresas mineras y de difundir y motivar a las Gerencias de las empresas mineras con respecto a la importancia de la Prevención de Accidentes, creando una Cultura de Seguridad.

En el área de investigación, tiene como fin estudiar causas de accidentes y difundirlas, la difusión de temas específicos y es responsable de captar experiencias de otros países y adaptarlas a nuestra realidad. En el área de apoyo a la empresa, brinda servicios gratuitos de asistencia a las empresas con graves problemas de seguridad, promueve auditorías de seguridad, promueve la implementación de sistemas de seguridad y brinda asistencia técnica a los mineros artesanales.<sup>8</sup>

En el Perú, tanto la **Ley General de Salud** (ley 26842) acerca de “la protección de la salud es de interés público, siendo un derecho irrenunciable de los trabajadores”, responsabiliza a quienes conducen o administran actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes y servicios tienen la obligación de adaptar las medidas necesarias para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo”, así mismo el **Reglamento de Seguridad e Higiene Minera** de 1996; señala que “deberán observarse fundamentalmente procedimientos de seguridad y capacitación; y se aprovecharán experiencias prácticas y técnicas actualizadas; se protegerán los trabajos mineros y la conservación de la maquinaria empleada en los mismos y sus instalaciones, evitando a demás, riesgos y enfermedades profesionales”.

---

<sup>8</sup> INSTITUTO DE SEGURIDAD MINERA DEL PERÚ. (2004). *Situación Actual de la Seguridad Minera en el Perú*. Perú.

## 2.2 BASES TEÓRICO - CIENTÍFICAS

### 2.2.1 Sistemas de supervisión

#### a) La supervisión

La supervisión es regular, observar y registrar las actividades que se llevan a cabo en una institución. Es un proceso rutinario de recoger información sobre todos los aspectos, es comprobar cómo progresan las actividades de un proyecto por medio de una observación sistemática y pertinente.<sup>9</sup>

Para que el proceso de supervisión se lleve a cabo, se debe efectuar considerando el cumplimiento de las normas establecidas en la Constitución Política del Perú y otras normas actuales vigentes, pertenecientes a la Supervisión del sector de Energía y Minas, las cuales se ejecutarán de acuerdo a las necesidades existentes en cada nivel.

#### b) Objetivos de la supervisión

- Fortalecer a la empresa a fin que cumpla con las funciones impuestas.
- Propiciar orientación para la mejor realización de las actividades de trabajo, ayudar a los trabajadores a hacer mejor su trabajo.
- Coordinar actividades administrativas y operativas.
- Asesorar estrategias para prevenir y/o solucionar problemas.
- Control de riesgos laborales.

---

<sup>9</sup> BARTLE, PHIL. (1998). *Manual de supervisión*. <http://www.scn.org/mpfc/hemons.htm>

- Control preciso de procesos estadísticos. 10
- Proporcionar las instrucciones y directrices para llevar a cabo el cumplimiento del trabajo en forma idónea y libre de riesgos.
- Controlar y evaluar el desarrollo del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.
- Supervisar que se dé el verdadero uso y aplicación a los equipos y máquinas existentes.
- Propiciar el mejoramiento de la calidad del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.

**c) Enfoques de la supervisión**

Los diversos planteamientos de la supervisión presentados por Fermín (1980), Nérici (1975) y Hierro (1974), poseen enfoques diferentes de acuerdo a la siguiente especificación.

- **Fermín, M (1980)**

- Inspección autocrática
- Inspección liberal
- Supervisión democrática

- **Nérici, J (1975)**

- Fase fiscalizadora
- Fase constructiva
- Fase creativa

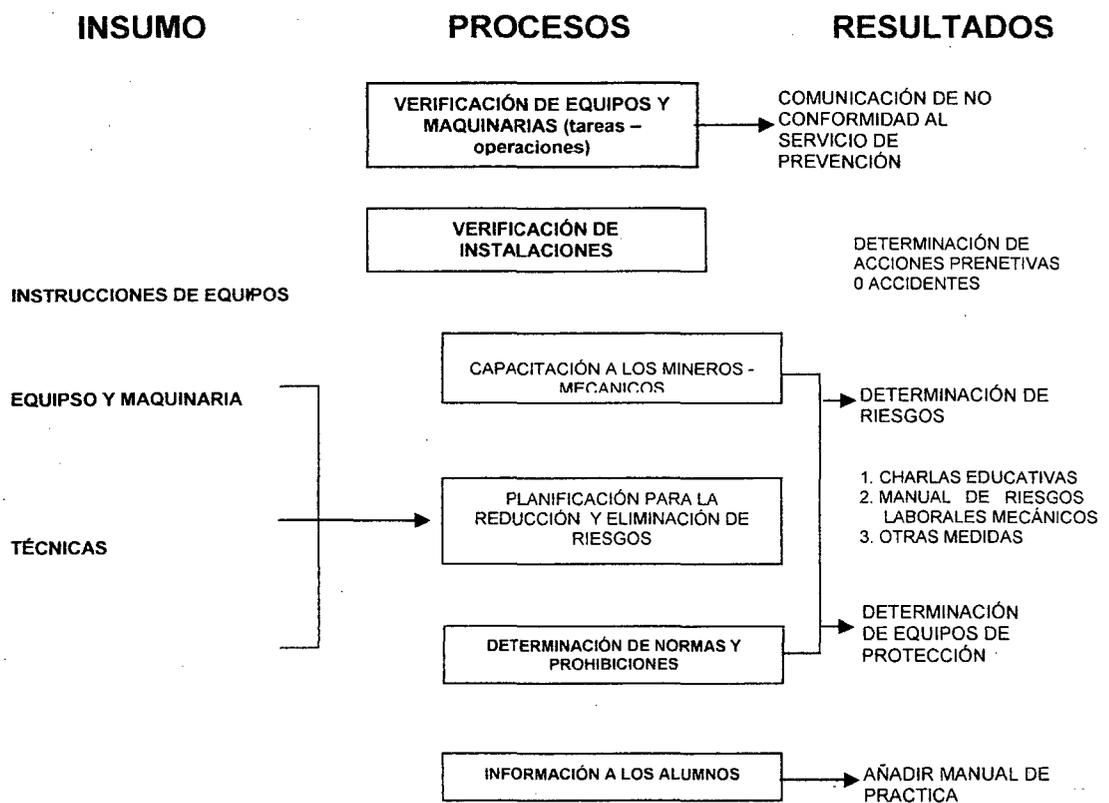
---

<sup>10</sup> SERGIOVANNI, T. (1997). *Emerging patterns of supervision. Human Perspectives*. Mc Graw-Hill. Nueva York.

- Autocrática
- Democrática
- **Hierro, L (1974)**
  - Supervisión correctiva
  - Supervisión preventiva
  - Supervisión constructiva
  - Supervisión creativa

**d) La supervisión preventiva desde el enfoque sistémico**

En el siguiente algoritmo se pueden observar los componentes de la supervisión preventiva desde un enfoque sistémico y sus interrelaciones dinámicas.



FUENTE: Elaboración propia

**Figura 2.1: ENFOQUE SISTÉMICO DE LA SUPERVISIÓN PREVENTIVA**

El supervisor deberá reunir capacidades personales, técnicas y académicas que le permitan cumplir con su función.

• **Condiciones personales:**

- Poseer empatía y comprensión hacia los demás.
- Saber escuchar y comunicar.
- Inspirar autoconfianza en los demás.
- Ser optimista y proactivo.
- Saber delegar funciones.
- Tener habilidad para enseñar a los demás.
- Poseer buenas relaciones interpersonales.
- Mentalidad científica.
- Madurez emocional y social.
- Ser líder, imparcial y con capacidad para reconocer los méritos.

• **Condiciones técnicas:**

- Dominio de técnicas grupales.
- Dominio de técnicas de mejoramiento de la calidad.
- Dominio del enfoque sistémico.
- Identificación de necesidades, insumos procesos y resultados para la solución de problemas.
- Tener conocimiento integral acerca del mejoramiento y efectividad supervisora.
- Tener capacidad para el análisis de la información y toma de decisiones.

- Experiencia administrativa.
- Conocer bien el ámbito empresarial tanto administrativo como operativo.
- Constante actualización.

### **2.2.2 El análisis funcional de operabilidad (AFO)**

Todo proceso de supervisión de funcionamiento de maquinaria y equipos dirigido hacia la prevención de accidentes laborales requiere determinar la probabilidad de que estos últimos se materialicen, y las consecuencias de los mismos, tanto en lo relativo a lesiones físicas como a pérdidas materiales.

Muchas veces los análisis cuantitativos se basan en datos subjetivos que permiten una evaluación que orienta y que puede resultar suficiente para identificar los riesgos laborales, las causas que los generan y las posibles consecuencias; y a partir de éstos se realiza la selección y adopción de muchas medidas preventivas necesarias.

La adecuada aplicación de estudios de seguridad en las instalaciones mineras habría de permitir determinar los límites de todos los parámetros dentro de los cuales cualquier proceso se desarrolla por vías seguras, y conocer el comportamiento del proceso fuera de estos límites, para integrar las medidas preventivas oportunas.

### **a) Concepto**

El **Análisis Funcional de Operabilidad (AFO)** es un estudio de comprobación rigurosa, sistemática y crítica de todos los fallos, errores o desviaciones previsibles respecto a unas situaciones normales y de acuerdo a una determinada concepción de diseño de un proceso en fase de proyecto o en funcionamiento, estimando el potencial de peligrosidad que generan y sus efectos.

Se trata de un método deductivo de análisis cualitativo para la detección de fallos y de sus consecuencias, y la consiguiente adopción de medidas preventivas.

El método AFO utilizado para la supervisión preventiva exige la existencia de análisis preliminares que hayan permitido subsanar muchas de las deficiencias normalmente previsibles, cumpliendo las prescripciones reglamentarias y estándares en materia de prevención de riesgos.

Los análisis históricos de accidentes en instalaciones mineras similares aportan experiencias interesantes.

### **b) Metodologías de apoyo**

La metodología AFO, por ella misma no representa un completo análisis de seguridad, siendo conveniente recurrir complementariamente a otras metodologías de apoyo como:<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> BESTRATÉN BELLOVÍ, MANUEL. (2002). *Op. Cit.*

- **El árbol de errores**

Representación esquemática de combinaciones de causas o fallos primarios que llevan a un acontecimiento final indeseado, pudiendo determinarse la probabilidad del mismo a partir de la probabilidad de tales fallos básico.

- **El árbol de consecuencias**

Representación esquemática de combinaciones de sucesos, que facilita todas las posibles consecuencias de un hecho o fallo determinado, con referencia al suceso en sus comienzos y que hay que especificar.

- **El análisis de efectos y daños**

Análisis sistemático de los efectos físicos de un acontecimiento determinado indeseado, y también de las consecuencias materiales e inmateriales para la instalación, para las personas, y para el medio ambiente.

### **c) Pasos para la realización del AFO**

- **Creación de un equipo de trabajo**

El grupo de trabajo estable estará constituido por un mínimo de tres personas y por un máximo de siete, dirigidas por un conductor familiarizado con los procesos inherentes al área de trabajo. Podrá invitarse a asistir a determinadas sesiones a otros especialistas.

Una posible composición del grupo podría ser la siguiente:

- Conductor del grupo - Técnico de seguridad.

- Ingeniero de proceso - Ingeniero del proyecto.
- Ingeniero mecánico - Investigador
- Ingeniero de instrumentación.
- Supervisor de mantenimiento mecánico.
- Supervisor de producción minera.

Son funciones del conductor del grupo:

- Recoger la necesaria información escrita de apoyo.
- Planificar el estudio.
- Organizar las sesiones de trabajo.
- Dirigir los debates, procurando que nadie quede en un segundo término, o supeditado a opiniones de otros.
- Cuidar que se aplique correctamente la metodología, dentro de los objetivos establecidos, evitando la tendencia innata de proponer soluciones aparentes a problemas sin haberlos analizado suficientemente.
- Recoger los resultados para su presentación.
- Efectuar el seguimiento de aquellas cuestiones surgidas del análisis y que requieren estudios adicionales al margen del grupo.

- **Desarrollo de las sesiones de trabajo**

La metodología del AFO requiere de sesiones formalmente establecidas, con dedicación y aportes constructivos e imaginativos de todos los miembros del equipo. Es conveniente dado el carácter intensivo del análisis que las sesiones sean

periódicas (cada dos o tres días), dejando el tiempo suficiente para poder recabar las informaciones o comprobaciones complementarias que vayan surgiendo.

Las reuniones deben estimular la creatividad y la imaginación, por ello la metódica del "brainstorming (lluvia de ideas)", en un ambiente igualitario, no condicionado por presiones de ningún tipo, será muy provechosa.

- **Definición de objetivos**

El objetivo general es identificar alteraciones peligrosas del proceso con las fallas que las motivan y las consecuencias que generan.

Los objetivos del AFO pueden ser la realización de un detallado estudio de toda una instalación, o bien limitarlo a la verificación de la seguridad de un diseño determinado, la comprobación de la seguridad de los procedimientos de trabajo establecidos, la verificación de la seguridad de los elementos de regulación y control u otros.

También es importante definir las consecuencias a considerar: daños a los trabajadores, daños a la vecindad de la planta, pérdidas de producción, daños a la planta o a los equipos y maquinas, impacto ambiental, etc.

- **Obtención de información básica necesaria**

Dependerá del temario, de la complejidad de la planta minera, y de los objetivos del AFO, las actividades preparatorias a realizar y la información a recabar.

Se requieren dos tipos de información básica: una relativa a la maquinaria minera y otra respecto a las instrucciones de operación recogidas en el manual de operaciones y funciones.

Sobre la maquinaria y equipos es preciso disponer de:

- Descripción de la maquinaria, consignando nombre, marca, número de serie, año de fabricación, años de uso, función.
- Características de peligrosidad propias.
- Características de peligrosidad derivadas de su uso.
- Informes de mantenimiento y reparación.

Sobre los procedimientos de trabajo:

- Están estipulados en el Manual de Organización y Funciones (MOF) de cada empresa minera según su estratificación.

- **Utilización de las palabras - guía**

En la metodología se describen y analizan críticamente los factores que puedan producir o estén produciendo riesgos laborales de origen mecánico.

Se aplican de forma sistémica a cada uno de éstos factores o "nudos", unas palabras - guía asociadas, tratando de averiguar la posibilidad de que una causa particular lleve a un mal funcionamiento de la maquinaria o incluso de lugar a una situación peligrosa.

Estas palabras - guía, son utilizadas cualificando o cuantificando a todas y cada una de las variables en vistas a estimular la reflexión sobre la diversidad de situaciones en que pueden encontrarse las maquinarias y equipos, algunas inverosímiles y que dejarán de ser consideradas, pero otras por la posibilidad de producirse y/o por sus consecuencias serán analizadas.<sup>12</sup>

Tabla 2.1: PALABRAS - GUÍA FUNDAMENTAL CON SUS CORRESPONDIENTE SIGNIFICADO<sup>13</sup>

PALABRAS - GUÍA	SIGNIFICADO
NO	Negación o ausencia de las especificaciones de diseño
MÁS	Aumento cuantitativo
MENOS	Disminución cuantitativa
MAYOR ó ASI COMO	Aumento cualitativo (además de la función deseada se realiza una actividad adicional)
PARTE DE	Disminución cualitativa (Se realiza sólo una parte de la función deseada)
INVERSO	Oposición a la función deseada
DE OTRA FORMA	Sustitución completa de la función deseada
TIEMPO	Momento en que ocurre el evento
DONDE	Fuente y destino

<sup>12</sup> LEES, FRANK P. (1980). *Loss Prevention in the Process Industries*. Estados Unidos.

<sup>13</sup> BESTRATÉN BELLOVÍ, MANUEL. (2002). *Op. Cit.*

- **Planteamiento de Problemas y Toma de decisiones**

Con la metodología de las palabras – guía se logran identificar diversos problemas para los cuales se deben plantear soluciones. Cuando la decisión a tomar sea discutible por razones de costo o de eficacia se requerirán análisis probabilísticos y de magnitudes de las consecuencias, que complementariamente aporten mayor precisión.

- **Elaboración de un Informe**

Es imprescindible recoger por escrito y de forma sintetizada todo lo que se ha comentado en la aplicación del AFO, conclusiones ante cada problema planteado y los compromisos adquiridos para la realización de estudios complementarios o la búsqueda de datos.

Para la presentación de los resultados puede utilizarse la matriz AFO:

**Tabla 2.2: MATRIZ AFO: MAQUINARIA Y EQUIPOS**

Palabras guía	Perturbación	Causas posibles	Repercusiones	Medidas necesarias
Procedimientos de trabajo				
Palabras guía	Perturbación	Causas posibles	Repercusiones	Medidas necesarias

## 2.2.3 La reingeniería en los sistemas de supervisión

### a) La reingeniería

La reingeniería es un nuevo enfoque que analiza y modifica los procesos básicos de trabajo en las empresas y permite aplicar a plenitud todos los conocimientos científicos y técnicos con el propósito de tener procesos más efectivos con mayor rapidez, mayor cantidad, mayor calidad, menores costos, mayores ganancias.<sup>14</sup>

Como toda actividad novedosa ha recibido diversidad de nombres, entre ellos, modernización, transformación y reestructuración. Sin embargo, independientemente del nombre, la meta es aumentar la capacidad para competir en el mercado mediante la reducción de costos. Este objetivo es constante y se aplica por igual a la producción de bienes o la prestación de servicios.

El reciente surgimiento de los esfuerzos de reingeniería no se basa en la invención de nuevas técnicas administrativas. Durante décadas, la ingeniería industrial, los estudios de tiempo y movimiento, la economía administrativa, la investigación de operaciones y los análisis de sistemas han estado relacionados con los procesos empresariales.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup>

MORA, FABIOLA; SCHUPNIK, WALTER . (2001). *La reingeniería*. <http://www.gestopolis.com>

<sup>15</sup> BALLÉ, MICHAEL . (1995). *Reingeniería de procesos de la empresa*. Venezuela.

En su actual desarrollo, la reingeniería, para ser eficaz implica un alcance amplio y su implementación exige mucha destreza. Los procesos de negocios cruzan líneas organizacionales y el cambiar un proceso puede afectar a otros. La reingeniería requiere expertos en trabajo de personal, ingeniería, economía, en mercadeo, tecnologías de diferentes clases y de hecho en el trabajo específico que se va desarrollar.

#### **b) La base del éxito en la reingeniería**

Existen siete condiciones que deben formar parte del proceso de reingeniería para que llegue a feliz término.

- 1) Habilidad para orientar el proceso de reingeniería de acuerdo con una metodología sistemática y amplia.
- 2) Administración flexible y coordinada del cambio con personal directamente involucrado en el proceso de reingeniería.
- 3) Habilidad para evaluar, planificar e implementar el cambio sobre una base continua, pudiendo comenzar con la reingeniería de pequeños procesos de supervisión hasta llegar a realizar la reingeniería de los procesos de supervisión más amplios; lo que no solo reduce el riesgo y la demora en percibir las utilidades sino que permite a la compañía mantenerse evolucionando de manera continua y simultánea con su competencia.
- 4) Habilidad para analizar el impacto total de los cambios propuestos.

- 5) Habilidad para visualizar y simular los cambios propuestos.
- 6) Habilidad para utilizar estos modelos para respaldar los esfuerzos futuros en este campo.
- 7) Habilidad para asociar entre sí todos los parámetros de supervisión de la institución para poder retroalimentar el proceso con información vital y a manera de monitorear su efectividad.

**c) El posicionamiento de la reingeniería en los sistemas de supervisión**

El posicionamiento es un conjunto de actividades que proporciona la entrada y el marco de planeación estratégico para la reingeniería y a través del cual se implementan los métodos para apoyar un cambio rápido y eficaz.

Los elementos del posicionamiento son:<sup>16</sup>

- La recopilación de datos acerca de los sistemas de supervisión; se compara dónde está hoy y donde quiere estar.
- La recopilación de información acerca de la forma como se viene realizando la supervisión preventiva en las minas. Esta información suministra un marco de trabajo para el cambio; define las relaciones entre las actividades de supervisión de la empresa minera y sus respectivos procesos, proporciona una guía básica frente a la cual se puede medir el futuro cambio y respalda el análisis de las mejoras en costos y efectividad.

- . donde se pueda implementar el cambio con rapidez, eficacia y sin afectar a la organización. El posicionamiento y reingeniería son dos conceptos bastante flexibles para utilizarlos en toda una empresa o en parte de ella.

#### **d) Metodología de la reingeniería en el Sistema de supervisión preventiva<sup>17</sup>**

- Definir el mapa de procesos del Sistema de supervisión preventiva analizando los procesos clave (es decir los que más impacto tienen sobre la prevención de riesgos laborales)
- Relacionar la estrategia usada por el Sistema de supervisión preventiva y los objetivos estratégicos con los indicadores de los procesos preventivos de riesgos laborales.
- Aplicar la reingeniería propiamente dicha, es decir formular mejoras o cambios al sistema de supervisión preventiva para lograr mejores resultados en la prevención de riesgos.
- Establecer la mejora continua de los procesos empleando técnicas específicas.
- Seguimiento y control.

### **2.2.4 Mantenimiento de maquinaria minera**

#### **a) Mantenimiento**

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos,

---

<sup>17</sup> LEÓN LEFCOVICH, MAURICIO. (2002). *Reingeniería de procesos*. Management.

máquinas, construcciones civiles, instalaciones. El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.<sup>18</sup>

#### **b) Objetivos del Mantenimiento**

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

#### **c) Clases de mantenimiento**

- **Mantenimiento predictivo**

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles

---

<sup>18</sup>MOLINA, JOSE. (2005). *Mantenimiento y seguridad industrial*. Universidad de Quito. Colombia

pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo o del sistema productivo.

Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos u otros. 19

Entre las ventajas del mantenimiento predictivo se tiene que:

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.

---

<sup>19</sup> SOLOMANTENIMIENTO.COM. (2004). *Mantenimiento predictivo*. Portal del Mantenimiento Integral: Empresas, Servicios y Suministros Industriales. Chile. [http://www.solomantenimiento.com/m\\_predictivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm)

- Permite el análisis estadístico del sistema.

- **Mantenimiento preventivo o basado en el tiempo**

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.<sup>20</sup>

Entre las ventajas del mantenimiento preventivo se tiene:

- **Confiabilidad**, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- **Disminución del tiempo muerto**, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- **Mayor duración**, de los equipos e instalaciones.

---

<sup>20</sup> SOLOMANTENIMIENTO.COM. (2004). *Mantenimiento preventivo*. Portal del Mantenimiento Integral:

- **Disminución de existencias en almacén**, y por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.

- **Uniformidad en la carga de trabajo**, para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.

- **Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas**

El mantenimiento detectivo o búsqueda de fallos, solamente se aplica para fallos ocultos o no-evidentes. Los fallos ocultos a su vez sólo afectan a dispositivos de protección.

Si se aplican técnicas de formulación de estrategias de mantenimiento científicas a casi cualquier sistema industrial moderno y complejo, se encuentra que hasta el 40% de los modos de fallo caen en la categoría de fallos ocultos. Más aún, hasta el 80% de estos modos de fallo requieren "búsquedas de fallo". Esto indica que típicamente un tercio de las tareas generadas por un programa de diseño de estrategias de mantenimiento completo y correctamente aplicado, serán tareas detectivas.

Un hecho alarmante es que la mayoría de los planes de mantenimiento tradicionales solamente proveen alguna atención a la tercera parte (un tercio) de los dispositivos de protección (y generalmente a intervalos inadecuados).<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> MOUBRAY, JOHN. (2002). *Tipos básicos de mantenimiento*. Estados Unidos.

- **Mantenimiento correctivo o de reparación**

- **No Planificado:** Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de mantenimiento preventivo. Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural u otras. El ejemplo de este tipo de mantenimiento correctivo no planificado es la habitual reparación urgente tras una avería que obligó a detener el equipo o máquina dañada.

- **Planificado:** El Mantenimiento Correctivo Planificado consiste en la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesario para efectuarlo <sup>22</sup>

- **Mantenimiento de mejoramiento o rediseño**

Consiste en modificaciones o agregados que se pueden hacer a los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento. <sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> SOLOMANTENIMIENTO.COM. (2004). *Mantenimiento correctivo*. Portal del Mantenimiento Integral: Empresas, Servicios y Suministros Industriales. Chile.  
[http://www.solomantenimiento.com/m\\_correctivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm)

<sup>23</sup> OLARTE, RIGOBERTO, RONCALLO, ALMA. (2000). *Investigación: Mantenimiento industrial*.

## 2.2.5 Eficacia y Eficiencia

### a) Eficacia

Se define como un logro del objetivo o meta sobre lo programado.

Permite determinar cuantitativamente el grado de cumplimiento de una meta con los recursos disponibles en un tiempo determinado.

La eficacia se mide en términos de resultados deseables. Así cuando el objetivo es supervisar su eficacia se mide en términos de máquinas supervisadas o en términos de personal capacitado en supervisión.

$$Eficacia = \frac{Meta\ alcanzada}{Meta\ programada} \times 100$$

### b) Eficiencia

Muestra la relación entre los efectos de un programa o servicio y los gastos correspondientes de recursos e insumos. Se aplica para medir la relación establecida entre las metas alcanzadas y los recursos establecidos para tal fin.

### c) Efectividad

Se define como el resultado final de las acciones tomadas sobre la población sujeto o sobre los recursos objeto. Se expresa como Tasa de accidentes laborales.

## 2.2.6 Riesgos laborales

### a) Definición

Son aquellos riesgos que pueden dañar la salud o bienestar físico en cualquiera de sus esferas y que necesariamente se presentan a causa del trabajo.

### b) Clasificación

Los riesgos laborales según la OMS se clasifican en:

- Riesgos físicos.
- Riesgos psicológicos.
- Riesgos sociales.

Dentro de los riesgos físicos se encuentran clasificados los riesgos mecánicos y son exclusivos de trabajadores mineros y aquellos que tienen contacto con maquinarias de gran volumen y peso.

### c) Etiología de riesgos mecánicos

La experiencia de los accidentes sucedidos en instalaciones de proceso minero muestra que las causas pueden clasificarse en los siguientes tres grupos:<sup>24</sup>

#### • Los componentes

Diseño inapropiado, fallos de piezas elementales, fallos de sistemas de control, fallos de sistemas específicos de seguridad, fallos de juntas y conexiones.

---

<sup>24</sup> GRUPO ENHER. (1995). *La Seguridad en los Trabajos Mecánicos*. Publicaciones Grupo ENHER.

España.

- **Las condiciones de operación**

Alteraciones incontroladas de los parámetros fundamentales del proceso, fallos en los servicios (electricidad, aire comprimido, combustible) y fallos en los procedimientos de parada o puesta en marcha.

- **El personal**

- Errores de operación, desconexión de sistemas de seguridad, errores de comunicación, incorrecta reparación o trabajo de mantenimiento y realización de trabajos no autorizados como entrada en espacios confinados.
- Generalmente se presentan por el insuficiente conocimiento de los riesgos y su prevención, insuficiente formación y adiestramiento en el trabajo y carga psíquica excesiva.

**d) Normas OSHA sobre riesgos laborales**

La agencia OSHA (Occupational Safety and Health Administration) es una organización del departamento de trabajo de Estados Unidos creada por el Congreso en el año 1970 con el fin de prevenir lesiones, enfermedades, y muertes relacionadas al trabajo; desde entonces viene publicando y haciendo cumplir las reglas para la seguridad y la salud en lugares de trabajo, conocidos como estándares.

Las regulaciones del OSHA permiten reducir en gran medida los riesgos laborales en todas las áreas de desempeño de profesional y técnicos, logrando a lo largo de los años mejorar los estándares de

calidad de producción laboral al reducir los gastos monetarios y en horas/trabajador causados por accidentes o enfermedades de los empleados<sup>25</sup>, motivo por el cual no sólo las empresas particulares en Estados Unidos las vienen aplicando con gran éxito, sino que también empresas europeas y latinoamericanas las han adoptado como estándares a cumplir para mejorar la salud ocupacional de sus trabajadores.

Dentro de las normas OSHA (Estándares - 29 CFR), se considera en el rubro referido a maquinarias el ítem 1910.212 (General requirements for all machines) sobre todo lo referido a la prevención intrínseca y técnicas de protección de maquinarias; también en el ítem 1910.147 (The control of hazardous energy (lockout/tagout) se desarrollan las principales acciones para el mantenimiento de maquinaria.

### **2.2.7 Riesgos laborales mecánicos con máquinas y equipo minero**

El conjunto de máquinas y equipos mineros producen alrededor del 20 % de los accidentes de trabajo mortales y más del 15 % de los accidentes con lesión. Esta elevada accidentalidad es debida en la mayoría de casos a una deficiente protección de la máquina.

Entre las lesiones destacan las fracturas, amputaciones, erosiones, heridas contusas, quemaduras varias, etc. Aunque las lesiones se reparten por todo el cuerpo hay que destacar su elevada concentración

---

<sup>25</sup> OSHA. (2006). *Occupational Safety & Health Administration*. U.S. Department of Labor.

en las manos, resultando obvia la manipulación en la zona de operación o en los sistemas de transmisión.

#### a) Zonas de peligro en una maquina

Se puede llegar a establecer una clasificación de las zonas de peligro en una máquina:

Tabla 2.3: CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE PELIGRO

<b>CLASIFICACIÓN GENÉRICA DE ZONAS DE PELIGRO EN LAS MÁQUINAS</b>		
Zona I PUNTO DE OPERACION	1. La herramienta o útil. 2. El punto de contacto. 3. Entorno cercano.	Constituyen el sistema receptor de la máquina.
Zona II PARTE CINÉTICA	1. Motor. 2. Transmisiones	Forman parte de los elementos matriz y transmisor.
Zona III PARTE A TRABAJAR	1. La pieza propiamente dicha. 2. Partículas emitidas	Aunque no forma parte de la máquina, condiciona tanto a la máquina como a la herramienta.
Zona IV ALIMENTACION DE LA PIEZA	1. Sistema alimentador- evacuador de la pieza. 2. La pieza propiamente dicha. 3. Entorno cercano.	Forman parte del sistema receptor de la máquina.
Zona V SISTEMAS SECUNDARIOS	1. Refrigeración. 2. Engrase.	Integran los sistemas de lubricación, refrigeración y estanqueidad
Zona VI DISPOSITIVOS DE CONTROL	1. Del sistema de energía. 2. Del sistema receptor. 3. Del sistema de alimentación de la pieza. 4. De los sistemas secundarios.	Integran los sistemas de regulación, frenado, etc.
Zona VII ENTORNO Y AMBIENTE	1. Distancia entre puntos y zonas barridas. 2. Iluminación. 3. Señalización. 4. Ruido y vibraciones. 5. Bancada y fundaciones	

#### b) Clasificación de riesgos mecánicos originados por las máquinas

Los riesgos de los que derivan los accidentes en máquinas se pueden agrupar de la siguiente manera: (Ver ANEXO 1)

Tabla 2.4: RIESGOS QUE DERIVAN LOS ACCIDENTES

Corte	Aplastamiento	Impacto
Enganche	Cizallamiento	Quemadura
Atrapa miento	Arrastre	Abrasión, Desgarro

### c) Técnicas de seguridad aplicadas a las máquinas

- **Técnicas de prevención intrínseca**

Se entiende por prevención intrínseca las medidas de seguridad consistentes en:

- Eliminar el mayor número posible de peligros o reducir al máximo los riesgos seleccionando convenientemente determinadas características de diseño de la máquina.
- Limitar la exposición de las personas a los peligros inevitables, reduciendo la necesidad de que el operador intervenga en zonas peligrosas.

- **Técnicas de protección**

Se entiende por protección en este campo a las medidas de seguridad consistentes en el empleo de medios técnicos específicos cuya misión es la de proteger a las personas contra los riesgos que la aplicación de las técnicas de prevención intrínseca no permiten, de forma razonable, eliminar o reducir convenientemente.

Son de dos tipos: (Ver ANEXO 2-A)

Tabla 2.5: TECNICAS DE PROTECCIÓN

MEDIO DE PROTECCIÓN	TIPO
RESGUARDOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijo</li> <li>- Móvil</li> <li>- Regulable</li> <li>- Con dispositivo de enclavamiento</li> <li>- Con dispositivo de enclavamiento y bloqueo</li> <li>- Asociado al mando</li> </ul>
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivo de enclavamiento</li> <li>- Dispositivo de validación</li> <li>- Dispositivo sensible</li> <li>- Dispositivo de retención mecánica</li> <li>- Dispositivo limitador</li> <li>- Dispositivo disuasorio</li> <li>- Mando sensible</li> <li>- Mando a dos manos</li> <li>- Mando de marcha a impulsos</li> <li>- Parada de emergencia</li> <li>- Estructura de protección</li> </ul>

Entre las características exigibles a los resguardos y dispositivos de protección podemos señalar que deben ser de construcción robusta, no deben ocasionar peligros suplementarios, no deben ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio, deben estar situados a una distancia adecuada de la zona peligrosa, deben restringir lo menos posible la observación del ciclo de trabajo, deben permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o sustitución de las herramientas así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso exclusivamente al área en la que debe realizarse el trabajo y si es posible sin desmontar el resguardo o el dispositivo de protección. Además los dispositivos de protección deben ser accionados y estar conectados al sistema de mando, de forma que no puedan ser fácilmente neutralizados. Las estructuras de protección han de

situarse a una distancia mínima con relación a la zona peligrosa denominada "distancia de seguridad".

- **Equipos de protección individual**

Los Equipos de Protección Personal (EPPs) son aquellos destinados a ser llevados o sujetados por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos; quedan excluidos de este concepto la ropa de trabajo no diseñada específicamente para la protección contra los riesgos y algunos equipos especiales tales como los de socorro y salvamento o el material deportivo.

La reglamentación en vigor clasifica los EPP en tres categorías, según el nivel de gravedad de los riesgos frente a los que protegen:<sup>26</sup>

- **Categoría I:** Riesgo bajo o mínimo. Cuando el usuario pueda juzgar por sí mismo su eficacia y pueda percibir por sí mismo y a tiempo, sin peligro para el usuario, los efectos de los riesgos cuando éstos son graduales. Deberá usar equipo CE.
- **Categoría II:** Riesgo medio o grave. Los que no pertenecen a las otras dos categorías. Deberá usar equipo CE96.
- **Categoría III:** Riesgo alto, muy grave o mortal. Los destinados a proteger de todo riesgo mortal o que pueda dañar gravemente y de forma irreversible la salud, sin que se pueda

---

<sup>26</sup> ASEPAL. (1997). *Guía para la selección y uso de los equipos de protección individual*. Boletines Asepal. España.

descubrir a tiempo su efecto inmediato. Severa usar equipo CEYYYY.

Los equipos de protección individual de uso habitual son:<sup>27</sup>

- **Protectores de la cabeza:** Los cascos de protección para la cabeza son todos de Categoría II. Estos elementos están destinados a proteger la parte superior de la cabeza del usuario contra objetos en caída, y debe estar compuesto como mínimo de dos partes: un armazón y un arnés.
- **Protectores de los ojos:** Todos los protectores oculares y filtros son de Categoría II. Se deben usar siempre que se estén realizando trabajos mecánicos de arranque de viruta (moladoras, fresadoras, tornos, etc.), en los trabajos con taladros, en las operaciones de corte de materiales con sierras y las de soldadura.
- **Protectores auditivos:** Los tapones auditivos son protectores contra el ruido que se llevan en el interior del conducto auditivo externo, o en la concha a la entrada del conducto auditivo externo. Existen varios modelos diferentes de tapones, con y sin arnés, quedando a elección del usuario el tipo que le es más cómodo.
- **Protección de las manos:** Los guantes de Protección contra Riesgos Mecánicos pertenecen a la Categoría II, y sus prestaciones deben ser: resistencia a la abrasión, resistencia al

---

<sup>27</sup> UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. (2002). *Guía de prácticas para alumnos expuestos a riesgos mecánicos*. <http://www.sprl.upv.es/Guiapracalummecan2.htm>

corte por cuchilla, resistencia al desgarro y resistencia a la perforación. Como requisitos adicionales pueden presentar resistencia al corte por impacto y resistencia volumétrica.

- **Protección de los pies:** Se debe usar calzado de protección en todas aquellas operaciones que entrañen trabajos y manipulación de piedras o materiales pesados. Estos equipos son de Categoría II.

- **Protección del tronco:** El personal expuesto a trabajos de soldadura debe de llevar ropa de protección antiinflamante y mandiles de cuero. Se aplica también al personal que realiza operaciones de oxicorte. Esto tiene por objeto el proteger al usuario contra pequeñas proyecciones de metal fundido y el contacto de corta duración con una llama.

### **III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El estudio es el tipo aplicativo y analítico.

#### **3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es correlacional, pues trata de encontrar una relación entre la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero con el nivel de riesgo mecánico y los accidentes de trabajo.

#### **3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO**

En el presente trabajo se utilizó como fuente de datos los informes de la Supervisión del Funcionamiento de la maquinaria y equipo minero del año 2008, del Área de Mantenimiento de la Mina Antamina.

Informes de Supervisión:

- Reporte de 5 puntos de Seguridad.
- Capacitaciones de personal.
- Reporte de Incidentes, Actos y Condiciones Subestadares.

### **3.4 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**Definición de variables:**

**Variable Independiente:** Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.

**Variable Dependiente:** Riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores, y la gestión del mantenimiento.

a) **Operacionalización de variables**

Tabla 3.1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	INDICADORES	SUB – INDICADORES	ESCALAS DE MEDICION	
<b>INDEPENDIENTE</b>	Capacitación del equipo de trabajo en metodología AFO	Bases teóricas generales	SI	NO
	Desarrollo de sesiones de trabajo.	Frecuencia	Interdiario Quincenal Trimestral Semestral Anual	Semanal Mensual
Metodología		Técnicas de análisis Técnicas de desarrollo de habilidades	SI	NO
<b>REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO</b>	Desarrollo de objetivos	General	SI	NO
		De componentes mecánicos		
		De condiciones de proceso		
		Del personal		
	Obtención de información básica	Sobre maquinaria y equipos	SI	NO
		Sobre procedimientos		
		Sobre mantenimiento		
	Utilización de guía de supervisión	Análisis de la situación de maquinarias	No	Más
		Análisis de la situación de procedimientos	Menos	Mayor que
		Análisis de la situación de mantenimiento	Parte de	Inverso
Planteamiento del problema y toma de decisiones	Análisis de Problemas	SI	NO	
	Análisis de Causas			
	Análisis de Repercusiones			
	Análisis de Medidas necesarias			
Presentación del informe	Sistematización de recomendaciones	SI	NO	
Verificación del cumplimiento de las recomendaciones dadas por el AFO, por parte de la empresa	Actividades preventivas	SI	NO	
	Actividades de seguridad			
	Promoción de hábitos de trabajo seguro: AST			
	Actividades de conservación del medio ambiente			
	Uso de instrumentos de medición			
VARIABLE	ESCALA	SUB – INDICADORES		
<b>DEPENDIENTE</b>	Diagnóstico situacional de los riesgos laborales “ANTES” de la aplicación de la reingeniería del Sistema de Supervisión del Funcionamiento de la maquinaria y equipo minero	Uso de técnicas de prevención intrínseca	SI	NO
		Uso de técnicas de protección Uso de equipos de protección individual		
<b>RIESGOS LABORALES DE ORIGEN MECÁNICO</b>	Diagnóstico situacional de los riesgos laborales “DESPUÉS” de la aplicación de la reingeniería del Sistema de Supervisión del Funcionamiento de la maquinaria y equipo minero	Riesgos mecánicos ocurridos según causa	Valor ordinal	
		Riesgos mecánicos ocurridos según zona de maquinaria Incidencia de accidentes laborales de origen mecánico	Valor ordinal	

### 3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### a) Técnicas

a) **Para comprobar la variable independiente:** Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero

- Observación documental del los Informes de Supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. (ANTES)
- Aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.
- Observación directa de las actividades realizadas por el equipo del AFO. (DESPUÉS)

b) **Para comprobar la variable dependiente:** Riesgos laborales de origen mecánico

- Análisis del Uso de técnicas de prevención intrínseca, uso de técnicas de protección y uso de equipos de protección individual; “ANTES” Y “DESPUÉS” de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.
- Análisis de los riesgos mecánicos ocurridos según causa y según zona de maquinaria, “ANTES” Y “DESPUÉS” de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.

- Análisis de la frecuencia e incidencia de accidentes laborales de origen mecánico, “ANTES” Y “DESPUÉS” de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero

**b) Instrumentos**

**a) Instrumentos para comprobar la Variable Independiente de la hipótesis y cumplir con el objetivo específico N° 2**

- Ficha de extracción de datos de los Informes de Supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero el año 2008. **(FIEXTRA). Ver ANEXO 3.**
- Plan de capacitación del Equipo AFO. Se obtiene datos para la población y muestra **(CAP-AFO). Ver ANEXO 4**
- Guía de observación de las actividades realizadas por el Equipo AFO en el año 2009. **(GUIOF). Ver ANEXO 5.**

**b) Instrumentos para Comprobar la Variable Dependiente de la Hipótesis y cumplir con el objetivo N° 1 y 3**

- Matriz de análisis del uso de técnicas de prevención intrínseca, uso de técnicas de protección y uso de equipos de protección individual; “ANTES” Y “DESPUÉS” de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. **(MATEC). Ver ANEXO 6.**
- Matriz de análisis de los riesgos mecánicos ocurridos según

causa y según zona de maquinaria, “ANTES” Y “DESPUÉS” de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. **(MARIES). Ver ANEXO 7.**

- Matriz de análisis del uso de la frecuencia e incidencia de accidentes laborales de origen mecánico, “ANTES” Y “DESPUÉS” de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. **(MAFRE-IN). Ver ANEXO 8.**
- Matriz de eficacia Consolidada del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. **(MAEFIC). Ver ANEXO 9.**

### **3.6 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

- a) Diseño de Instrumentos de medición.
- b) Aplicación del instrumento de medición.
- c) Validación de los instrumentos de medición
- D) Codificación de datos.

### **3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos obtenidos a través de los instrumentos fueron procesados primeramente en una base de datos computarizada con el programa *Microsoft Word*, posteriormente se procesaron de manera estadística con el programa *Microsoft Excel*, en el que se seleccionaron la opción de

"Statistics" y para las gráficas la opción de "Graphs" que dieron lugar a cuadros y gráficas que fueron analizadas e interpretadas para demostrar el cumplimiento de los objetivos y comprobación de la hipótesis propuesta.

Se utilizó la prueba estadística  $t$  de Student pareada para comprobar la validez estadística de la reducción de riesgos laborales de origen mecánico y para comparar los resultados del "ANTES" (2008) con los resultados del "DESPUÉS" (2009), a ver si diferían entre sí de manera significativa respecto a sus medias.

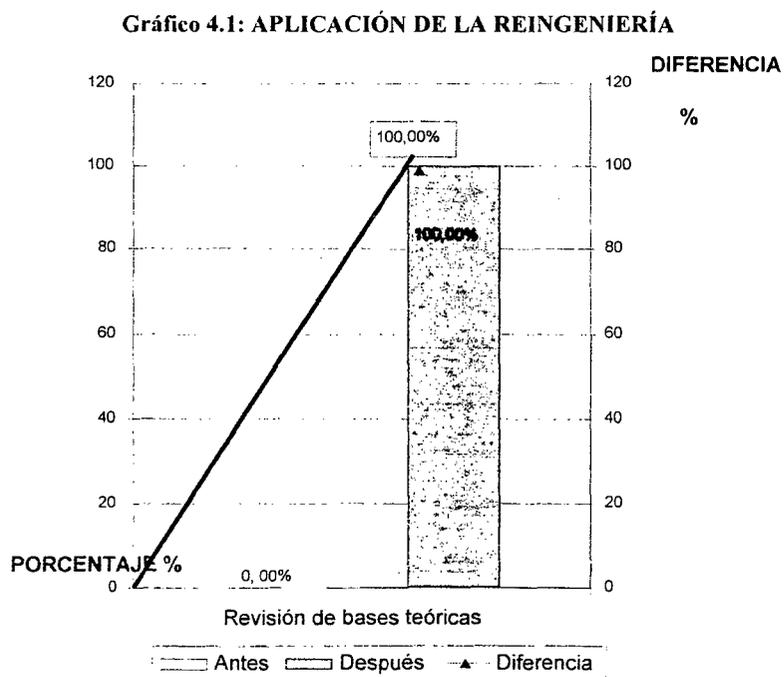
También se aplicó la Prueba de Validez y Confiabilidad sobre los factores exógenos contaminantes y se comprobó que no hubo sesgo en la influencia de la variable independiente sobre la dependiente, a fin de que se puedan generalizar los resultados hacia otros contextos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS FINALES

**CUADRO 4.1: REVISIÓN DE BASES TEÓRICAS GENERALES PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

REVISIÓN DE BASES TEÓRICAS GENERALES	ANTES %	DESPUÉS %	DIFERENCIA %	EFICACIA %
	0,00	100,00	100,00	100,00



En la tabla y gráfico que anteceden, se observa que ANTES de la aplicación de la Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico, el equipo de supervisión no realizaba revisión de bases teóricas referentes a temas de supervisión y mantenimiento de manera periódica ni sistemática. DESPUÉS de aplicar la Reingeniería todos los miembros del equipo de supervisión AFO (100%) revisaban literatura actualizada y de manera sistémica en cada una de sus sesiones, alcanzando una eficacia de 100%. Siendo la diferencia entre el ANTES y DESPUÉS 100%, que es igual a la eficacia.

**CUADRO 4.2 – A: FRECUENCIA DEL Desarrollo DE SESIONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008-2009**

FRECUENCIA DE REALIZACIÓN DE SESIONES DE TRABAJO			ANTES %	DESPUÉS %	DIFERENCIA %	EFICACIA %
	Nº DIAS	%	TRIMESTRAL 3,08	SEMANTAL 36,92	33,85	1198,70
Interdiario	130	100,00				
Semanal	48	36.92				
Quincenal	24	18.46				
Mensual	12	9.23				
Trimestral	4	3.08				
Semestral	2	1.54				
Anual	1	0.77				

En el presente cuadro referente a la frecuencia con la que se realizaban las sesiones de trabajo en la Mina, ANTES y DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión, se aprecia un cambio notorio; ya que

ANTES se ejecutaban 4 reuniones al año, es decir una reunión trimestral equivalente al 3,08% lejos de de lo idóneo; sin embargo DESPUÉS de la aplicación de dicha reingeniería se mejoró la frecuencia, realizándose en la actualidad una reunión semanal equivalente a un 36,92%, habiendo mejorado en un 33.85%.

La eficacia obtenida aplicando la fórmula, supera a mil veces:

$$36,92 \div 3,08 \times 100 = 1199\%.$$

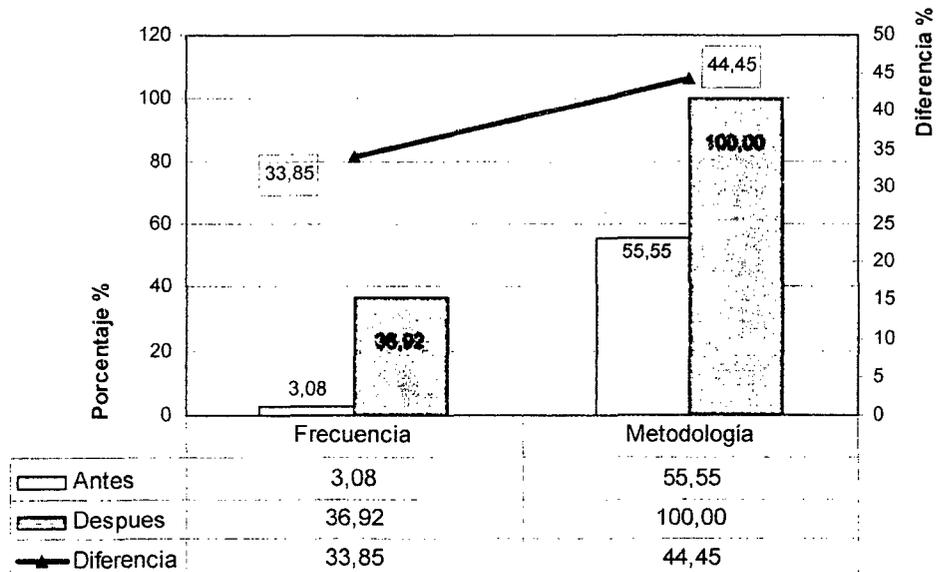
**CUADRO 4.2 – B: METODOLOGÍA DEL Desarrollo DE SESIONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

<b>METODOLOGÍA DE REALIZACIÓN DE SESIONES DE TRABAJO</b>		<b>N° ACTIVD.</b>	<b>%</b>	<b>ANTES %</b>	<b>DESPUES %</b>	<b>DIFERENCIA %</b>	<b>EFICACIA %</b>
Técnicas de análisis	Mapa conceptual	1	11,11	0,00	11,11	11,11	133,33
	Árbol de errores	1	11,11	11,11	11,11	11,11	
	Árbol de consecuencias	1	11,11	11,11	11,11	11,11	
	Análisis de efectos y daños	1	11,11	11,11	11,11	0,00	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>4</b>	<b>44,45</b>	<b>33,33</b>	<b>44,45</b>	<b>11,11</b>	
Técnicas de desarrollo de habilidades	Comunicación y educación	1	11,11	11,11	11,11	11,11	250,00
	Apoyo narrativo	1	11,11	0,00	11,11	11,11	
	Información	1	11,11	11,11	11,11	11,11	
	Motivación del personal	1	11,11	0,00	11,11	11,11	
	Trabajo en equipo	1	11,11	0,00	11,11	11,11	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>5</b>	<b>55,55</b>	<b>22,22</b>	<b>55,55</b>	<b>33,33</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>	<b>100,00</b>	<b>55,55</b>	<b>100,00</b>	<b>44,45</b>	<b>180,01</b>

En el presente cuadro referente a metodología de realización de sesiones de trabajo, se observa que ANTES de la aplicación de la Reingeniería del sistema de funcionamiento mecánico, se utilizaban como técnicas de análisis el árbol de ideas, árbol de consecuencias y análisis de efectos y daños; y entre las técnicas de desarrollo de habilidades sólo se utilizan las técnicas de comunicación, educación e información, cumpliendo con el 55,55% de lo ideal. DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería, se ponen en práctica todas las técnicas de análisis y también todas las técnicas de desarrollo de habilidades, llegando a utilizar el 100% de técnicas metodológicas para llevar a cabo sus sesiones de trabajo.

Se logró una eficacia de 180,01%, es decir que se mejoró un 80% más de la meta fijada (100%).

**GRÁFICO 4.2: DESARROLLO DE SESIONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**



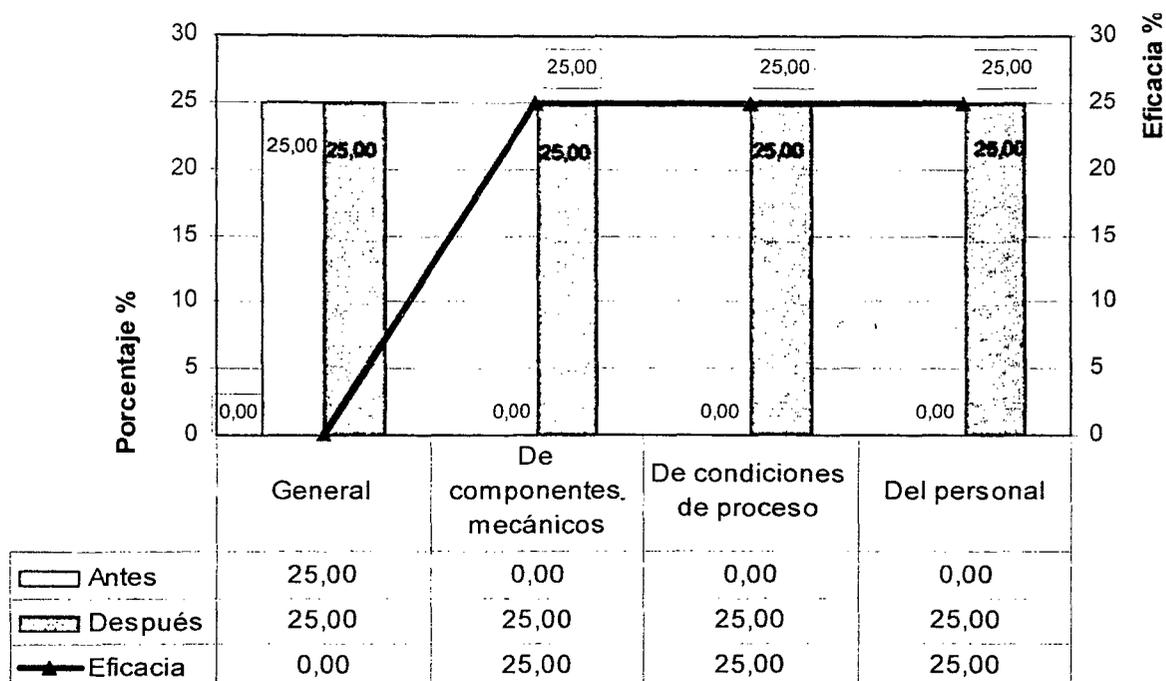
t de Student pareada	2.5298
Grados de libertad	16
Error estándar	1.952
P	0.0223
	Valor estadístico significativo

En el presente gráfico se observa la variación estadística significativa ( $p=0.0223$ ) entre el ANTES y el DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería sobre el desarrollo de sesiones de trabajo del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico, existiendo variación en la frecuencia y mejoría en la metodología utilizada para realizar las sesiones de trabajo como se observó en los Cuadros 4.2-A y 4.2-B.

**CUADRO 4.3: DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS DE TRABAJO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS DE TRABAJO	Nº ACTIVD.	%	ANTES %	DESPUES %	DIFERENCIA %	EFICACIA %
General	1	25,00	25,00	25,00	0,00	0,00
De componentes mecánicos	1	25,00	0,00	25,00	25,00	25,00
De condiciones de proceso	1	25,00	0,00	25,00	25,00	25,00
Del personal	1	25,00	0,00	25,00	25,00	25,00
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>100,00</b>	<b>25,00</b>	<b>100,00</b>	<b>75,00</b>	<b>400,00</b>

GRÁFICO 4.3: INICIO DE LA INVESTIGACIÓN



<i>t</i> de Student pareada	3.0000
Grados de libertad	6
Error estándar	3.250
<i>P</i>	0.0240
	Valor estadístico significativo

En el cuadro y gráfica que anteceden se evidencia que al inicio de la investigación, el equipo de supervisión considera objetivos generales (cumpliendo el 25% de lo idóneo), sin hacer hincapié en los componentes mecánicos, de proceso y de personal de manera específica, lo cual es necesario como base de sustentación para los planes de intervención del equipo de supervisión.

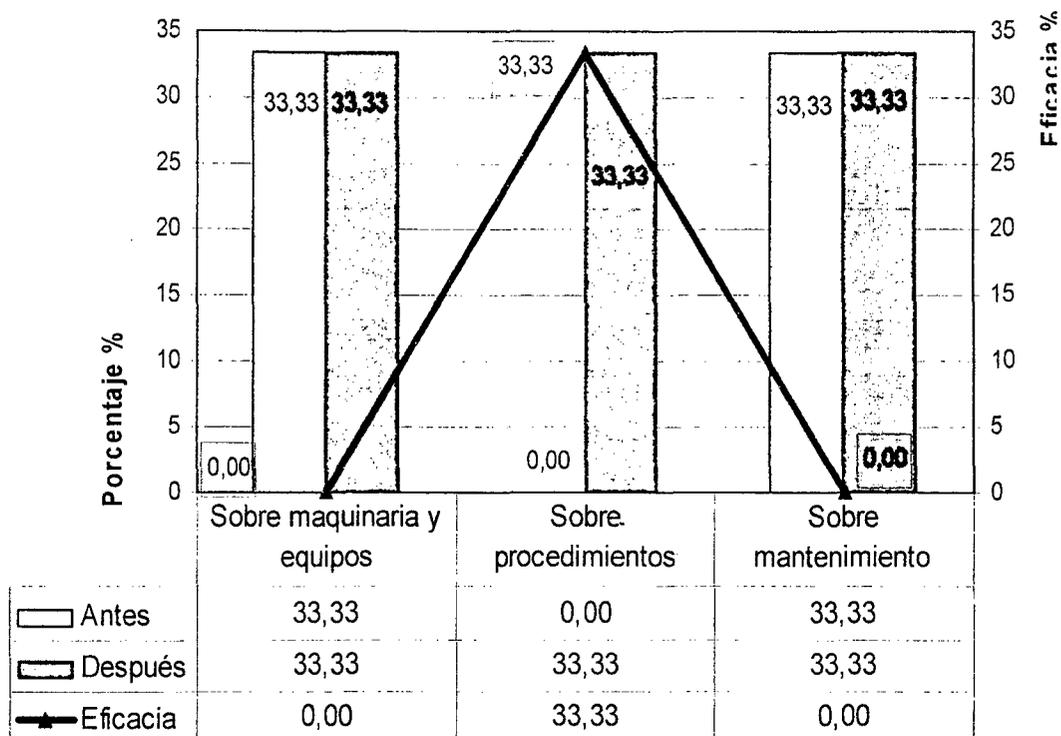
DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería se desarrollaron además de los objetivos generales los objetivos concernientes a componentes mecánicos, de proceso y de personal de manera específica y sistematizada (100%); encontrando una diferencia estadística significativa ( $p=0,0240$ ) en la mejoría del desarrollo de objetivos del sistema de supervisión de maquinaria.

La eficacia hallada fue de 400%, es decir 4 veces el valor establecido como meta (100%).

**CUADRO 4.4: OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

<b>OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA</b>	<b>N° ACTIVD.</b>	<b>%</b>	<b>ANTES %</b>	<b>DESPUES %</b>	<b>DIFERENCIA %</b>	<b>EFICACIA %</b>
Sobre maquinaria y equipos	1	33,33	33,33	33,33	0,00	0,00
Sobre procedimientos	1	33,33	0,00	33,33	33,33	33,33
Sobre mantenimiento	1	33,33	33,33	33,33	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100,00</b>	<b>66,66</b>	<b>100,00</b>	<b>33,33</b>	<b>150,01</b>

GRÁFICO N° 4.4: ANTES DE APLICAR LA REINGENIERÍA DE SISTEMAS DE SUPERVISIÓN



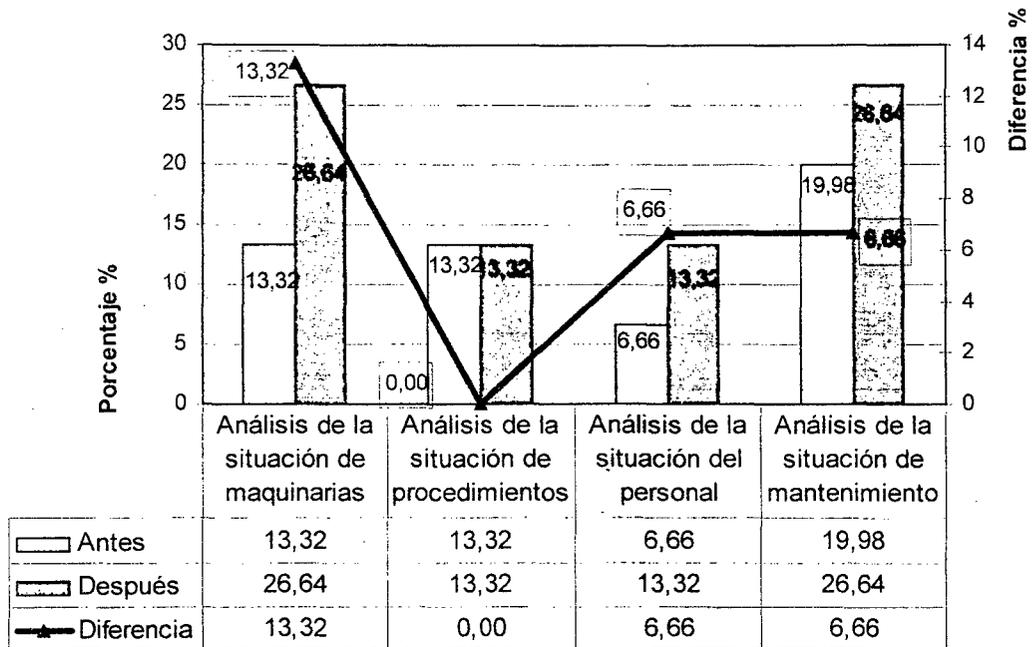
<i>t</i> de Student pareada	1.0000
Grados de libertad	4
Error estándar	10.110
<i>p</i>	0.3739
	Valor estadístico no significativo

Se aprecia, en el cuadro y gráfico que preceden, que ANTES de aplicar la reingeniería de sistemas de supervisión, el equipo de supervisión recogía información básica acerca de las maquinarias y de los procedimientos de mantenimiento, cumpliendo con el 66% de lo ideal. DESPUÉS de aplicar la reingeniería de sistemas de supervisión, también se recogía información acerca de los procesos intermedios, cumpliendo con todo lo estipulado (100%). La eficacia lograda fue 150,01%. (50% más de la meta esperada) y el valor estadístico hallado no fue significativo ( $p=0,3739$ ).

**CUADRO 4.5: UTILIZACIÓN DE LA GUÍA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**

UTILIZACIÓN DE LA GUÍA DE SUPERVISIÓN		Nº ACTIVD.	%	ANTES %)	DESPUES %	DIFERENCIA %	EFICACIA %
Análisis de la situación de maquinarias	Diseño inapropiado	1	6,66	0,00	0,00	0,00	195,20
	Fallos de piezas elementales	1	6,66	0,00	6,66	6,66	
	Fallos de sistemas de control	1	6,66	6,66	6,66	0,00	
	Fallos de sistemas de seguridad	1	6,66	6,66	6,66	0,00	
	Fallos de juntas y conexiones	1	6,66	0,00	6,66	6,66	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>5</b>	<b>33,30</b>	<b>13,32</b>	<b>26,64</b>	<b>13,32</b>	
Análisis de la situación de procedimientos	Fallas de procesos	1	6,66	6,66	6,66	0,00	0,00
	Fallas de servicios	1	6,66	6,66	6,66	0,00	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>2</b>	<b>13,32</b>	<b>13,32</b>	<b>13,32</b>	<b>0,00</b>	
Análisis de la situación del personal	Capacidad académica	1	6,66	0,00	6,66	6,66	289,65
	Capacidad técnica	1	6,66	6,66	6,66	0,00	
	Capacidad personal	1	6,66	0,00	6,66	6,66	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>3</b>	<b>19,98</b>	<b>6,66</b>	<b>19,98</b>	<b>13,32</b>	
Análisis de la situación de mantenimiento	Mantenimiento predictivo	1	6,66	0,00	6,66	6,66	184,98
	Mantenimiento preventivo	1	6,66	0,00	6,66	6,66	
	Mantenimiento detectivo	1	6,66	6,66	6,66	0,00	
	Mantenimiento correctivo	1	6,66	6,66	6,66	0,00	
	Mantenimiento de mejoramiento	1	6,66	0,00	0,00	0,00	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>5</b>	<b>33,30</b>	<b>13,32</b>	<b>26,64</b>	<b>13,32</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>100,00</b>	<b>46,63</b>	<b>86,58</b>	<b>39,95</b>	<b>185,67</b>

**GRÁFICO 4.5: UTILIZACIÓN DE LA GUÍA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**



de Student pareada	2.7775
Grados de libertad	4
Error estándar	3.597
<i>p</i>	0.0321
	Valor estadístico significativo

En el cuadro que antecede y la presente gráfica se aprecia que la situación inicial encontrada en cuanto a la aplicación de la guía de supervisión del funcionamiento mecánico utilizada por el equipo de supervisión, fue de 13,32% para el análisis de maquinarias; 13,32% para el análisis de la situación de los procedimientos; 6,66% para el análisis de la situación del personal operario y 19,98% en cuanto al análisis de la situación de mantenimiento; logrando cumplir sólo con 46,63% de lo idóneo. Sin embargo DESPUÉS de la intervención con la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión, hubo una mejoría de 39,95% en el total de análisis,

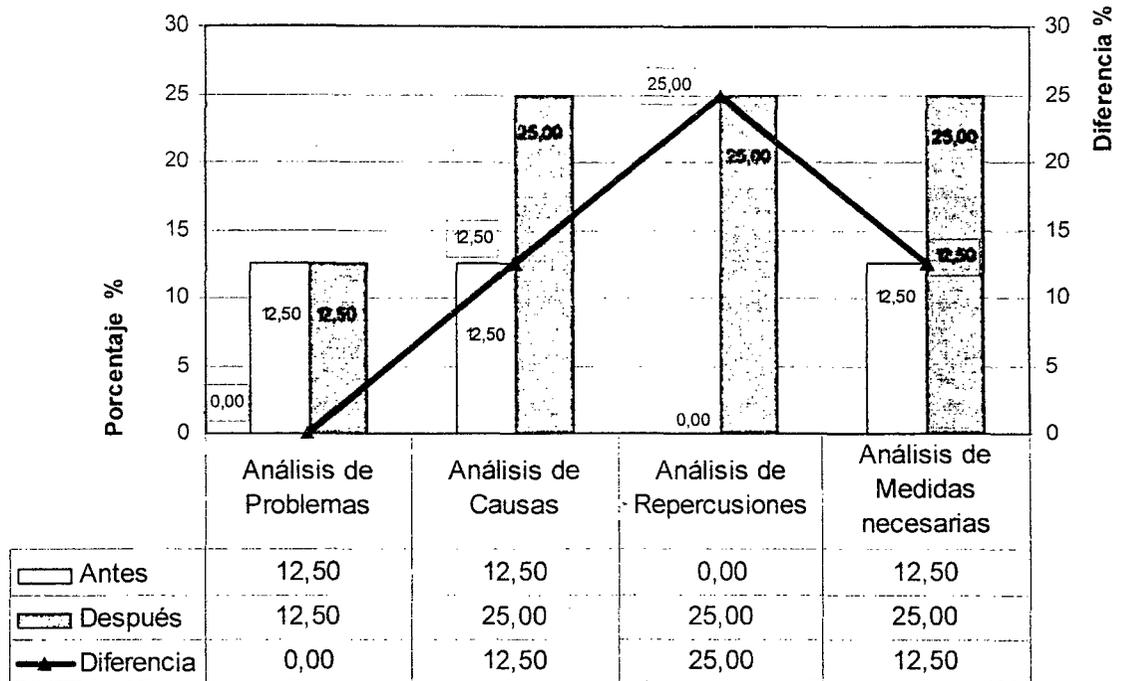
logrando cumplir 86,58% de lo idóneo con una eficacia de 185,67% (85,67% más de la meta plateada).

Se halló una diferencia estadística significativa ( $p=0,0321$ ).

**CUADRO 4.6: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y TOMA DE DECISIONES DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**

<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y TOMA DE DECISIONES</b>	<b>Nº ACTIVIDADES</b>	<b>%</b>	<b>ANTES %</b>	<b>DESPUES %</b>	<b>DIFERENCIA %</b>	<b>EFICACIA %</b>	
Análisis de Problemas	2	Cualitativo	25,00	12,50	12,50	0,00	0,00
		Cuantitativo					
Análisis de Causas	2	Cualitativo	25,00	12,50	25,00	12,50	200,00
		Cuantitativo					
Análisis de Repercusiones	2	Cualitativo	25,00	0,00	25,00	25,00	25,00
		Cuantitativo					
Análisis de Medidas necesarias	2	Cualitativo	25,00	12,50	25,00	12,50	200,00
		Cuantitativo					
	10		100,00	37,50	87,50	50,00	233.333

GRÁFICO 4.6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



<i>t</i> de Student pareada	2.8284
Grados de libertad	6
Error estándar	4.419
<i>P</i>	0.0300
	Valor estadístico significativo

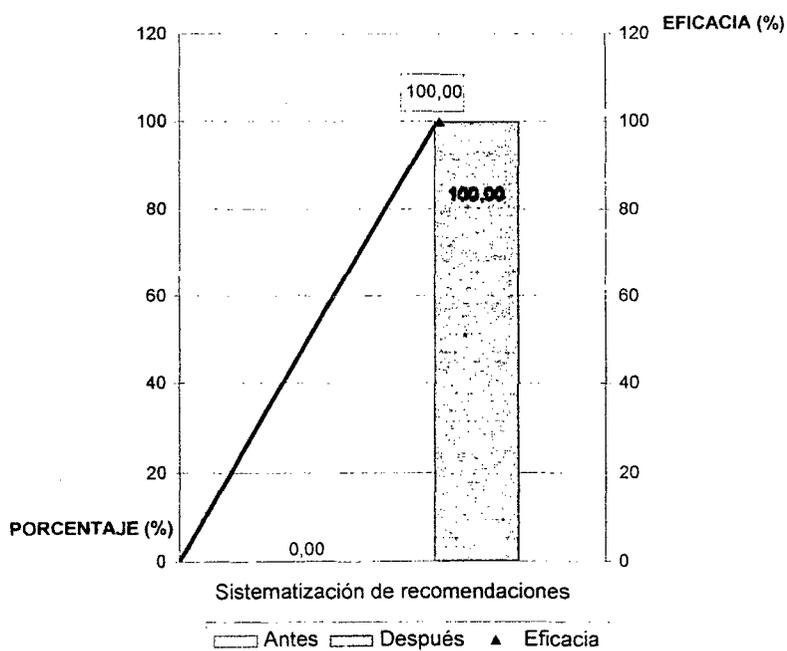
En el cuadro y el gráfico que anteceden, según el análisis estadístico del planteamiento del problema y toma de dediciones en la pre prueba (ANTES), se encontró que se realizaban análisis de problemas, análisis de causas y análisis de medidas necesarias a tomar sólo de manera cualitativa, es decir no se utilizaban indicadores ni estándares predefinidos y no se realizaba el análisis de repercusiones, cumpliendo con 37,50% de lo ideal, que consistiría en hacer análisis cuantitativo y cualitativo de problemas, causas, sus repercusiones y las medidas necesarias para resolverlos, lo que si se logró DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería de sistemas de supervisión.

La eficacia total lograda fue de 233.333 superando en 133.33% y existiendo un valor estadístico significativo ( $p=0,0300$ ) entre la diferencia del ANTES y DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería de sistemas de supervisión de maquinaria.

**CUADRO 4.7: PRESENTACIÓN DEL INFORME DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

PRESENTACIÓN DEL INFORME	Nº ACTIVIDAD.	%	ANTES (%)	DESPUES (%)	EFICACIA (%)
Sistematización de recomendaciones	1	100,00	0,00	100,00	<b>100,00</b>

**GRÁFICO 4.7: ANTES DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO**

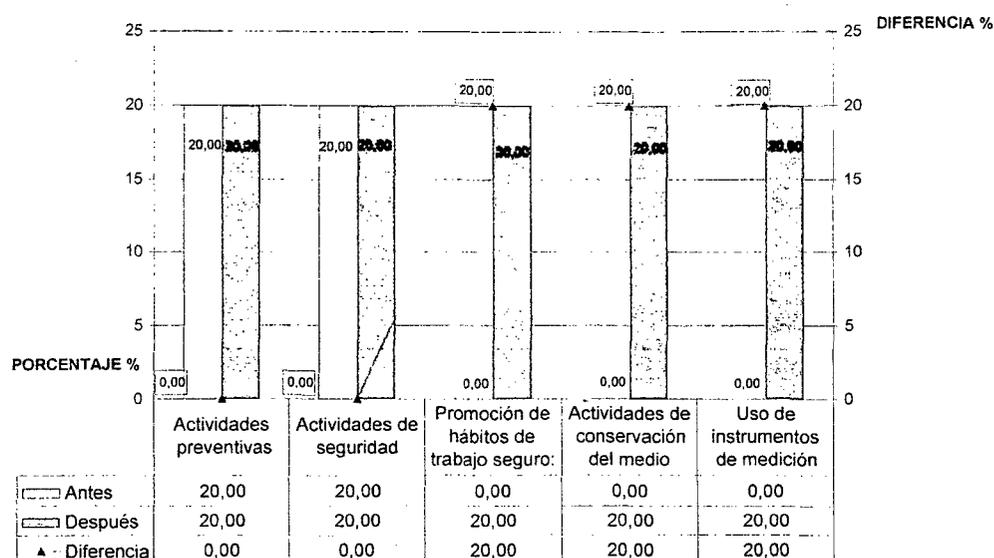


En la tabla y gráfico que anteceden, se observa que ANTES de la aplicación de la Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico, el equipo de supervisión realizaba una presentación del informe a sistémica, desordenada y de manera no periódica. DESPUÉS de aplicar la Reingeniería, equipo de supervisión presentaba un informe con sistematización de recomendaciones según la metodología AFO, cumpliendo con lo idóneo (100%), logrando una eficacia de 100%.

**CUADRO 4.8: VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**

<b>VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES</b>	<b>N° ACTIVIDADES</b>	<b>%</b>	<b>ANTES %</b>	<b>DESPUES %</b>	<b>DIFERENCIA %</b>	<b>EFICACIA %</b>
Actividades preventivas	1	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00
Actividades de seguridad	1	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00
Promoción de hábitos de trabajo seguro: ATS	1	20,00	0,00	20,00	20,00	0,00
Actividades de conservación del medio ambiente	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00
Uso de instrumentos de medición	1	20,00	0,00	20,00	20,00	20,00
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>100,00</b>	<b>40,00</b>	<b>100,00</b>	<b>60,00</b>	<b>250,00</b>

**GRÁFICO 4.8: INICIO DEL ESTUDIO (ANTES), SE VERIFICABA EL CUMPLIMIENTO DE RECOMENDACIONES EN CUANTO A ACTIVIDADES PREVENTIVAS Y ACTIVIDADES DE SEGURIDAD**



<i>t</i> de Student pareada	2.4495
Grados de libertad	8
Error estándar	4.899
<i>P</i>	0.0400
	Valor estadístico significativo

En el cuadro y la gráfica que anteceden se observa que al inicio del estudio (ANTES), se verificaba el cumplimiento de recomendaciones en cuanto a actividades preventivas y actividades de seguridad, llegando a cumplir con 40% de lo deseado; pero DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión de maquinarias; también se verificó el cumplimiento de recomendaciones concerniente a promoción de hábitos de trabajo seguro (AST), actividades de conservación del medio ambiente y uso de instrumentos de medición cumpliendo con el 100% de lo trazado como meta. La diferencia de

mejoría fue 60,00% con una eficacia fue de 250% y un valor estadístico significativo de  $p=0,0400$ .

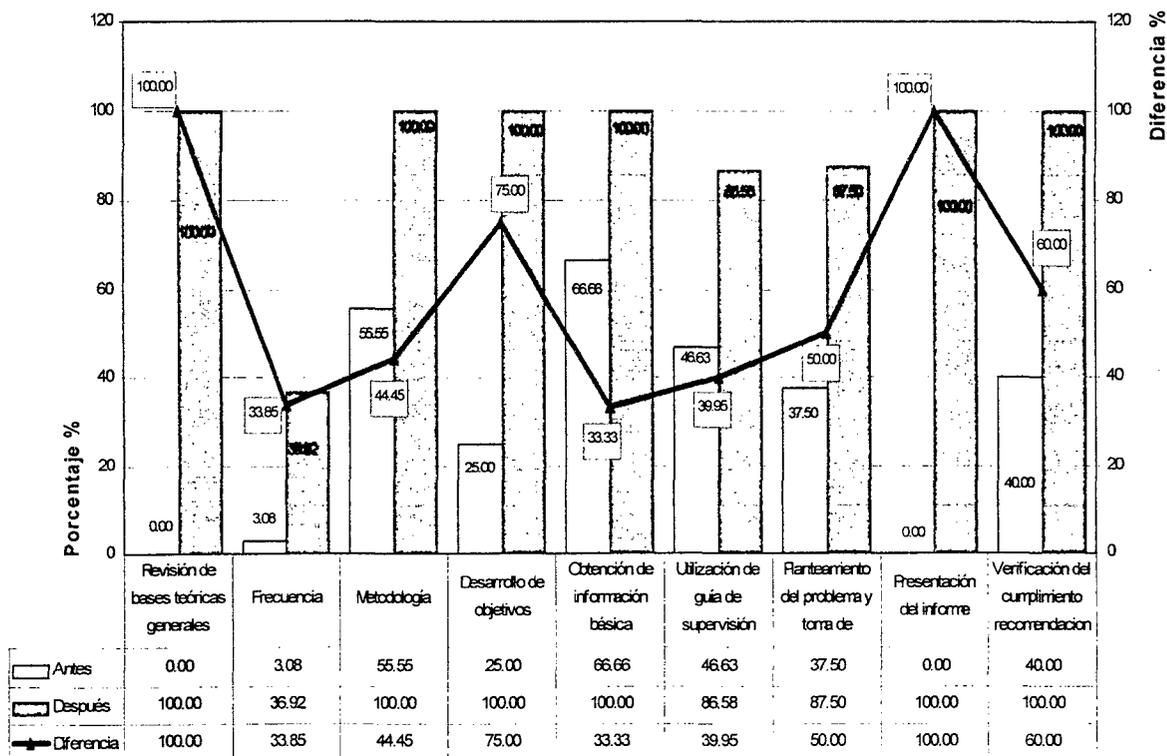
Cabe resaltar, que en el caso de las actividades de conservación del medio ambiente y la utilización de instrumentos de medición sólo se cumplió con recomendarlas, más al término de la investigación aún no fueron puestas en práctica por los altos costos que la implementación de éstas implican.

**CUADRO 4.9: CONSOLIDADO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

ACTIVIDADES QUE REALIZAN LOS SUPERVISORES		ANTES (%)	DESPUES (%)	DIFERENCIA %	EFICACIA (%)
Revisión de bases teóricas generales		0,00	100,00	100,00	100,00
Desarrollo de sesiones de trabajo	Frecuencia	3,08	36,92	33,85	1198,70
	Metodología	55,55	100,00	44,45	180,01
Desarrollo de objetivos		25,00	100,00	75,00	400,00
Obtención de información básica		66,66	100,00	33,33	150,01
Utilización de guía de supervisión		46,63	86,58	39,95	185,67
Planteamiento del problema y toma de decisiones		37,50	87,50	50,00	233,33
Presentación del informe		0,00	100,00	100,00	100,00
Verificación del cumplimiento de las recomendaciones dadas por el AFO		40,00	100,00	60,00	250,00
<b>MEDIA ARITMÉTICA</b>				<b>59.56</b>	<b>291.20</b>

<i>t</i> de Student pareada	5.5157
Grados de libertad	16
Error estándar	1.809
<i>p</i>	<0.0001
	Valor estadístico altamente significativo

**GRÁFICO 4.9: CONSOLIDADO DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**



En la tabla y gráfico que anteceden se aprecia que DESPUÉS de la intervención con la aplicación del proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinarias, existe una variación estadística altamente significativa significativa ( $p < 0,001$ ) en cuanto a las actividades que realizan los supervisores, como son: revisión de bases teóricas generales (diferencia entre ANTES y DESPUÉS 100%), desarrollo de sesiones de trabajo en lo concerniente a frecuencia (diferencia 33,85%) y en lo concerniente a metodología (diferencia 44,45%); desarrollo de objetivos (diferencia 75,00%), obtención de información básica (diferencia 33,33%), utilización de una guía de supervisión (diferencia 39,95%), planteamiento del problemas y toma de decisiones (diferencia 50%), presentación del informe con recomendaciones sistémicas (diferencia 100%) y verificación del cumplimiento de las recomendaciones dadas por el AFO (diferencia 60%).

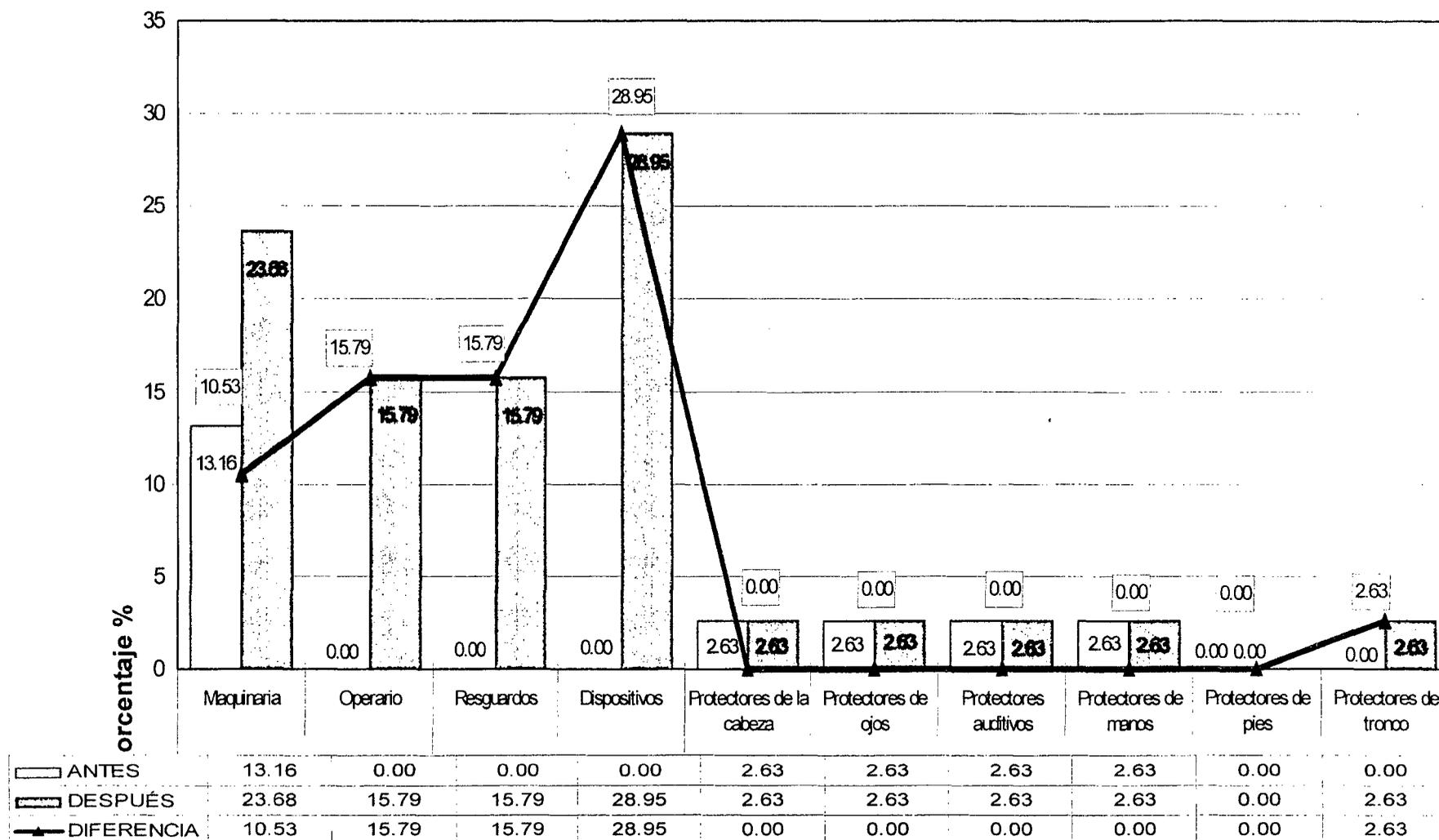
Llegando a obtener una diferencia total de porcentaje de cumplimiento entre el ANTES y el DESPÉS de 59,56% y una eficacia total de 291,20%.

**CUADRO 4.10: USO DE TÉCNICAS EN LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS  
LABORALES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE  
REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**

TÉCNICAS		Nº ACTIVIDAD	%	ANTES %	DESPUES %	DIFERENCIA %	EFICACIA %
Prevención intrínseca	Maquinaria	9	23,68	13,16	23,68	10,53	299,92
	Operario	6	15,79	0,00	15,79	15,79	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>15</b>	<b>39,47</b>	<b>13,16</b>	<b>39,47</b>	<b>26,32</b>	
Técnicas de protección	Resguardos	6	15,79	0,00	15,79	15,79	44,74
	Dispositivos	11	28,95	0,00	28,95	28,95	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>17</b>	<b>44,74</b>	<b>0,00</b>	<b>44,74</b>	<b>44,74</b>	
Equipos de protección individual	Protectores de la cabeza	1	2,63	2,63	2,63	0,00	124,98
	Protectores de ojos	1	2,63	2,63	2,63	0,00	
	Protectores auditivos	1	2,63	2,63	2,63	0,00	
	Protectores de manos	1	2,63	2,63	2,63	0,00	
	Protectores de pies	1	2,63	0,00	0,00	0,00	
	Protectores de tronco	1	2,63	0,00	2,63	2,63	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>6</b>	<b>15,79</b>	<b>10,53</b>	<b>13,16</b>	<b>2,63</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>	<b>100,0 0</b>	<b>23,68</b>	<b>86,84</b>	<b>73,68</b>	<b>371,42</b>

<i>t</i> de Student pareada	2.0728
Grados de libertad	18
Error estándar	3.603
<i>P</i>	0.0528
	Valor estadístico marginalmente significativo

GRÁFICO 4.10: USO DE TÉCNICAS EN LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS LABORALES ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009



En el cuadro y gráfico que anteceden se observa que en el uso de técnicas de prevención y protección contra riesgos laborales, la prevención intrínseca de maquinarias y operarios varió entre el ANTES y DESPUÉS de 13,16% y 39,47% debido a que ANTES de aplicar el proceso de reingeniería de los sistemas de supervisión, no se contaba con implementación de los métodos de protección intrínseca de operarios. La variación de las técnicas de protección con resguardos y dispositivos en las maquinarias varió de no utilizarse (0,00%) a 44,74% DESPUÉS de aplicar la reingeniería. En cuanto al uso de equipos de protección personal hubo una variación de 10,53% (ANTES) a 13,86% (DESPUÉS), implementando el uso de protectores torácicos, sin conseguir que se instaurara la protección de pies.

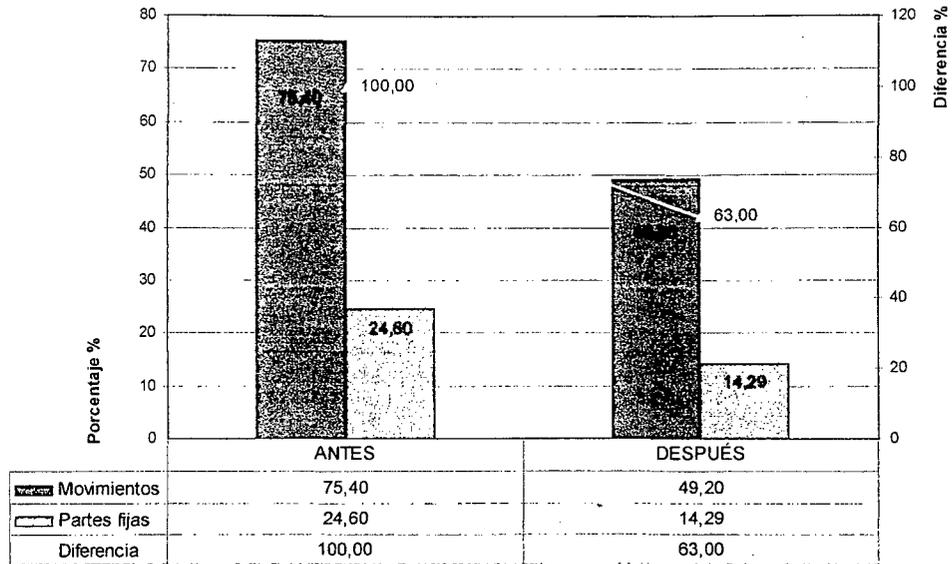
Se alcanzó un porcentaje total de variación de 73,68% y una eficacia de 371.42%, con valor estadístico marginalmente significativo ( $p=0.0528$ )

**CUADRO 4.11: RIESGOS MECÁNICOS OCURRIDOS SEGÚN CAUSA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**

CAUSA	ANTES		DESPUES		DIFERENCIA	EFICACIA
	Nº	%	Nº	%	%	%
<b>Movimientos</b>	95	75,40	62	49,20	- 26.2	65.26
<b>Partes fijas</b>	31	24,60	18	14,29	- 10.31	58.09
<b>TOTAL</b>	126	100,00	80	63,49	<b>- 36.51</b>	<b>63.49</b>

<i>t</i> de Student pareada	3.9103
Grados de libertad	2
Error estándar	7.455
<i>P</i>	0.0596
	Valor estadístico marginalmente significativo

GRÁFICO 4.11: RIESGOS MECÁNICOS CAUSADOS POR MOVIMIENTOS



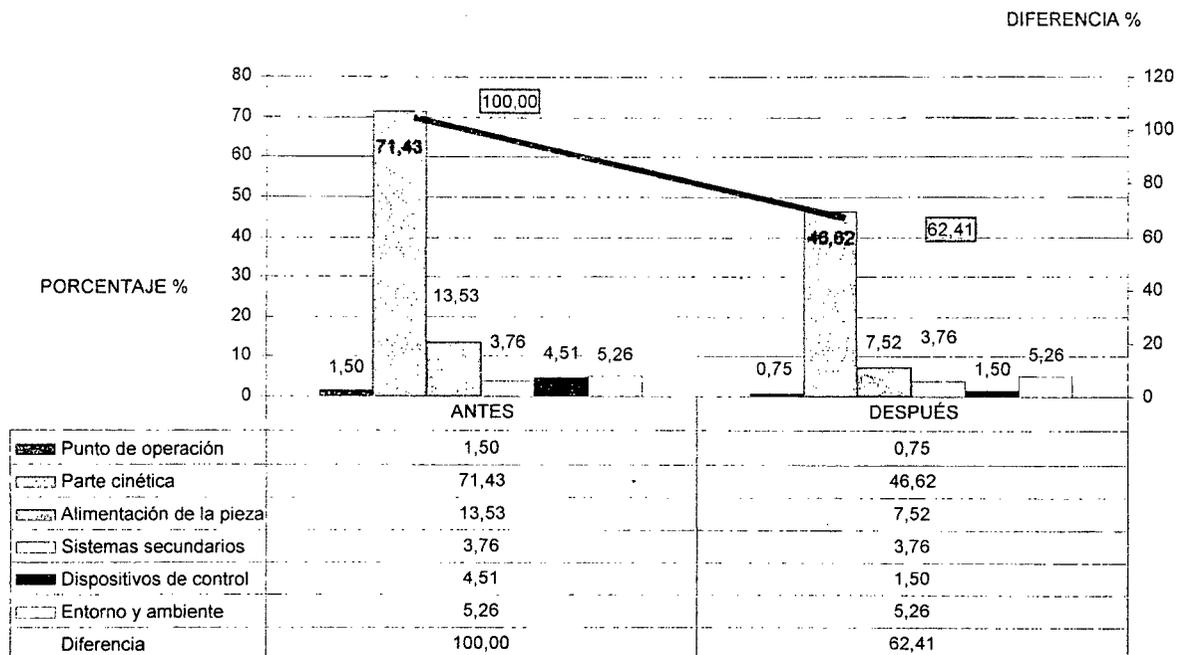
Se evidencia que los riesgos mecánicos causados por movimientos, disminuyeron de 75,40% (ANTES) a 49,20% (DESPUÉS), y los riesgos causados por partes fijas disminuyeron de 24,60% (ANTES) a 14,29% (DESPUÉS) logrando una diferencia de disminución total de 36,51%, una eficacia de 63,49% y un valor estadístico marginalmente significativo ( $p=0.0596$ ).

**CUADRO 4.12: RIESGOS MECÁNICOS OCURRIDOS SEGÚN ZONA DE MAQUINARIA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

ZONA	ANTES		DESPUES		DIFERENCIA	EFICACIA
	Nº	%	Nº	%	%	%
Punto de operación	2	1,50	1	0,75	- 0,75	46.66
Parte cinética	95	71,43	62	46,62	- 24,81	65.27
Alimentación de la pieza	18	13,53	10	7,52	- 6.01	55,58
Sistemas secundarios	5	3,76	5	3,76	0,00	100,00
Dispositivos de control	6	4,51	2	1,50	- 3,01	33.26
Entorno y ambiente	7	5,26	3	5,26	0,00	100,00
<b>TOTAL</b>	133	100,00	83	62,41	- 37,59	<b>62.41</b>

<i>t</i> de Student pareada	7.5206
Grados de libertad	10
Error estándar	1.080
<i>P</i>	<0.0001
	Valor estadístico altamente significativo

**GRÁFICO 4.12: TOTAL ZONAS DE MAQUINARIA QUE OCASIONAN RIESGOS MECÁNICOS**



En el cuadro y gráfico que anteceden se aprecia que del total zonas de maquinaria que ocasionan riesgos mecánicos, la parte cinética (71,43%) y de alimentación de piezas (13,53%) eran las más riesgosas seguidas de riesgos ocasionados en el entorno y ambiente (5,26%), dispositivos de control (4,51%), sistemas secundarios (3,76%) y por los puntos de operación (1,50%).

DESPUÉS de aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión disminuyeron los riesgos mecánicos correspondientes a la parte cinética 24,81%; a la alimentación de piezas 6,01%; al entorno y ambiente 3,01%; a los puntos de operación 0,75% y los riesgos mecánicos ocasionados por dispositivos de control (4,51%) y sistemas secundarios disminuyeron en su totalidad, llegando a presentarse 0,00%.

La eficacia total lograda fue de 62.41% y la variación entre el ANTES y DESPUÉS En el cuadro y gráfico que anteceden se aprecia que del total zonas de

maquinaria que ocasionan riesgos mecánicos, la parte cinética (71,43%) y de alimentación de piezas (13,53%) eran las más riesgosas seguidas de riesgos ocasionados en el entorno y ambiente (5,26%), dispositivos de control (4,51%), sistemas secundarios (3,76%) y por los puntos de operación (1,50%).

DESPUÉS de aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión disminuyeron los riesgos mecánicos correspondientes a la parte cinética 24,81%; a la alimentación de piezas 6,01%; al entorno y ambiente 3,01%; a los puntos de operación 0,75% y los riesgos mecánicos ocasionados por dispositivos de control (4,51%) y sistemas secundarios disminuyeron en su totalidad, llegando a presentarse 0,00%.

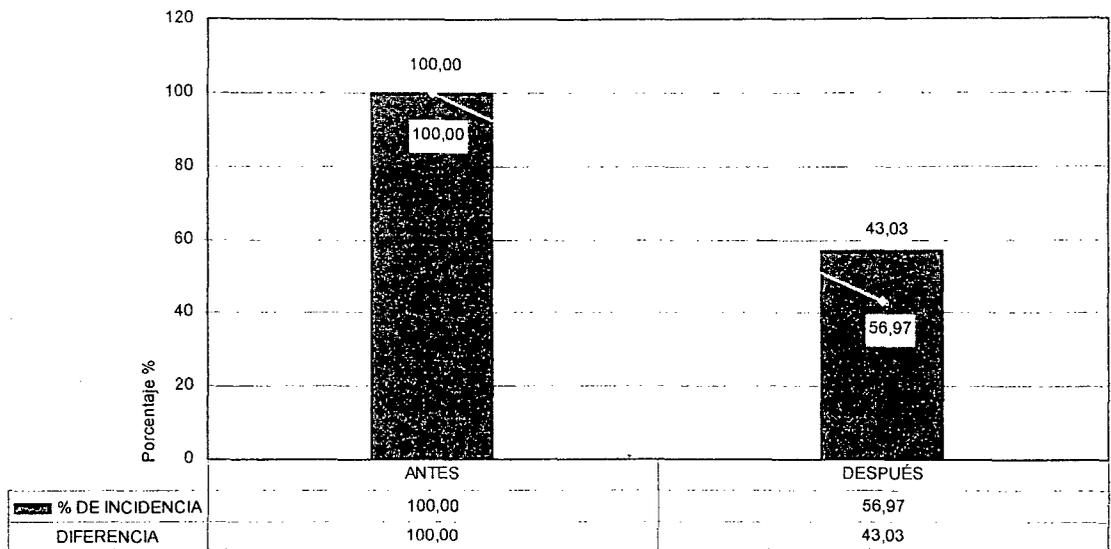
La eficacia total lograda fue de 62,41% y la variación entre el ANTES y DESPUÉS presentó un valor estadístico altamente significativo ( $p < 0.001$ ).

**CUADRO 4.13: INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES DE CAUSA MECÁNICA ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA. ANTAMINA S.A. 2008 - 2009**

INCIDENCIA	ANTES		DESPUES		DIFERENCIA	EFICACIA
	Nº	%	Nº	%	%	%
	86	100,00	49	56,97	- 43,03	56,97

<i>t</i> de Student pareada	479.1111
Grados de libertad	4
Error estándar	0.090
<i>P</i>	<0.001
	Valor estadístico altamente significativo

GRÁFICO 4. 13: INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES



Se observa que en la incidencia de accidentes laborales disminuyó 43,03%, es decir de un total de 86 casos (ANTES) a 49 casos (DESPUÉS) con lo que se comprobó que al aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinaria se logró una eficacia de disminución de casos de 56,97%, con una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0,001$ ) y siendo este valor bastante alto para tratarse sólo de un año de aplicación del proceso propuesto.

**CUADRO 4.14: CONSOLIDADO DE EFICACIA Y VARIACIÓN ESTADÍSTICA DE LA APLICACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN MECÁNICA. ANTAMINA S.A. 2008 – 2009**

<b>SISTEMA DE SUPERVISIÓN</b>	<b>ANTES</b> (%)	<b>DESPUES</b> (%)	<b>EFICACIA</b> (%)	<b>P</b>
ACTIVIDADES QUE REALIZAN LOS SUPERVISORES	30,49	90,11	<b>291,20</b>	<b>&lt; 0,001</b>
USO DE TÉCNICAS EN LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS LABORALES	36,84	86,84	<b>235,72</b>	<b>= 0.0528</b>
RIESGOS MECÁNICOS SEGÚN CAUSA	100,00	63,49	<b>63,49</b>	<b>= 0.0596</b>
RIESGOS MECÁNICOS SEGÚN ZONA	100,00	62,41	<b>62,41</b>	<b>&lt; 0,001</b>
INCIDENCIA DE ACCIDENTES DE TRABAJO DE CAUSA MECÁNICA	100,00	56,97	<b>56,97</b>	<b>&lt; 0,001</b>
<b>MEDIA ARITMÉTICA</b>			<b>141,958</b>	

Se aprecia que DESPUÉS de aplicar la reingeniería del sistema de supervisión mecánica, en las actividades que realizan los supervisores hubo una mejoría de 30.49% a 90,11%, representando una eficacia de 219,20% y un valor estadístico altamente significativo de  $p < 0,001$ .

El uso de técnicas en la prevención y protección contra riesgos laborales varió de 36,84% a 86,84%, DESPUÉS de la reingeniería del sistema de supervisión mecánica, mostrando una eficacia de 235,72% y un valor estadístico significativo de  $p = 0.0528$ .

Los riesgos mecánicos según causa, también disminuyeron DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión mecánica a 63,49%; logrando obtener una eficacia de 63,49% y un valor estadístico significativo de  $p = 0,0596$ .

Lo más importante fue que se logro disminuir la incidencia de accidentes de trabajo de causa mecánica del 100% al 56,97% asimismo se disminuyo los riesgos mecánicos según zona del 100% al 62,41%, también se aumentó las actividades que realizan los supervisiones de 30,49% al 90,11%. Después de la aplicación del proceso de Reingeniería, LLEGANDO A OBTENER eficacias del 56.97%, 62,41%, 291,20% consecuentemente, llegando a obtener un VALOR ESTADÍSTICO SIGNIFICATIVO DE  $\rho < 0,001$ .

## **4.2 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.**

1. El equipo de supervisión no realizaba revisión de bases teóricas referentes a temas de supervisión y mantenimiento de manera periódica ni sistemática, DESPUÉS de aplicar la reingeniería del sistema de supervisión de maquinaria, todos los miembros del equipo de supervisión AFO (100%) revisaron literatura actualizada y de manera sistémica en cada una de sus sesiones, alcanzando una eficacia de 100%. Siendo la diferencia entre el ANTES y DESPUÉS 100%, que es igual a la eficacia. (Ver Cuadro y Gráfico 4.1)
2. Las sesiones de trabajo del equipo de supervisión, gracias a la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión de maquinaria, pasaron de ser aproximadamente cada 3 a meses equivalente al 3,08% a ser semanales equivalente a un 36,92%, habiendo mejorado en un 33.85%. En lo referente a la metodología utilizada, se logró sobre las técnicas de análisis y las técnicas de aplicación de habilidades, una eficacia de 180,01%, es decir que se mejoró un 80% más de la meta fijada (100%). La eficacia encontrada fue de 1198,70% para la variación de la frecuencia y de 180,01% para la variación de la metodología. La variación estadística fue significativa ( $p=0.0223$ ), existiendo variación en la frecuencia y mejoría en la metodología utilizada para realizar las sesiones de trabajo. (Ver Cuadros 2 y 2 – A y Gráfico 4.2)
3. El planteamiento de objetivos de trabajo por el equipo de supervisión se realizaba de manera general (cumpliendo el 25% de lo idóneo), DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión mecánica se realizó de manera específica y sistematizada el planteamiento de objetivos acerca de

los componentes mecánicos, de proceso y de personal (100%); encontrando una eficacia del 400% y una diferencia estadística significativa ( $p=0,0240$ ). (Ver Cuadro y Gráfico 4.3)

4. El equipo de supervisión recogía información básica acerca de las maquinarias y de los procedimientos de mantenimiento, cumpliendo con el 66% de lo ideal y DESPUÉS de aplicar la reingeniería de sistemas de supervisión, también se recogía información acerca de los procesos intermedios, cumpliendo con todo lo estipulado (100%). La eficacia lograda fue 150,01%. (50% más de la meta esperada) y el valor estadístico hallado no fue significativo ( $p= 0,3739$ ). (Ver Cuadro y Gráfico 4.4)
5. La aplicación de la guía de supervisión del funcionamiento mecánico utilizada por el equipo de supervisión fue 46,63% de lo idóneo, sin embargo DESPUÉS de la intervención con la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión, hubo una mejoría de 39,95% en el total de análisis, logrando cumplir 86,58% de lo idóneo con una eficacia de 185,67% (85,67% más de la meta plateada) y se halló una diferencia estadística significativa ( $p=0,0321$ ). (Ver Cuadro y Gráfico 4.5)
6. El planteamiento del problema y toma de decisiones en la pre prueba (ANTES), se realizaba sólo de manera cualitativa, cumpliendo con 37,50% de lo ideal, que consistiría en hacer análisis cuantitativo y cualitativo de problemas, causas, sus repercusiones y las medidas necesarias para resolverlos, lo que si se logró DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería de sistemas de supervisión. La eficacia total lograda fue de 233.33% y existiendo un valor estadístico significativo ( $p=0,0300$ ). (Ver Cuadro y Gráfico 4.6)

7. La presentación del informe ANTES de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico era a sistémica, desordenada y de manera no periódica, DESPUÉS, el equipo de supervisión presentó un informe con sistematización de recomendaciones según la metodología AFO, cumpliendo con lo idóneo (100%), logrando una eficacia de 100%. (Ver Cuadro y Gráfico 4.7)
8. La verificación del cumplimiento de recomendaciones al inicio del era sobre actividades preventivas y actividades de seguridad, llegando a cumplir con 40% de lo deseado; pero DESPUÉS de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión de maquinarias; también se verificó el cumplimiento de recomendaciones concerniente a promoción de hábitos de trabajo seguro (AST), actividades de conservación del medio ambiente y uso de instrumentos de medición cumpliendo con 100% de lo trazado como meta. La diferencia de mejoría fue 60,00% con una eficacia fue de 100% y un valor estadístico significativo de  $p=0,0400$ . (Ver Cuadro y Gráfico 4.8)
9. Se concluye que DESPUÉS de la intervención con la aplicación del proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinarias, existe una variación estadística altamente significativa ( $p<0,001$ ) en cuanto a las actividades que realizan los supervisores, como son: revisión de bases teóricas generales, desarrollo de sesiones de trabajo en lo concerniente a frecuencia (y en lo concerniente a metodología; desarrollo de objetivos, obtención de información básica, utilización de una guía de supervisión, planteamiento del problemas y toma de decisiones, presentación del informe con recomendaciones sistémicas y verificación del cumplimiento de las recomendaciones dadas por el AFO.

Llegando a obtener una diferencia total de porcentaje de cumplimiento entre el ANTES y el DESPÉS de 59,56% y una eficacia total de 291,20%. (Ver Cuadro y Gráfico 4.9)

10. El uso de técnicas de prevención y protección contra riesgos laborales, en cuanto a la prevención intrínseca de maquinarias y operarios varió entre el ANTES y DESPUÉS de 13,16% a 39,47%; la variación de las técnicas de protección con resguardos y dispositivos en las maquinarias varió de no utilizarse (0,00%) a 44,74% DESPUÉS y el uso de equipos de protección personal varió de 10,53% (ANTES) a 13,86% (DESPUÉS), implementando el uso de protectores torácicos, sin conseguir que se instaurara la protección de pies. Se alcanzó un porcentaje total de variación de 73,68% y una eficacia de 371.42%, con valor estadístico marginalmente significativo ( $p=0.0528$ ) (Ver Cuadro y Gráfico 4.10)

11. Los riesgos mecánicos causados por movimientos, disminuyeron de 75,40% (ANTES) a 49.20% (DESPUÉS), y los riesgos causados por partes fijas disminuyeron de 24,60% (ANTES) a 14,29% (DESPUÉS) logrando una diferencia de disminución total de 36,51%, una eficacia de 63,49% y un valor estadístico marginalmente significativo ( $p=0.0596$ ). En cuanto a las zonas de maquinaria que ocasionan riesgos mecánicos, DESPUÉS de aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión disminuyeron los riesgos mecánicos correspondientes a la parte cinética 24,81%; a la alimentación de piezas 6,01%; al entorno y ambiente 3,01%; a los puntos de operación 0,75% y los riesgos mecánicos ocasionados por dispositivos de control (4,51%) y sistemas secundarios disminuyeron en su totalidad, llegando a presentarse 0,00%. La

eficacia total lograda fue de 62.41% y la variación entre el ANTES y DESPUÉS presentó un valor estadístico altamente significativo ( $p < 0,001$ ). (ver Cuadros y Gráficos 4.11 y 4.12)

12. La incidencia de accidentes laborales disminuyó 37,59%, de un total de 133 casos (ANTES) a 83 casos (DESPUÉS) con lo que se comprobó que al aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinaria se logró una eficacia de disminución de casos de 62,41%, con una diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0,001$ ). (ver Cuadro 4.12 y Gráfico 4.13)
13. Los objetivos planteados han sido logrados y la hipótesis de investigación ha sido verificada en todo su enunciado. (Ver Cuadro 4.14)

## CONCLUSIONES

1. Se concluye que DESPUÉS de la intervención con la aplicación del proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinarias, existe una variación estadística altamente significativa ( $p < 0,001$ ) en cuanto a las actividades que realizan los supervisores, como son: revisión de bases teóricas generales, desarrollo de sesiones de trabajo en lo concerniente a frecuencia (y en lo concerniente a metodología; desarrollo de objetivos, obtención de información básica, utilización de una guía de supervisión, planteamiento del problemas y toma de decisiones, presentación del informe con recomendaciones sistémicas y verificación del cumplimiento de las recomendaciones dadas por el AFO. Llegando a obtener una diferencia total de porcentaje de cumplimiento entre el ANTES y el DESPÉS de 59,56% y una eficacia total de 291,20%.
2. El uso de técnicas de prevención y protección contra riesgos laborales, en cuanto a la prevención intrínseca de maquinarias y operarios varió entre el ANTES y DESPUÉS de 13,16% a 39,47%; la variación de las técnicas de protección con resguardos y dispositivos en las maquinarias varió de no utilizarse (0,00%) a 44,74% DESPUÉS y el uso de equipos de protección personal varió de 10,53% (ANTES) a 13,86% (DESPUÉS), implementando el uso de protectores torácicos, sin conseguir que se instaurara la protección de pies. Se alcanzó un porcentaje total de variación de 73,68% y una eficacia de 371.42%, con valor estadístico marginalmente significativo ( $p=0.0528$ ).

3. Los riesgos mecánicos causados por movimientos, disminuyeron de 75,40% (ANTES) a 49,20% (DESPUÉS), y los riesgos causados por partes fijas disminuyeron de 24,60% (ANTES) a 14,29% (DESPUÉS) logrando una diferencia de disminución total de 36,51%, una eficacia de 63,49% y un valor estadístico marginalmente significativo ( $p=0.0596$ ). En cuanto a las zonas de maquinaria que ocasionan riesgos mecánicos, DESPUÉS de aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión disminuyeron los riesgos mecánicos correspondientes a la parte cinética 24,81%; a la alimentación de piezas 6,01%; al entorno y ambiente 3,01%; a los puntos de operación 0,75% y los riesgos mecánicos ocasionados por dispositivos de control (4,51%) y sistemas secundarios disminuyeron en su totalidad, llegando a presentarse 0,00%. La eficacia total lograda fue de 62,41% y la variación entre el ANTES y DESPUÉS presentó un valor estadístico altamente significativo ( $p<0,001$ ).
4. La incidencia de accidentes laborales disminuyó 37,59%, de un total de 133 casos (ANTES) a 83 casos (DESPUÉS) con lo que se comprobó que al aplicar el proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinaria se logró una eficacia de disminución de casos de 62,41%, con una diferencia estadística altamente significativa ( $p<0,001$ ).
5. Los objetivos planteados han sido logrados y la hipótesis de investigación ha sido verificada en todo su enunciado.

## RECOMENDACIONES

1. Que, las autoridades y docentes de las Facultades de Ingeniería Mecánica del todo el país, continúen con la preocupación por la enseñanza de los programas de mejoramiento de procesos, mediante la comprensión de los problemas reales, concretos y específicos basados en mediciones y evaluaciones de las gestiones de supervisión.
2. Que las autoridades de la empresa minera Antamina S.A. propicien que se realicen las actividades de conservación del medio ambiente y la utilización de instrumentos de medición y que no quede sólo como una recomendación más en la presentación de los informes del equipo de supervisión AFO de cada año.
3. Que las autoridades de la empresa minera Antamina S.A. propicien el uso de protectores de pies en los trabajadores que al término de la investigación aún no fueron puestas en práctica por los altos costos que esto implica.
4. Que, la empresa minera Antamina S.A. conceda las facilidades mediante el incremento de recursos humanos capacitados en supervisión y metodología AFO, para continuar con el proceso de reingeniería del sistema de supervisión de maquinarias a lo largo del tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO. **“Calidad Del Trabajo: Nuevos enfoques y Estrategias Para La Seguridad y La Salud en el Trabajo”**. (2000).
2. ASEPAL, **“Guía Para La Selección y Uso de los Equipos de Protección Individual”**. Boletines Asepal. España. (1997).
3. BALLÉ, MICHAEL. **“Reingeniería de Procesos de la Empresa”**. Venezuela. (1995).
4. BELMAR MUÑOZ. **“Investigación de Accidentes Laborales”**, (2002).
5. BELMAR MUÑOZ, **“Prevención de Riesgos”**. (2003).
6. BESTRATÉN BELLOVÍ, MANUEL. **“Los Análisis de Peligros y de Operabilidad en Instalaciones de Proceso”**. Centro nacional de condiciones de trabajo. España. (2002).
7. BOUNDS, G. **“Supervisión”**. Internacional.Thompson Editores. México. (1990).
8. BULTÓ NUBIOLA, MONTSERRAT. **“Referentes a Recomendaciones Adoptadas por la Conferencia Internacional del Trabajo la Prevención en el Trabajo”**. Centro nacional de información y documentación – Barcelona. España. (1990).
9. CORTÉS DÍAZ JOSÉ M. **“Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales”**. México. (1996).
10. GRIMALDI- SIMONDS. **“La Seguridad Industrial”**. Editorial Alfaomega, México. (1989).

11. GRUPO ENHER. **“La Seguridad en los Trabajos Mecánicos”**.  
Publicaciones Grupo ENHER. España. (1995).
12. INSTITUTO DE SEGURIDAD MINERA DEL PERÚ. **“Situación Actual de la Seguridad Minera en el Perú”**. Perú. (2004).
13. LEES, FRANK P. **“The Prevention in the Process Industries”**. Estados Unidos. (1980).
14. LEÓN LEFCOVICH, MAURICIO. **“Reingeniería de Procesos”**.  
Management. (2002).
15. MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ. **“Ley General de Salud”**. Perú  
(2006).
16. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. **“Reglamento de Seguridad e Higiene Minera”**. Perú. (1996).
17. MOGOLLON, AMANDA. **“Calidad y Enfoques de la Supervisión”**.  
Boletín FACE. Universidad de Carabobo. Venezuela. (2000).
18. MOLINA, JOSÉ. **“Mantenimiento y Seguridad Industrial”**. universidad de  
Quito. Colombia (2005).
19. MORA, FABIOLA; SCHUPNIK, WALTER . **“La Reingeniería**. (2001).
20. MORRIS, DANIEL, **“Reingeniería: Cómo Aplicarla con Éxito en los  
Negocios”**. Mc Graw Hill. México. (1994).
21. MOUBRAY, JOHN. **“Tipos Básicos de Mantenimiento”**. Estados Unidos.  
(2002).
22. O.I.T. **“Método AFO”**. Major Hazard Control. España. (1998).

23. OLARTE, RIGOBERTO, RONCALLO, ALMA. “**Investigación: Mantenimiento Industrial**”. Ecuador. (2000).
24. OSHA. “**Occupational Safety & Health Administration**”. U.S. Department of labor. (2006).
25. OSHA. “**Occupational Safety & Health Administration**”. U.S. Department of labor. (2006).
26. PECHO SUSANA. “**Sistema de Vigilancia en Salud Ocupacional**” DIFAE –DESO - MINSA. Perú. (2003).
27. RODRÍGUEZ GARCÍA EMILIO, “**Supervisión y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios**”. seguridad pública y protección civil. belt iberia. (2001).
28. SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA. “**Proyecto DE Estadística Andina**”. (2004).
29. SERGIOVANNI, T. “**Emerging Patterns of Supervisión. Human Perspectives**”. Mc Graw-Hill. Nueva York. (1997).
30. SOLO MANTENIMIENTO.COM. “**Mantenimiento Correctivo**”. Portal del Mantenimiento Integral: Empresas, Servicios y Suministros Industriales. Chile. (2004).
31. SOLOMANTENIMIENTO.COM. “**Mantenimiento Predictivo**”. Portal del Mantenimiento Integral: Empresas, Servicios y Suministros Industriales. Chile. (2004).

32. SOLOMANTENIMIENTO.COM. “**Mantenimiento Preventivo**”. Portal del Mantenimiento Integral: Empresas, Servicios y Suministros Industriales. Chile. (2004).
33. STRICFF, SCOUT. “**Manual de Evaluación y Administración de Riesgos**”. Editorial Mc Graw – Hill. México. (1998).
34. TROUT, JACK. “**Posicionamiento**”. Mc Graw Hill. México. (2004).
35. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. “**Guía de Prácticas DE Alumnos en Laboratorios con Riesgos Mecánicos Universidad Politécnica de Valencia**”. (2001).
36. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. “**Guía de Prácticas para Alumnos Expuestos a Riesgos Mecánicos**”. (2002).

#### **BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL**

1. **REINGENIERÍA DE PROCESOS. MANAGEMENT.**  
<http://www.sht.com.ar/archivo/Management/reingenieria.htm>
2. **MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.** UNIVERSIDAD DE QUITO. COLOMBIA  
<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>
3. **LA REINGENIERÍA.** <http://www.gestopolis.com>
4. **TIPOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO.** ESTADOS UNIDOS.  
<http://internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/bib/notas/RCMmax6.asp>

5. **INVESTIGACIÓN: MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**. ECUADOR.  
<http://www.monografias.com/trabajos16/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>
6. **OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION**. U.S.  
DEPARTMENT OF LABOR. <http://www.osha.gov/>
7. **OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ADMINISTRATION**. U.S.  
DEPARTMENT OF LABOR.  
[http://www.osha.gov/SLTC/etools/machineguarding/additional\\_considerations.html](http://www.osha.gov/SLTC/etools/machineguarding/additional_considerations.html)
8. **SUPERVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**. SEGURIDAD PÚBLICA Y PROTECCIÓN CIVIL. BELT IBERIA.  
<http://www.belt.es/expertos/experto.asp?id=1798>
9. **PROYECTO DE ESTADÍSTICA ANDINA**.  
[http://www.camtandinos.org/indice\\_estadistico.php](http://www.camtandinos.org/indice_estadistico.php)
10. **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**. PORTAL DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL: EMPRESAS, SERVICIOS Y SUMINISTROS INDUSTRIALES. CHILE.  
[http://www.solomantenimiento.com/m\\_correctivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm)
11. **MANTENIMIENTO PREDICTIVO**. PORTAL DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL: EMPRESAS, SERVICIOS Y SUMINISTROS INDUSTRIALES. CHILE.  
[http://www.solomantenimiento.com/m\\_predictivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm)

**12. MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PORTAL DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL: EMPRESAS, SERVICIOS Y SUMINISTROS INDUSTRIALES. CHILE.**

[http://www.solomantenimiento.com/m\\_preventivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm)

**13. GUÍA DE PRÁCTICAS DE ALUMNOS EN LABORATORIOS CON RIESGOS MECÁNICOS UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.** <http://www.sprl.upv.es/Guiapracalummecan.htm#punto1>

**14. GUÍA DE PRÁCTICAS PARA ALUMNOS EXPUESTOS A RIESGOS MECÁNICOS.** <http://www.sprl.upv.es/Guiapracalummecan2.htm>

## **ANEXOS:**

- ANEXO 1** CLASES DE RIESGOS MECÁNICOS ORIGINADOS POR MAQUINARIAS.
- ANEXO 2** TÉCNICAS DE PROTECCIÓN APLICADAS A LAS MAQUINARIAS.
- ANEXO 3** PLAN DE CAPACITACIÓN DEL EQUIPO AFO. **(CAP-AFO)**.
- ANEXO 4** GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL EQUIPO AFO EN EL AÑO 2009. **(GUIOF)**.
- ANEXO 5** FICHA DE EXTRACCIÓN DE DATOS DE LOS INFORMES DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO EL AÑO 2008. **(FIEXTRA)**.
- ANEXO 6** MATRIZ DE ANÁLISIS DEL USO DE TÉCNICAS DE PREVENCIÓN INTRÍNSECA, USO DE TÉCNICAS DE PROTECCIÓN Y USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL; “ANTES” Y “DESPUÉS” DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO. **(MATEC)**.

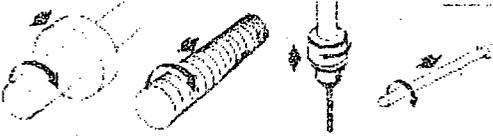
**ANEXO 7** MATRIZ DE ANÁLISIS DE LOS RIESGOS MECÁNICOS OCURRIDOS SEGÚN CAUSA Y SEGÚN ZONA DE MAQUINARIA, “ANTES” Y “DESPUÉS” DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO. (MARIES)

**ANEXO 8** MATRIZ DE ANÁLISIS DEL USO DE LA FRECUENCIA E INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES DE ORIGEN MECÁNICO, “ANTES” Y “DESPUÉS” DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO. (MAFRE-IN).

**ANEXO 9** MATRIZ DE EFICACIA CONSOLIDADA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO. (MAEFIC).

**ANEXO 10** MATRIZ DE CONSISTENCIA DE REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO Y SU RELACIÓN CON EL CONTROL DE LOS RIESGOS LABORALES, MINA ANTAMINA 2008-2009.

CLASES DE RIESGOS MECÁNICOS ORIGINADOS POR MAQUINARIAS

PELIGROS ORIGINADOS POR LOS MOVIMIENTOS DE LAS MÁQUINAS	
MOVIMIENTOS DE ROTACIÓN	
ELEMENTOS EN ROTACIÓN CONSIDERADOS AISLADAMENTE	<p>a) Árboles: Incluye acoplamientos, vástagos, brocas tornillos, mandriles y barras. Suponen peligro aún cuando giren lentamente.</p> 
	<p>b) Rasake y aberturas: Algunas partes o elementos giratorios son aún más peligrosos por los resaltes o aberturas que poseen (ventiladores, poleas, ruedas de cadenas, engranajes)</p> 
	<p>c) Herramientas de corte y abrasión: Entran en contacto con el material para alterar su forma, tamaño o acabado (herramientas de corte, muelas abrasivas, etc.)</p> 
PUNTOS DE ATRAPAMIENTO	<p>a) Entre piezas girando en sentido contrario: Se presenta cuando dos o más árboles o cilindros giran con ejes paralelos y en sentido contrario, en contacto directo o con una cierta separación. Presentan peligros de atrapamiento.</p> 
	<p>b) Entre partes giratorias y otras con desplazamiento tangencial a ellas: Se presenta en correas y poleas, cadena y rueda dentada, piñón y crenallera, cintas transportadoras, etc. Presentan peligro de atrapamiento y aplastamiento.</p> 
	<p>c) Entre piezas giratorias y partes fijas: Se presenta en volantes con radios y armazón de la máquina, espirales o tornillos sin fin y su cubierta, etc. Presentan peligros de cizallamiento, aplastamiento o abrasión producidos por la pieza que gira en relación a la fija de la máquina.</p> 

## MOVIMIENTOS ALTERNATIVOS Y DE TRASLACIÓN

### PIEZAS CON MOVIMIENTO ALTERNATIVO O DE TRASLACIÓN Y PARTES FIJAS

a) Formas de aproximación: Se presentan en martillos de forja, corredera de prensa mecánica, máquinas de molerse en fundición, movimiento de una máquina con respecto a una parte fija, etc. Originan peligros de aplastamiento.

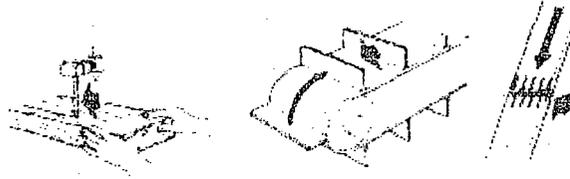


b) Formas de sobrepaso: Se presenta en cuchillas de guillotina, mesa de máquina-herramienta, etc. Originan peligros de aplastamiento o cizallamiento.



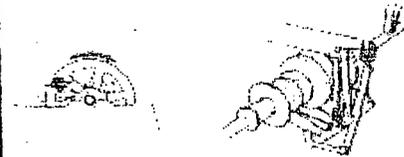
### MOVIMIENTOS DE TRASLACIÓN SIMPLE

El peligro se debe generalmente a la naturaleza de la parte o elemento que se mueve (dientes de una hoja de cinta, costuras de correas, etc.). Presentan peligros de corte y enganche.



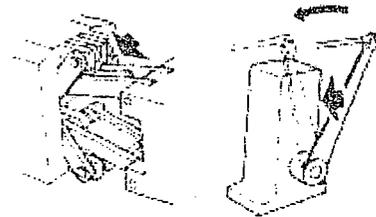
## MOVIMIENTOS DE ROTACIÓN Y TRASLACIÓN

Se presenta en los mecanismos que tienen movimientos de traslación (conexiones de bielas y vástagos con ruedas o volantes, mecanismo lateral de algunas máquinas de imprimir y textiles, etc.). Presentan peligros de arrastre, enganche o aplastamiento.



## MOVIMIENTOS DE OSCILACIÓN

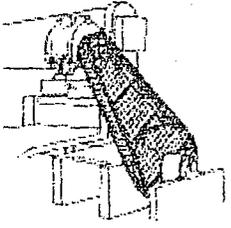
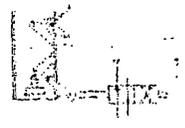
Se presentan en los mecanismos que tienen movimientos de oscilación pendular, pudiendo presentarse también por movimientos de tijera (brazos articulados de poleas de tensión). Presentan peligros de aplastamiento, cizallamiento, enganche, etc.



## OTROS PELIGROS ORIGINADOS POR LAS MÁQUINAS

- Contacto con materiales en fase de fabricación: Se presenta en algunas máquinas tales como torno (peligro de arrastre de la pieza que mecaniza), prensa (peligro de impacto provocado por la hoja metálica que se está conformando), etc.
- Proyección de elementos de las máquinas: Se presentan en casos de accidentes por rotura de la muela abrasiva, de la herramienta, etc. (peligro de impacto).
- Proyección de materiales: Se presenta en máquinas-herramientas capaces de lanzar o proyectar ciertos materiales, virutas, chispas de soldadura, etc. (peligro de impacto, cortes, enganche, etc.).

## TÉCNICAS DE PROTECCIÓN APLICADAS A LAS MAQUINARIAS

MEDIOS DE PROTECCIÓN DE MÁQUINAS SEGÚN EN 202 (RESGUARDOS)		
TIPO DE RESGUARDO	DEFINICIÓN	ESQUEMA
FIJO	Resguardo que se mantiene en su posición de forma permanente (soldadura) o mediante elementos de fijación (tornillos) que impiden que puedan ser retirados sin auxilio de herramientas.	
MÓVIL	Resguardo generalmente asociado mecánicamente al bastidor de la máquina o a un elemento fijo próximo, mediante bisagras o guías de deslizamiento y que es posible abrir sin uso de herramientas.	
REGULABLE	Resguardo fijo o móvil que es regulable en su totalidad o que incorpora partes regulables.	
CON DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO	Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento de manera que las funciones de seguridad de la máquina cubiertas por el resguardo no pueden desempeñarse hasta que el resguardo esté cerrado, la apertura del resguardo supone la orden de parada, mientras que su cerrado no provoca la puesta en marcha de la máquina.	
CON DISPOSITIVO DE ENCLAVAMIENTO Y BLOQUEO	Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento y a un dispositivo de bloqueo mecánico. Se diferencia del anterior en que no puede abrirse hasta que desaparezca el riesgo de lesión.	
ASOCIADO AL MANDO	Resguardo asociado a un dispositivo de enclavamiento o de enclavamiento y bloqueo, de forma que las funciones peligrosas de la máquina no pueden realizarse hasta que el resguardo esté cerrado, mientras que el cierre del resguardo provoca la puesta en marcha de la máquina.	

MEDIOS DE PROTECCIÓN DE MÁQUINAS SEGÚN LA NORMA EN 202 (DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN)	
TIPO DE DISPOSITIVO	DEFINICIÓN
DE ENCLAVAMIENTO	Dispositivo de protección mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología destinado a impedir el funcionamiento de ciertos elementos de una máquina bajo determinadas condiciones (generalmente cuando el resguardo está cerrado).
DE VALIDACIÓN	Dispositivo suplementario de mando, accionado manualmente, utilizado conjuntamente con un órgano de puesta en marcha, que mientras se mantiene accionado, autoriza el funcionamiento de una máquina.
SENSIBLE	Dispositivo que provoca la parada de una máquina o de elementos de una máquina, cuando una persona o una parte de su cuerpo rebasa un límite de seguridad (dispositivo sensible a la presión, fotoeléctrico, etc.)
DE RETENCIÓN MECÁNICA	Dispositivo cuya función es la de insertar en un mecanismo, un obstáculo mecánico (cuña, pasador, etc.) capaz de oponerse, en base a su resistencia, a cualquier movimiento peligroso.
LIMITADOR	Dispositivo que impide que una máquina o elementos de una máquina sobrepasen un límite establecido (limitador de presión, desplazamiento, etc.).
DISUASORIO	Cualquier obstáculo material que no impida totalmente el acceso a una zona peligrosa, pero reduce la posibilidad de acceder a ella, por restricción del libre acceso.
MANDO SENSITIVO	Dispositivo de mando que pone y mantiene en marcha los elementos de una máquina solamente mientras el órgano de accionamiento se mantiene accionado. Cuando se suelta retorna a la posición de parada.
MANDO A DOS MANOS	Mando sensitivo que requiere como mínimo el accionamiento simultáneo de dos órganos de accionamiento para iniciar y mantener el funcionamiento de una máquina o de un elemento de una máquina, garantizando así la protección de la persona que actúa sobre los órganos de accionamiento.
MANDO DE MARCHA A IMPULSOS	Dispositivo de mando cuyo accionamiento permite solamente un desplazamiento limitado de un elemento de una máquina, reduciendo así el riesgo lo más posible. No permite otro movimiento hasta que se suelte y sea accionado de nuevo.
PARADA DE EMERGENCIA	Función destinada a evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, a la máquina o al trabajo en curso, o a ser desencadenada por una sola acción humana cuando la función de parada normal no es adecuada para este fin.
ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Obstrucción material, al igual que el resguardo, o una parte de la máquina, que restringe el movimiento del cuerpo o de una parte de ésta.

## PLAN DE CAPACITACIÓN DEL EQUIPO AFO

### INTRODUCCIÓN

Considerando que la implementación de las estrategias de prevención de riesgos laborales en las empresas mineras constituyen la única salida recomendable ante el alarmante panorama de crecimiento de los porcentajes de los accidentes laborales de origen mecánico, es imperioso iniciar la capacitación del personal en sistemas de supervisión del funcionamiento mecánico, para lo cual se ha diseñado un **Plan de Capacitación acerca en Sistema AFO - Adaptado**, como elemento clave, para el logro de los objetivos de la Institución en base a las demandas.

#### 1. Fundamentación

1. La mayoría de ingenieros mecánicos no manejan la supervisión.
2. Los ingenieros opinan que es urgente la capacitación en un sistema optimizado de supervisión para prevenir riesgos laborales.
3. La mayoría de ingenieros que trabajan en empresas mineras no han recibido capacitación actualizada al respecto.
4. La mayoría de INGENIEROS MECÁNICOS Y DE MINAS que manejan maquinaria y equipo minero no tienen una actuación preventiva de riesgos laborales.
- 5 Falta de disposición de los trabajadores, para alcanzar mejoras esperadas en lo referente a la prevención de riesgos laborales.
7. En el Plan de trabajo de la Empresa Minera Antamina, el Plan de Capacitación a supervisores al respecto de prevención de riesgos laborales de origen mecánico no fue considerado como una de las prioridades dentro de las estrategias institucionales para el año 2004.

#### 2. Finalidad

**La construcción crítica de un plan sirve para desarrollar conocimientos y habilidades preventivas y conducir a cambios.**

Brindar capacitación actualizada al personal de supervisión, incluidos los socios estratégicos (contratistas) para que estos intercapaciten a sus trabajadores, a fin de que mejoren sus habilidades y destrezas en el manejo, conservación y funcionamiento de la maquinaria y equipo minero y por consiguiente se logre la prevención de accidentes laborales.

### **3. Objetivos estratégicos**

1. Impulsar un proceso de cambio en la cultura preventiva acerca de riesgos laborales de origen mecánico.
2. Contribuir a la mejora de procesos para el desempeño de la supervisión de la gestión preventiva en los tres niveles de prevención (primaria: promoción y fomento. Secundaria: diagnóstico precoz y tratamiento de la lesión por accidente y terciaria: es la rehabilitación oportuna par prevenir y/o evitar el despido del trabajador minero).
3. Mejorar la capacidad de gestión preventiva de accidentes laborales de origen mecánico incorporando al acto preventivo la entrega de recursos didácticos y el uso de protocolos de prevención.
4. Contribuir a la mejora de procesos para el desempeño de la comunicación de las estrategias preventivas de los riesgos laborales de origen mecánico.

### **4. Requisitos**

1. Ser ingeniero mecánico con especialidad en Administración de Personal y supervisión de maquinarias y equipos mineros.
2. Conocimiento de los métodos y técnicas de enseñanza – aprendizaje del adulto.
3. Motivado y comprometido con la prevención de los riesgos laborales de origen mecánico.
4. Conocimiento amplio del funcionamiento y conservación de las maquinarias y equipos mineros.

### **5. Organización de la capacitación en prevención de riesgos laborales de origen mecánico**

#### **Diseño y conducción del curso de capacitación para supervisores en prevención de riesgos laborales.**

1. Reclutamiento de los supervisores potenciales
2. Finalidad del curso
3. Objetivos del curso
4. Competencias que se transmiten
5. Modalidad de docencia
6. Requerimientos
7. Certificación y acreditación

## **1. Reclutamiento de los participantes**

- 1.1. Invitar y convocar a las distintas áreas de la Empresa Minera
- 1.2. Formar entre los aspirantes una identidad grupal, definiendo los roles y normas.
- 1.3. Los participantes al curso deberán tener aptitudes para el liderazgo participativo.

## **2. Finalidad del curso**

Que los supervisores comprendan su rol en la prevención de riesgos laborales de origen mecánico.

## **3. Objetivos del curso**

Después de terminado el curso en Medidas Preventivas de Riesgos laborales de origen mecánico el supervisor de la Empresa Minera será capaz de:

- 3.1. Desarrollar conocimientos y habilidades para la prevención de riesgos laborales, e involucrar a todo el personal en el análisis y solución de problemas al respecto.
- 3.2. Analizar problemas de prevención de riesgos laborales.
- 3.3. Resolver problemas con enfoque de resultados a corto plazo.
- 3.5. Intercapacitar a otros trabajadores de la empresa minera acerca de las estrategias de prevención de riesgos laborales de origen mecánico.

## **4. Competencias que se transmiten**

### **4.1. SUPERVISIÓN EN GENERAL**

- Supervisión correctiva
- Supervisión preventiva
- Supervisión constructiva
- Supervisión creativa

### **4.2. SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA**

- Comprobación rigurosa, sistemática y crítica de todos los fallos, errores o desviaciones previsibles respecto a unas situaciones normales.
- Estimación del potencial de peligrosidad que generan y sus efectos.
- Método deductivo de análisis cualitativo para la detección de fallos y de sus consecuencias y adopción de medidas preventivas.
- El método AFO utilizado para la supervisión preventiva

- Los análisis históricos de accidentes en instalaciones mineras similares aportan experiencias interesantes.
- Metodologías de apoyo
  - El árbol de errores
  - El árbol de consecuencias
  - El análisis de efectos y daños
  - Planificación, organización dirección de debates.
  - Evaluación, monitoreo y seguimiento
  - Desarrollo de estrategias de comunicación y educación sanitaria
  - Técnicas de apoyo narrativo: escucha activa, preguntas abiertas y cerradas, petición, citación.
  - Técnicas de información: información participada, información con discusión, entrega de material educativo, lectura de material educativo con discusión, repetición, verificación.
  - Técnicas de análisis.
  - Técnicas de desarrollo de habilidades.
  - Motivación del personal: Factores humanos y la motivación, establecimiento de metas personales, la cadena deseo – satisfacción.
  - Trabajo en equipo: Modelo para la conformación y manejo de equipos de alto rendimiento.

## **5. Beneficiarios**

Se cuenta con una población elegible para ejecutar la capacitación: 167 supervisores de las diferentes áreas involucradas.

## **6. Criterios metodológicos**

Se utilizan 6 técnicas didácticas:

- 6.1. Exposición magistral con apoyo de material audiovisual requerido, videos, lectura, con revisión previa para favorecer la participación y la discusión.
- 6.2. Guía de lectura, y lectura comentada, para mejorar los resultados del proceso de enseñanza – aprendizaje.

6.3. Taller de trabajo práctico para la construcción del conocimiento de problemas de la empresa minera en relación al riesgo laboral de origen mecánico.

6.4. Prácticas y ejercicios de educación en base a experiencias reales.

6.5. Visitas a las áreas de la empresa minera, para valorar mediante determinadas cuestiones, la asimilación de los conceptos presentados en el curso.

6.6. Uso efectivo de la tecnología educativa: educación de adultos y manejo de equipos.

## **7. Paquete que debe recibir el supervisor médico para la capacitación**

Todo personal médico participante recibirá un instructivo y una separata que contenga los objetivos del curso, el programa del curso y la lista de participantes.

## **8. Requerimientos**

8.1. Registro de participantes

8.2. Condiciones de los ambientes de docencia: El desarrollo de la acción formativa tendrá lugar en las instalaciones de cada área o donde trabaje el supervisor. Es decir, donde se vive el problema y se dan los procesos de trabajo.

8.3. Recesos: Se darán recesos con refrigerio autofinanciado por la empresa minera.

8.4. Material de enseñanza: Se proporcionará instructivo y separata a cada uno.

## **9. Criterios de calificación**

9.1. Cognoscitivo: Teórico y práctico.

9.2. Participación activa y asistencia.

Ambas calificaciones se realizarán mediante la aplicación de pretest y posttest.

## **10. Certificación**

Se entregará la Constancia correspondiente, con apoyo de la Oficina de Capacitación de la Empresa Minera y de Relaciones Públicas.

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL EQUIPO AFO

MARCAR CON "X" DONDE CORRESPONDA	GENERAL	
	SI	NO
Vigilancia del funcionamiento de las maquinarias y equipo minero.		
Prevención de accidentes		
Promoción de hábitos de trabajo seguros		
Análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos laborales de origen mecánico		
Diseña Árbol de errores		
Diseña Árbol de consecuencias		
Análisis de efectos y daños		
Ejecuta trabajo en equipo		
Observa y evalúa capacidades académicas de los trabajadores		
Observa y evalúa capacidades técnicas de los trabajadores		
Observación de características personales de los trabajadores		
Adecuada periodicidad de las sesiones del equipo con los trabajadores		
Planifica, ejecuta y evalúa la capacitación del personal de su área al respecto de la prevención de riesgos laborales		
<b>TOTAL</b>		

**FICHA DE EXTRACCIÓN DE DATOS DE LOS INFORMES DE SUPERVISIÓN DEL  
FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO EL AÑO 2004**

Actividades que los supervisores informan a los jefes de área <b>MARCAR CON "X" DONDE CORRESPONDA</b>	<b>GENERAL</b>	
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Actividades de vigilancia del funcionamiento de las maquinarias y equipo minero.		
Actividades de prevención de accidentes		
Acciones de promoción de hábitos de trabajo seguros		
Resultados del análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos laborales de origen mecánico		
Resultados del Árbol de errores		
Resultados del Árbol de consecuencias		
Resultados del Análisis de efectos y daños		
Resultaos del trabajo grupal acerca la prevención de riesgos laborales de origen mecánico		
Observación de capacidades académicas de los trabajadores		
Observación de capacidades técnicas de los trabajadores		
Observación de características personales de los trabajadores		
Periodicidad de las sesiones del equipo con los trabajadores		

Elaboración propia.

MATRIZ DE ANÁLISIS DEL USO DE TÉCNICAS DE PREVENCIÓN INTRÍNSECA, USO DE TÉCNICAS DE PROTECCIÓN Y USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL; "ANTES" Y "DESPUÉS" DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO

VERIFICAR SI:		ANTES		DESPUÉS		EFICACIA
		SI	NO	SI	NO	
PREVENCIÓN INTRÍNSECA	Descripción de la maquinaria, consignando: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre</li> <li>- Marca</li> <li>- Número de serie,</li> <li>- Año de fabricación</li> <li>- Años de uso</li> <li>- Función</li> <li>- Características de peligrosidad propias.</li> <li>- Características de peligrosidad derivadas de su uso</li> <li>- Informes de mantenimiento y reparación.</li> </ul> Descripción de la función de cada operario, consignando: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Función según estratificación</li> <li>- Errores de operación</li> <li>- Desconexión de sistemas de seguridad,</li> <li>- Errores de comunicación</li> <li>- Incorrecta reparación o trabajo de mantenimiento</li> </ul> Realización de trabajos no autorizados					
	Uso de Resguardos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijo</li> <li>- Móvil</li> <li>- Regulable</li> <li>- Con dispositivo de enclavamiento</li> <li>- Con dispositivo de enclavamiento y bloqueo</li> <li>- Enclavado al mando</li> </ul> Uso de dispositivos <ul style="list-style-type: none"> <li>- De enclavamiento</li> <li>- De validación</li> <li>- Sensibles</li> <li>- De retención mecánica</li> <li>- Limitador</li> <li>- Disuasor</li> <li>- Mando sensitivo</li> <li>- Mando a dos manos</li> <li>- Mando de marcha a impulsos</li> <li>- Parada de emergencia</li> <li>- Estructura de protección</li> </ul>					
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Uso de Protectores de la cabeza Uso de Protectores de los ojos Uso de Protectores auditivos Uso de Uso de Protección de las manos Uso de Protección de los pies Uso de Protección del tronco					
<b>TOTAL</b>						
<b>PORCENTAJE</b>						

**MATRIZ DE ANÁLISIS DE LOS RIESGOS MECÁNICOS OCURRIDOS SEGÚN CAUSA Y SEGÚN ZONA DE MAQUINARIA, "ANTES" Y "DESPUÉS" DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO**

VERIFICAR EL NÚMERO DE RIESGOS MECÁNICOS SEGÚN:		ANTES	DESPUÉS	EFICACIA
<b>CAUSA</b>	<b>Movimientos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De rotación aislados</li> <li>- De traslación</li> <li>- De translocación</li> <li>- De oscilación</li> <li>- De translocación y oscilación</li> <li>- Alternativos</li> </ul> <b>Partes fijas</b>			
<b>ZONA DE MAQUINARIA</b>	Punto de operación Parte cinética Alimentación de la pieza Sistemas secundarios Dispositivos de control Entorno y ambiente			
<b>TOTAL</b>				
<b>PORCENTAJE</b>				

**MATRIZ DE ANÁLISIS DEL USO DE LA FRECUENCIA E INCIDENCIA DE ACCIDENTES LABORALES DE ORIGEN MECÁNICO, "ANTES" Y "DESPUÉS" DE LA APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO**

<b>VERIFICAR EL NÚMERO DE ACIDENTES MECÁNICOS SEGÚN:</b>	<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>	<b>EFICACIA</b>
<b>FRECUENCIA</b>			
<b>INCIDENCIA</b>			
<b>TOTAL</b>			
<b>PORCENTAJE</b>			

## ANEXO 9

**MATRIZ DE EFICACIA CONSOLIDADA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL  
FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO MINERO**

<b>CONSOLIDAR:</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>Eficacia</b>
PREVENCIÓN INTRÍNSECA			
TÉCNICAS DE PROTECCIÓN			
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL			
<b>SUB - TOTAL</b>			
CAUSA			
ZONA DE MAQUINARIA			
<b>SUB - TOTAL</b>			
FRECUENCIA			
INCIDENCIA			
<b>SUB - TOTAL</b>			
<b>TOTAL</b>			

## LA REINGENIERIA DE LA SUPERVISION DE RIESGOS LABORALES, COMO CONTRIBUCION A LA GESTION DEL MANTENIMIENTO DE LA MINA ANTAMINA 2008-2009.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODO TIPO Y NIVEL	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	UNIVERSO POBLAC. Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE REC. DE DATOS	TÉCNICAS DEL TIPO DE ANÁLISIS	
<p>1. ¿Cómo son las características de los riesgos laborales de origen mecánico antes de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de Supervisión del funcionamiento mecánico de la Mina Antamina año 2008?</p> <p>2. ¿La aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento mecánico de la Mina Antamina tiene relación con la disminución de los riesgos laborales de origen mecánico?</p> <p>3. ¿Cómo son las características de los riesgos laborales de origen mecánico de la Mina Antamina año 2009.</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Precisar las características de los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores Antes y Después de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos de la Mina Antamina 2008-2009.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b> 1. Identificar las características laborales de origen mecánico en los trabajadores antes de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos de la Mina Antamina 2008</p> <p>2. Aplicar la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos que permita inducir al control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina 2008.</p> <p>3. Precisar las repercusiones de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipos sobre el control de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la Mina Antamina 2009.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b> La implementación de un sistema de supervisión optimizado mediante la reingeniería, contribuirá a la gestión del mantenimiento lo cual permitirá reducir los riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la empresa minera Antamina.</p> <p><b>HIPÓTESIS SECUNDARIAS</b> -<b>Existe una alta frecuencia de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la empresa Antamina S.A. antes de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.</b> -<b>Después de la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero disminuye la frecuencia de riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores de la empresa minera Antamina S.A.</b></p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Riesgos laborales de origen mecánico en los trabajadores y la gestión del mantenimiento.</p>	El estudio de investigación es del tipo aplicativo analítico.	El diseño de la investigación es correlacional, pues basta de encontrar una relación entre la aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero con el nivel de riesgo mecánico y los accidentes de trabajo.	En el presente trabajo de investigación se utilizó como fuente de datos los informes de la supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero del año 2008 del área del mantenimiento mecánico de la Mina Antamina.	<p><b>TÉCNICAS:</b> a. Para comprobar la variable independiente se utilizará: - Aplicación de la reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. - Observación directa de las actividades por el equipo AFO (Análisis Funcional de Operabilidad). - Observación documental de los informes de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.</p> <p>b. Para comprobar la variable dependiente: - Análisis del uso de las técnicas de prevención intrínseca, uso de técnicas de protección y uso de equipos de protección y uso de equipos de protección individual Antes y Después de la aplicación de la Reingeniería del sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. - Análisis de los riesgos mecánicos, ocurridos según causa y según zona de maquinaria, "ANTES Y DESPUÉS" de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.</p> <p>c. Análisis de la frecuencia e incidencia de accidentes laborales de origen mecánico "ANTES" y "DESPUÉS" de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.</p> <p><b>INSTRUMENTOS.</b> d. Para comprobar la variable independiente de la hipótesis y cumplir con el objetivo específico N° 2. - Plan de capacitación del Equipo AFO (CAPASO). Ver anexo N° 3. - Guía de observación de las actividades realizadas por el equipo AFO (GUIOF) ver anexo N° 4. - Ficha de extracción de datos de los informes de supervisión del funcionamiento de la maquinaria equipo minero del año 2008 (FIEXTRA) ver anexo 5.</p> <p>e. Instrumentos para comprobar la variable dependiente de la Hipótesis y cumplir con el objetivo N° 1 y 3. - Matriz de análisis del uso de técnicas de prevención intrínseca, uso de técnicas de protección y uso de equipos de protección individual "ANTES" y "DESPUÉS" de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de Supervisión del funcionamiento de las maquinarias y equipos minero (MATEC). Ver anexo 6. - Matriz de análisis de los riesgos mecánicos ocurridos según causa y según zona de maquinaria, "ANTES" y "DESPUÉS" de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de Supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero. (MARIES). Ver anexo 7. - Matriz de análisis del uso de la frecuencia e incidencia de accidentes laborales de origen mecánico, "ANTES" y "DESPUÉS" de la aplicación de la Reingeniería del Sistema de Supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero (MAFRE-IN) Ver anexo 8. - Matriz de eficacia consolidada del Sistema de Supervisión del funcionamiento de la maquinaria y equipo minero (MAEFIC) Ver Anexo 9. procedimiento de recolección de datos. - Diseño de instrumentos de medición. - Aplicación del instrumento de medición - Validación de los instrumentos de medición. - Codificación de datos.</p>	<p>Los datos obtenidos a través de los instrumentos serán procesados primeramente en una base de datos computarizada con el programa Microsoft Word, posteriormente se procesarán de manera estadística con el programa Microsoft Excel, en la que se seleccionará la opción de Statistics y para las gráficas la opción de Graph que darán lugar a cuadros y gráficos que serán analizados e interpretados para demostrar el cumplimiento de los objetivos y comprobación de la hipótesis propuesta.</p> <p>Se utilizará la prueba estadística t de student pareada para comprobar la validez estadística de la reducción de riesgos laborales de origen mecánico y para comparar los resultados del ANTES (2008) con los resultados del DESPUÉS (2009) a ver si difieren entre si de manera significativa respecto a sus medias: También se aplica: la prueba de la validez y confiabilidad sobre los factores exógenos contaminantes y se comprobará que no hubo sesgo en la influencia de la variable independiente sobre la dependiente, a fin de que se puedan generalizar los resultados hacia otros contextos.</p>	
			<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>SUB-INDICADORES</b>	<b>ESCALAS DE MEDICIÓN</b>			
			<b>INDEPENDIENTE</b>	Capacitación del equipo de trabajo en metodología AFO.	Arbol de errores Arbol de consecuencias Análisis de efectos y daños	SI NO			
			<b>REINGENIERIA DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO</b>	Desarrollo de sesiones de trabajo	Frecuencia	Interdiario Quincenal Trimestral			Semanal Mensual Semestral Anual
					Metodología	Mapas conceptuales Lluvia de ideas Método del pescado			
			<b>DE SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO MECÁNICO</b>	Desarrollo de objetivos	General				
					De componentes mecánicos				
					De condiciones de proceso				SI NO
					Del personal				
			Obtención de información básica	Sobre maquinaria y equipos		SI NO			
Sobre procedimientos									
Utilización de guía de supervisión	Análisis de la situación de maquinaria	No Menos	Más Mayor que						
	Análisis de la situación de procedimientos	Parte de De otra forma Dónde	Inverso tiempo						
Planteamiento del problema y toma de decisiones	Análisis de problemas Análisis de causas Análisis de Recuperaciones Análisis de Medidas necesarias		SI NO						
	Presentación del informe	Sistematización de recomendaciones	SI NO						
<b>DEPENDIENTE</b>	<b>RIESGOS LABORAL DES DE ORIGEN MECÁNICO</b>	Diagnostico situacional de los riesgos laborales "ANTES" de la aplicación de la reingeniería del Sistema de Supervisión del Funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.	Uso de técnicas de prevención intrínseca Uso de técnicas de protección Uso de equipos de protección individual	SI NO					
		Diagnostico situacional de los riesgos laborales "DESPUÉS" de la aplicación de la reingeniería del Sistema de Supervisión del Funcionamiento de la maquinaria y equipo minero.	Riesgos mecánicos ocurridos según causa Riesgos mecánicos ocurridos según zona de maquinarias.	Valor Ordinal					
		Frecuencia de accidentes laborales de origen mecánico Incidencia de accidentes laborales de origen mecánico.		Valor Ordinal					