



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA DE MINAS**

**TESIS:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN BELT, PARA PREVENIR PELIGROS Y RIESGOS LABORALES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA MINERA GOLD FIELDS - LA CIMA CAJAMARCA, 2016”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO DE MINAS**

**Presentado por el Bachiller:**

**VALENCIA CABANILLAS, JOSÉ MOISÉS**

**Cajamarca – Perú**

**- 2017 -**

**A:**

A mis padres Segundo y Fermina por su apoyo incondicional, por su amor infinito, por su comprensión, sus consejos los cuales irán conmigo siempre, no los defraudaré.

A mi esposa Pilar y mis hermanos María, Jesús, Rosa y Esther gracias por estar conmigo en todo momento, fueron mi guía para continuar adelante, siempre los llevaré presente.

**José Moisés**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Alas Peruanas Filial Cajamarca, por darme la oportunidad de estudiar preparándome para un mejor futuro y lograr mí objetivo.

A los Docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura que me enseñaron valorar los estudios y a superarme cada día.

A mis amigos y a todas las personas que me apoyaron para la realización del presente trabajo de investigación.

**El Autor**

## RESUMEN

El objetivo de la presente tesis profesional fue determinar la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca. El problema encontrado fue que los colaboradores de la empresa no cumplían con el programa de Salud y Seguridad Ocupacional, elaborado por el área de seguridad de la empresa, hecho que generó un promedio de 41 fallas encontradas durante los años 2013 al 2015, y que se logró disminuir después de implementar la Metodología Lean Belt a 9 fallas durante el año 2016. Al aplicar las Fases Técnicas de la metodología Lean Belt, en la empresa minera Gold Fields conducidas a enfocar, operar, crear, utilizar y sostener; se logró mejoras en los resultados de la implementación al encontrar la causa raíz de las fallas y como solucionarlas a través del árbol lógico de fallas, logrando incrementar la disponibilidad en la flota de tractores CAT® D10T en 10.74% y de la flota de Excavadora 330C a 15.19%. Así como también con la implementación del plan se logró disminuir los accidentes incapacitantes de 4 accidentes analizados en los años anteriores a 0 accidentes y disminución de lesiones sin incapacidad de 36 accidentes a 3 accidentes en el año 2016. Teniendo una ganancia económica de \$ 60 422.04 para la empresa minera Gold Fields La Cima.

**Palabras claves:** Implementación, enfocar, operar, crear, utilizar y sostener Preventivo, lean Belt, mantenimiento, disponibilidad, accidentes, metodología.

## ABSTRAC

The objective of the present professional thesis was to determine the implementation of the Lean Belt methodology, to prevent hazards and labor risks in the maintenance area of the Gold Fields La Cima Cajamarca Mining Company. The problem was that the employees of the company did not comply with the Occupational Health and Safety program, elaborated by the company's safety area, which generated an average of 41 failures found during the years 2013 to 2015, Managed to decrease after implementing the Lean Belt Methodology to 9 failures during 2016. When applying the Technical Phases of the Lean Belt methodology, in the mining company Gold Fields led to focus, operate, create, use and sustain; Improvements in the results of the implementation were achieved by finding the root cause of the faults and how to solve them through the fault tree, increasing the availability of the CAT® D10T tractor fleet by 10.74% and the 330C Excavator fleet To 15.19%. As well as with the implementation of the plan, it was possible to reduce the incapacitating accidents of 4 accidents analyzed in the years previous to 0 accidents and decrease of injuries without incapacity of 36 accidents to 3 accidents in the year 2016. Having an economic gain of \$ 60 422.04 For the mining company Gold Fields La Cima.

**Keywords:** Implementation, focus, operate, create, use and sustain Preventive, lean Belt, maintenance, availability, accidents, methodology.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis profesional establecida en la implementación de la Metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields la Cima Cajamarca.

Para lo cual se describió el siguiente objetivo general: Determinar la influencia de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

La presente tesis profesional, presenta el siguiente problema principal ¿Cómo influye la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?

Esta investigación se justifica de la siguiente manera, que en la actualidad la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, es una operación a tajo abierto de cobre y oro. Debido a los eventos encontrados no cumple con la ejecución del Programa de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSYMA-M 01.01-F01) en la Etapa de Implementación y Operación de la Empresa Minera, considerados como incidentes de alto potencial, por lo que se ve en la necesidad de implementar la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

El presente trabajo consta de cinco capítulos: Primer Capítulo; contiene descripción de la realidad problemática, delimitación de la investigación, delimitación especial, delimitación social, delimitación temporal, delimitación conceptual, problema principal, problemas secundarios, objetivo general, objetivos

específicos, comprende hipótesis general, hipótesis secundarias, variables. Operacionalización de la Variables, metodología, tipo de investigación, nivel de investigación, método y diseño de la investigación, población y muestra de la investigación, técnicas e instrumentos de la recolección de datos, justificación, importancia, limitaciones. Segundo Capítulo; incluye antecedentes del problema, bases teóricas, definición de términos básicos. Tercer Capítulo; Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados Cuarto Capítulo; incluye proceso de contraste de hipótesis. Quinto capítulo, discusión de resultados. Matriz de consistencia y anexos.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	vi

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática	01
1.2. Delimitación de la investigación	03
1.2.1. Delimitación espacial	03
1.2.2. Delimitación social	03
1.2.3. Delimitación temporal	03
1.2.4. Delimitación conceptual	03
1.3. Problemas de investigación	04
1.3.1. Problema principal	04
1.3.2. Problemas secundarios	04
1.4. Objetivos de la investigación	04
1.4.1. Objetivo general	04
1.4.2. Objetivos específicos	05
1.5. Hipótesis y variables de la investigación	05
1.5.1. Hipótesis general	05
1.5.2. Hipótesis secundarias	05
1.5.3. Variables de la Investigación	06
1.5.4. Operacionalización de las variables de la investigación	06
1.6. Metodología de la investigación	07
1.6.1. Tipo y nivel de investigación	07
a) Tipo de investigación	07
a) Nivel de investigación	07
1.6.2. Método y diseño de la investigación	07
a) Método de investigación	07
b) Diseño de investigación	07
1.6.3. Población y muestra de la investigación	08
a) Población	08
b) Muestra	08
1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	09
a) Técnicas	09
b) Instrumentos	09
1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación	09
a) Justificación	09
b) Importancia	10
c) Limitaciones	11

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.2. Bases teóricas	14
2.2.1. Ubicación del proyecto en ejecución	14
a. Visión y misión	15
b. Operaciones	15
c. Responsabilidad social	15
d. Políticas y procedimientos	19
2.2.2. Antecedentes de la Metodología Lean Belt	19
a. Metodología Lean Belt	21
b. Principios y facetas de la implementación de Lean	22
C. Fases del Proyecto Lean	23
2.2.3. Metodología de las 5S	25
2.2.4. Seguridad ocupacional	26
2.2.5. Seguridad higiene industrial	27
2.2.6. Riesgos en el trabajo	28
a. peligros, evaluación de riesgos	29
b. factor de riesgo	30
2.2.7. Árbol lógico de falla (Análisis Causa Raíz)	31
2.2.8. Diagrama de Ishikawa	36
2.2.9. Mantenimiento preventivo	37
2.3. Definición de términos básicos	39

## **CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

3.1. Resultados del trabajo de investigación	44
3.2. Técnicas de procedimientos de la Metodología Lean Belt	44
A. Procedimientos para recolectar datos	45
a. Excavadora 330C CAT	46
b. Tractor de cadenas D10T	47
a. Diagrama de Ishikawa	48
b. Baja disponibilidad de los equipos	50
c. Número de accidentes por año	52
d. Hipótesis de falla en el área de mantenimiento	53
A. Ejecución del plan de implementación Gold Fields	55
B. Analizar causa raíz	60
C. Implementación de las mejoras de la causa raíz	68
A. Logros de la implementación del plan después de utilizar la Metodología Lean Belt	70

## **CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

4.1. Prueba de hipótesis general	75
4.2. Prueba de hipótesis específicas	75

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Conclusiones	77
Recomendaciones	78
Referencias bibliográficas	79
Anexos	81

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Operacionalización de Variables	06
Tabla 2. Muestra de estudio Gold Fields	08
Tabla 3. Metodología Lean Belt, Técnica Enfocar	45
Tabla 4. Metodología Lean Belt, Técnica Operar	48
Tabla 5. Eventos correctivos ANTES metodología Lean Belt	50
Tabla 6. Metodología Lean Belt Fase Crear	55
Tabla 7. Matriz para la verificación de la hipótesis A	61
Tabla 8. Matriz para la verificación de la hipótesis B	63
Tabla 9. Matriz para la verificación de la hipótesis C	64
Tabla 10. Matriz para la verificación de la hipótesis D	65
Tabla 11. Matriz de operación para eliminar las Causas Raíces	67
Tabla 12. Implementación de las mejoras	68
Tabla 13. Metodología Lean Belt, Técnica Utilizar	69
Tabla 14. Metodología Lean Belt, Técnica Sostener	69
Tabla 15. Porcentaje disponibilidad DESPUÉS mantenimiento predictivo	71
Tabla 16. Matriz de Consistencia	82
Tabla 17. Registro de CárDEX Control de EPP	86
Tabla 18. Identificación de peligros y evaluación de riesgos 2016	92

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Plano de ubicación de la minera Cerró Corona	14
Figura 2. Gestión del Agua	16
Figura 3. Apoyo en Educación	17
Figura 4. Almacén Salaverry	18
Figura 5. Ciclo Lean Belt.	20
Figura 6. Pasos del pensamiento Lean	21
Figura 7. Claves para la filosofía Lean	22
Figura 8. Beneficios de la filosofía Lean	23
Figura 9. Acciones de la filosofía Lean	24
Figura 10. Metodología 5 S	26
Figura 11. Actividades de Seguridad Ocupacional	27
Figura 12. Factor de Riesgo	28
Figura 13. Modelo de construcción del Árbol de Falla	30
Figura 14. Porcentaje de clasificación de Falla	32
Figura 15. Análisis de Árbol de Falla	33
Figura 16. Categoría de los modelos RCFA	35
Figura 17. Diagrama de Ishikawa	37
Figura 18. Mantenimiento preventivo	38
Figura 19. Fases Técnicas de la Metodología Lean	45
Figura 20. Excavadora Hidráulica 330C	46
Figura 21. Tractor de cadenas CAT® D10T	47
Figura 22. Diagrama de Ishikawa-DESPUÉS MLB	49
Figura 23. Disponibilidad ANTES Metodología Lean Belt	51
Figura 24. Promedio de Fallas ANTES - Diagrama de Ishikawa	52
Figura 25. Accidentabilidad área de mantenimiento Gol Fields	53
Figura 26. Hipótesis de fallas área de mantenimiento Gol Fields	54

Figura 27. Plan de implementación Gold Fields 2016	56
Figura 28. Selección Etapa clasificar	56
Figura 29. Clasificación de herramientas	57
Figura 30. Limpieza de la zona de trabajo	58
Figura 31. Etapa Disciplina utilizar correctamente estándares	59
Figura 32. Analizar causa raíz- Hipótesis A	60
Figura 33. Promedio de Fallas ANTES - Diagrama de Ishikawa	61
Figura 34. Analizar causa raíz- Hipótesis B	62
Figura 35. Analizar causa raíz- Hipótesis C	63
Figura 36. Analizar causa raíz- Hipótesis D	64
Figura 37. Número de Accidentes Gold Fields La Cima	65
Figura 38. Árbol lógico posible causas	66
Figura 39. Disponibilidad DESPUÉS Metodología Lean Belt	70
Figura 40. Promedio de fallas DESPUÉS diagrama de Ishikawa	72
Figura 41. Número de Accidentes Gold Fields 2016	73
Figura 42. Días Perdidos DESPUÉS Gold Fields 2016	74
Figura 43. Proceso de mantenimiento mina Gold Fields.	83
Figura 44. Encuesta colaboradores Minera Gold Fields	84
Figura 45. Cuantificación de la encuesta Gold Fields	85
Figura 46. Lista de tareas Minera Gold Fields	87
Figura 47. Estadísticas mensuales SSO - enero 2016	88
Figura 48. Estadísticas mensuales SSO - febrero 2016	89
Figura 49. Estadísticas mensuales SSO - marzo 2016	90
Figura 50. Estadísticas mensuales SSO – septiembre 2016	91
Figura 51. Sistema Integrado de Gestión de RRSS-I	93
Figura 52. Sistema Integrado de Gestión de RRSS-II	94
Figura 53. Sistema Integrado de Gestión de RRSS-III	95
Figura 54. Registro del Dispatch Minera Gold Fields	96

Figura 55. Inventario de materiales	97
Figura 56. Lista de verificación implementación 5S - Mantenimiento	98
Figura 57. Lista de verificación implementación 5S - Supervisión	99
Figura 58. Listado de peligros y aspectos ambientales	100
Figura 59. Planta Concentradora de Cerro Corona	101
Figura 60. Procesamiento Mina Gold Fields La Cima	102
Figura 61. Mina Gold Fields La Cima. Foto Tesista.	103

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La industria minera, emplea herramientas de gestión de calidad como la Metodología Lean Belt para mejorar la seguridad y prevenir peligros y riesgos laborales a través del uso de sucesivas fases como Enfocar, Operar y Crear, el uso y su aplicación requiere de un constante aprendizaje con un enfoque estratégico de los colaboradores para la mejora de los procesos y lograr mejorar sus flujos en la administración de las empresas, finanzas, marketing y recursos humanos. Desde la mitad del siglo XX, los japoneses crearon una epidemia mundial por la búsqueda de la calidad, en la actualidad la empresa que no se enferme por esta búsqueda de calidad tiene pocas probabilidades de sobrevivir. (Vergara, 2013)

Países como México el 59.7% y Brasil el 67%, de su industrias utilizan metodologías de mejoramiento de la calidad, y tienen intereses en llegar a un modelo común de evaluación de la calidad. En Colombia, en el 2003 se creó el Sistema de Gestión de la Calidad para el sector público, con base al Modelo Estándar de Control de la Calidad Interno (MECI), otros países como Ecuador, Chile, Costa Rica y Perú, usan versiones traducidas del modelo Malcolm-Baldrige en un 37%. En el Perú, en los 80's se comienza a considerar a la calidad como una herramienta de gestión de suma importancia y en 1989 se crea el Comité de Gestión de la Calidad (CGC), siendo el 69% de las condiciones de seguridad en proyectos mineros deficientes, ocasionando altos índices de incidentes traducidos en lesiones de incapacidad temporal, incapacidad permanente y muertes. Según el Decreto Supremo D.S. 055 2010 E.M., Cap. I, Art. 54 obliga desarrollar planes de seguridad y salud ocupacional.

La Empresa Minera Gold Fields La Cima, cuenta con un Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO-PR01.01) elaborado con la finalidad de alcanzar los objetivos de Seguridad y Salud Ocupacional. Pero en la

Etapa de Implementación y Operación la Empresa Minera Gold Fields La Cima, no se cumple la ejecución del Programa de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSYMA-M 01.01-F01), así como el Plan Anual de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO-PR01.01). Es decir, no cumple con las funciones de responsabilidad laboral y procedimientos de concientización y comunicación con los colaboradores de la empresa minera. Además según las estadísticas de seguridad a julio de 2015, el 75% de incidentes sucedieron por actos inseguros. Ante este problema surge la necesidad de implementar la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima en Cajamarca. En cumplimiento de los artículos 58 y 59 del DS 055- 2010-EM establecido en la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Decreto Supremo N° 005-2012-TR, así como también el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería Decreto Supremo N° 024-2016-EM.

Por lo que, en la Empresa Minera Gold Fields La Cima, al implementar la metodología Lean Belt, en el área de mantenimiento identificará desde un inicio en qué situación se encuentra el área de mantenimiento, se propondrá mejoras a implementar en base a la metodología Lean Belt en las sucesivas fases Enfocar, Operar y Crear, se analizará la causa raíz, del diagnóstico de fallos que originó el accidente, para prevenir los peligros y riesgos laborales en el área de operaciones.

En este contexto, la presente tesis profesional, se enfocará en implementar la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, y elaborar procedimientos de control de riesgos operativos, procedimientos de control ambiental, se propondrán mejoras analizando la causa raíz de validación de las hipótesis planteadas del diagnóstico de incidentes o accidentes en el área de mantenimiento en cumplimiento con lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (D.S. N° 005-2012-TR y Decreto Supremo N° 024-2016-EM y las disposiciones legales para trabajar en un ambiente de trabajo seguro.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

La presente investigación se desarrolló en la UEA Carolina I, en la operación minera Cerro Corona, que se ubica en la región Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, en la comunidad campesina El Tingo, anexo predio La Jalca, caseríos Coymolache y Pilancones. A 10 km al noreste del poblado de Hualgayoc, a 30 km al suroeste de Bambamarca a 90 km de la ciudad de Cajamarca.

### **1.2.2. Delimitación social**

El presente trabajo de investigación estuvo delimitado por todos los colaboradores que laboran en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima en Cajamarca.

### **1.2.3. Delimitación temporal**

El presente trabajo de investigación se realizó desde el 15 de marzo al 15 de setiembre de 2016.

### **1.2.4. Delimitación conceptual**

El presente trabajo de investigación utilizó la metodología Lean Belt en diferentes herramientas y técnicas para reducir desperdicios (para prevenir peligros y riesgos laborales) y racionalizar los procesos ocupacionales y ambientales (efectos en salud ocupacional) y brindar seguridad, en base al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional D.S. N° 005-2012-TR y Decreto Supremo. N° 024-2016-EM.

### **1.3. Problemas de Investigación**

#### **1.3.1. Problema Principal**

- ¿Cómo influye la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?

#### **1.3.2. Problemas Secundarios**

- ¿Cuáles son los peligros y riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los colaboradores del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?
- ¿Cuáles son las Fases Técnicas que deben considerarse en la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?
- ¿Cuáles son los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?

### **1.4. Objetivos de la Investigación**

#### **1.4.1. Objetivo General**

- Determinar la influencia de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los peligros y riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los colaboradores del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.
- Identificar las Fases Técnicas que deben considerarse en la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.
- Analizar los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

#### **1.5. Hipótesis y Variables de la Investigación**

##### **1.5.1. Hipótesis General**

- La implementación de la metodología Lean Belt, influye significativamente en la prevención de peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

##### **1.5.2. Hipótesis Secundarias**

- Los peligros y riesgos laborales del área de mantenimiento de la empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, influyen significativamente en la económica de la empresa.
- Las Fases Técnicas consideradas en la implementación de la metodología Lean Belt, permitirán identificar peligros y riesgos

laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

- Los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt mejorará las condiciones de trabajo en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

### 1.5.3. Variables de la investigación

**V.I:** Metodología Lean Belt.

**V.D:** Prevención de peligros y riesgos laborales

### 1.5.4. Operacionalización de las Variables de la Investigación

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables de la investigación

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES		INDICADORES	TÉCNICA
V.I:  Metodología Lean Belt	Metodología que determina la aplicación de la herramienta Lean para mejoramiento en los negocios con calidad de servicio en una empresa.	Enfocar		disponibilidad 77%	Análisis de laboratorio
		Operar		identificación de fallas	Análisis del taller
		Crear	Técnica 5S	Clasificar	Registro de datos
				Limpiar	Taller de mantenimiento
				Ordenar	Taller de mantenimiento
				Estandarizar	Registro de datos
				Disciplina	Taller de mantenimiento
				Análisis Causa Raíz	Registro de datos
		Implementación de Mejoras	%	Registro de datos	
		Utilizar	incremento disponibilidad y fiabilidad	Eficiencia del equipo (%)	Análisis del taller
Sostener	Logros alcanzados		Registro de datos		
V.D:  Prevención de peligros y riesgos laborales.	Prevención de riesgos laborales establece que la acción preventiva en las empresas se debe planificar por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.	planificar		Evaluación	Registro de datos en Software
		riesgos		Cumplir objetivos	Formularios
		Trabajadores		Amenazas	Registro de datos en Software
				Accidentes incidentes	
				Responsabilidad	
				Satisfacción	
				-Instructivos	
				Días y/o hombre capacitados	
		Inspecciones.			

Fuente: Elaboración Propia, 2016.

## **1.6. Metodología de la Investigación**

### **1.6.1. Tipo y Nivel de Investigación**

#### **a) Tipo de Investigación**

La investigación que se realizó fue de tipo aplicada, porque se aplicó la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento.

#### **b) Nivel de Investigación**

El nivel de investigación fue Descriptiva, porque se evaluó desde el inicio las fases técnicas a implantar del fenómeno a investigar durante la aplicación de la metodología para identificar peligros y riesgos laborales.

### **1.6.2. Método y Diseño de la Investigación**

#### **a) Método de investigación**

El método que se utilizó en la presente tesis profesional fue hipotético deductivo, porque la investigación inicial proyectó datos que luego fueron sometidos a verificación y comprobación mediante los análisis de encuestas y entrevistas.

#### **b) Diseño de investigación**

El diseño utilizado fue Longitudinal, porque se comprobó la eficacia de la metodología Lean Belt para disminuir el número de peligros en la minera.

### 1.6.3. Población y muestra de la investigación

#### a) Población

Constituida por 25 Excavadoras hidráulicas CAT y 08 Tractores de Oruga CAT, un total de 33 equipos de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, durante el año 2016.

#### b) Muestra

- Se considera a 05 Excavadoras hidráulicas CAT y 04 Tractores de Oruga CAT, que en total son 09 equipos del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, durante el periodo de ejecución del presente trabajo de investigación desde el 15 de marzo al 15 de setiembre de 2016.

**Tabla 2.** Muestra de estudio Gold Fields

N°	EQUIPOS	MODELOS
1	RE-20	EXCAVADORA CAT 385
2	RE-27	EXCAVADORA CAT 374
3	RE-40	EXCAVADORA CAT 390
4	RE-391-AL	EXCAVADORA CAT 336DL
5	RE-563-AL	EXCAVADOR CAT 330DL
N°	EQUIPOS	MODELOS
1	TO-C1020	Tractores CAT® D9R
2	TO-C1020	Tractores CAT® D10T
3	TO-C1034	Tractores CAT® D11R
4	TO-C1033	Tractores CAT® D7R

**Fuente:** Base de datos Minera Gold Fields, 2016

#### **1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **a) Técnicas**

Para la recolección de la información, las técnicas empleadas fueron: Hoja de reportes de equipos, fichas técnicas y la entrevista.

##### **b) Instrumento**

El instrumento empleado para la elaboración del presente trabajo fueron: Fue el cuestionario, destinado al desarrollo de la encuesta (Ver Anexo 3).

#### **1.6.5. Justificación, Importancia y Limitaciones de la Investigación**

##### **a) Justificación**

La importancia del presente trabajo de investigación, radica que las actividades industriales mineras, generan riesgos laborales como los accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales de carácter irreversible en la higiene y seguridad en el trabajo, los cuales serían mitigados si se implementara metodologías de gestión como la Metodología Lean Belt, que tiene como propósito lograr la satisfacción de los clientes, se enfoca en comprender sus necesidades, identificar errores (desperdicios), recolectar información de las empresas para mejorar el control de calidad de sus servicios en base a resultados, para obtener mejor productividad. Todo lo referido se cumple siempre que la aplicación de la metodología se complemente correctamente de acuerdo al enfoque adecuado de capacitación a los colaboradores de una empresa, los cuales deberían de recibir una capacitación de entre 48 y 72 horas. (Salgado, 2013)

La Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, es una operación a tajo abierto de cobre y oro. Produce 17 mil toneladas por día; este material es trasladado al Puerto Salaverry en La Libertad, para su respectiva comercialización. Debido a los eventos encontrados en la Etapa de Implementación y Operación de la Empresa Minera, considerados como incidentes de alto potencial se ve en la necesidad de implementar la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca, establecido en la Ley N° 29783 "Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo" y su Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería Decreto Supremo. D.S. N° 005-2012-TR, así como también se utilizará el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería Decreto Supremo. N° 024-2016-EM.

Los resultados del presente trabajo de investigación beneficiarán directamente a los colaboradores de la Empresa Minera Gold Fields La Cima. Por lo que la metodología Lean Belt, buscará convertirse en una herramienta de beneficio para la empresa de la unidad operativa Mina.

Además los aportes del presente trabajo de investigación, servirán de guía para posteriores investigaciones de universidades e institutos interesados en el tema de implementación de metodologías que permitan mitigar peligros y riesgos laborales en las áreas de trabajo.

## **b) Importancia**

El presente trabajo profesional es importante porque permite conocer la implementación de metodología Lean Belt, que es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta la metodología Lean Belt, radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de

oportunidades de mejora para evitar incidentes. En cumplimiento de la Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su Decreto Supremo N° 005-2012-TR. Así como también el nuevo Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería Decreto Supremo N° 024-2016-EM.

**c) Limitaciones**

- Escasa colaboración de los colaboradores de la Empresa Minera Gold Fields La Cima en las encuestas elaboradas.
- Poca información por parte de las autoridades de la compañía.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

En Ecuador, en Latacunga, en la Universidad de Holguin. Facultad de Ingeniería industrial, en la Tesis: “Procedimientos para la integración de los riesgos ambientales y de seguridad y salud ocupacional al sistema de gestión de calidad. caso de estudio empresa de elaborados cárnicos de Ecuador” para optar el título profesional de ingeniero Metalurgista industrial, se concluye que con el uso de las listas de control, se estableció el estado inicial de la gestión en calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional. Determinando que el cumplimiento normativo de las normas ISO 9001 es de 70.31% la gestión ambiental bajo las normas ISO 14001 es 34,2% y la gestión en seguridad y salud ocupacional OSHAS 18001 es de 11, 4 % transformándose en un escenario adecuado para aplicar un sistema de gestión. La aplicación de los indicadores diseñados para medir el grado de eficacia de integración del sistema de gestión de la calidad es del 82% en forma integrada. La eficiencia expresada en porcentaje de asignación presupuestaria para el establecimiento de las medidas correctivas es de 5,91% y la aplicación de la matriz de control es una herramienta grafica adecuada para la sistematizar la gestión de los riesgos de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional en forma integrada. (Ulloa, 2012)

En Perú, en la Universidad Autónoma del Perú, Facultad de Ciencias de Gestión Escuela de Administración, en la Tesis, “Plan de Ohsas 18001 para prevenir los riesgos laborales de la Mype Yefico Sac de Villa El Salvador 2012” se concluye que, se diseñó un plan de OHSAS 18001 para prevenir los riesgos laborales de la MYPEYEFICO SAC V.E.S-. 2012. se analizó los niveles de la gestión de prevención de los riesgos laborales en la MYPE YEFICO SAC V.E.S. – 2012, los riesgos más

relevantes encontrados son los físicos y mecánicos. Mediante el plan de OHSAS 18001 se aporta criterios de prevención y control en los niveles técnicos, administrativos y los procesos operativos básicos en la MYPE YEFICO SAC 2012. Se elaboró con la MYPE YEFICO SAC V.E.S. - 2012 el desarrollo de un Plan de seguridad y salud, para que todo trabajador al ser capacitado, adquiera conciencia de que el mayor responsable de su seguridad es él mismo. (Romero, 2013)

En Perú, en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ingeniería Industrial, en la Tesis “Mejora de los procesos de gestión para la sostenibilidad de la calidad de las relaciones comunitarias en una empresa minera”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, se concluye que en el desarrollo del software, la mina tendrá conocimiento profundo de las realidades, interés e información de las familias generando perfiles por cada persona. El proceso de desarrollar reportes de actividades se realiza casi de manera automática, brindándoles más tiempo a los operadores para enfocarse en actividades que agreguen valor a la mina. Se agregó los procesos de análisis de stakeholders, con los 2 reportes que genera el software, georreferenciación para tener un mayor control de la comunidad y la matriz estratégica el cual sugiere acciones a tomar con las diferentes clases de stakeholder. (Cazorla, 2015)

En Cajamarca, en la Universidad Privada del Norte lauréate internacional Universities, Facultad de Ingeniería Industrial, en la Tesis “*Propuesta de mejora de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipo de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, se concluye que se analizaron los indicadores establecidos para el presente estudio que permia evaluar la gestión de mantenimiento para el año 2011. La disponibilidad de los equipo llego a 87% se encuentra solo debajo a la meta propuesta de 5% de equipos que debe estar disponibles para operación mina. Se analizaron las propuestas de mejora de manera técnica y económica alineados a las estrategias planteadas de la gestión de mantenimiento:

desde capacitación al personal, contratar personal de calidad y para gestión de inventarios, así como implementar un módulo de un ERP, junto con un plan de renovación de equipos. Los costos relacionados a la propuesta equivalen a 122 mil dólares. (Rodríguez, 2012)

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Ubicación del proyecto en ejecución

Ubicación: La operación minera Cerro Corona se ubica en la región Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, en la comunidad campesina El Tingo, anexo predio La Jalca, caseríos Coymolache y Pilancones. Asimismo, cerro corona se localiza en la vertiente oriental de cordillera occidental de los andes peruanos, hacia la vertiente continental del atlántico, entre los 3600 y 4000 metros de altitud. Su ubicación dista 10 kilómetros al noreste del poblado de Hualgayoc, a 30 kilómetros al suroeste de Bambamarca (capital provincia) y a 90 kilómetros de Cajamarca (capital de la región), (Gold Fields, 2010).



**Figura 1.** Plano de ubicación de la minera Cerro Corona  
**Fuente:** Golear-2017.

## **a. Visión y Misión**

**Visión:** Lograr que los trabajadores y empresas contratistas de Gold Fields La Cima, asuman totalmente su responsabilidad respecto a la seguridad como parte de sus actividades.

**Misión:** Apoyar y asesorar a las diversas áreas y empresas contratistas en el desarrollo de sus actividades, minimizando los riesgos operacionales que pudieran ocasionar accidentes.

## **b. Operaciones**

Cerro Corona es una operación a tajo abierto de cobre y oro. Todos los recursos que son extraídos del subsuelo, se procesan en la planta concentradora que cuenta con una capacidad para procesar alrededor de 17 mil toneladas por día; posteriormente este material es trasladado al Puerto Salaverry en La Libertad, para su respectiva comercialización.

Gold Fields La Cima Operación minera Cerró Corona, produce concentrado de mineral, para su extracción y posterior comercialización tiene las siguientes unidades operativas: Mina, Procesos.

## **c. Responsabilidad social**

La responsabilidad social y el compromiso con las comunidades aledañas a Cerro Corona en Gold Fields La Cima, es una contribución activa en la búsqueda del mejoramiento social, económico, como también un aporte al desarrollo sostenido de las comunidades del Área de Influencia Directa de la operación minera.

En Gold Fields La Cima buscamos integrar, promover y ejecutar los diversos programas y acciones de manejo social de la zona de influencia directa, promoviendo los impactos positivos que el proyecto genere en las diversas localidades. (Gold Fields, 2010)

#### - **Gestión del Agua**

Respetan el medio ambiente, y monitorean las aguas superficiales en los puntos identificados dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de Cerro Corona, velando por su flujo y calidad, con un sistema de distribución de agua potable para el caserío de Coymolache Bajo, que beneficia a 47 familias.



**Figura 2.** Gestión del Agua  
**Fuente:** Operación Gold Fields, 2016.

#### - **Educación y salud**

Gold Fields La Cima es un aliado estratégico para las autoridades locales y regionales en asuntos de salud y educación. Para ello, se identificaron previamente los requerimientos de distintos programas sociales en el Área de Influencia Directa (AID). La participación directa y liderazgo de las autoridades locales, nos permiten dar pasos importantes para lograr la sostenibilidad de los diversos programas. En educación: Entregamos material educativo a docentes y alumnos

de todas las instituciones educativas. Mantuvimos el convenio suscrito con IPAE y la Asociación Empresarios por la Educación para la implementación del proyecto "Red de Escuelas Exitosas" en las instituciones educativas. (Gold Fields, 2010)



**Figura 3.** Apoyo en Educación  
**Fuente:** Operación Gold Fields, 2016.

#### - **Almacén Salaverry**

En agosto de 2008, Gold Fields la Cima inauguró sus almacenes en el distrito de Salaverry, localizados a tres kilómetros del puerto, los cuales están diseñados para el acopio de concentrados de cobre, provenientes de la concentradora ubicada en Cerro Corona, en la provincia de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca. Luego del proceso de extracción y almacenamiento, el concentrado de cobre es exportado a los diferentes puertos de desembarque de sus compradores.



**Figura 4.** Almacén Salaverry  
**Fuente:** Operación Gold Fields, 2016.

#### - **Ruta del Concentrado**

Actualmente, se traslada 500 WMT de concentrado por día desde Cerro Corona hacia el puerto de Salaverry, ubicado en la región de La Libertad. El concentrado es enviado a diversos destinos, tales como Brunsbuttel en Alemania, Saganoseki en Japón, y Onsan en Corea. (Gold Fields, 2010)

Gold Fields La Cima, mantiene altos estándares de calidad y de conservación del medio ambiente durante el proceso de sus operaciones. Por ello, el traslado de concentrado desde Cerro Corona hasta el puerto de Salaverry, incluyendo el almacenamiento y embarque en el puerto, conserva los patrones de excelencia en todo momento. (Gold Fields, 2010)

Para efectos del almacenamiento, transporte y embarque del concentrado de minerales en el puerto de Salaverry, Gold Fields cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado por el Ministerio de Energía y Minas; asimismo, realiza

programas de protección y cuidado ambiental, como también de gestión social.

#### **d. Políticas y procedimientos**

Gold Fields, se esfuerza por asegurar que cada empleado dentro del grupo, respete las políticas y procedimientos establecidos. En todas las áreas de trabajo, se espera que nuestros gerentes, junto con la función de dirigir la explotación eficiente de metales preciosos, cumplan las metas de producción, costos, seguridad y protección medioambiental, manejando compromisos que las políticas demanden. (Gold Fields, 2010)

##### **- Políticas y Estándares Internos**

**Código de ética:** Es un medio principal para fortalecer la cultura y valores corporativos de Gold Fields. Todos estamos comprometidos a poner en práctica los valores y principios que nos rigen, así como de comunicar oportunamente el incumplimiento del mismo. (Gold Fields, 2010)

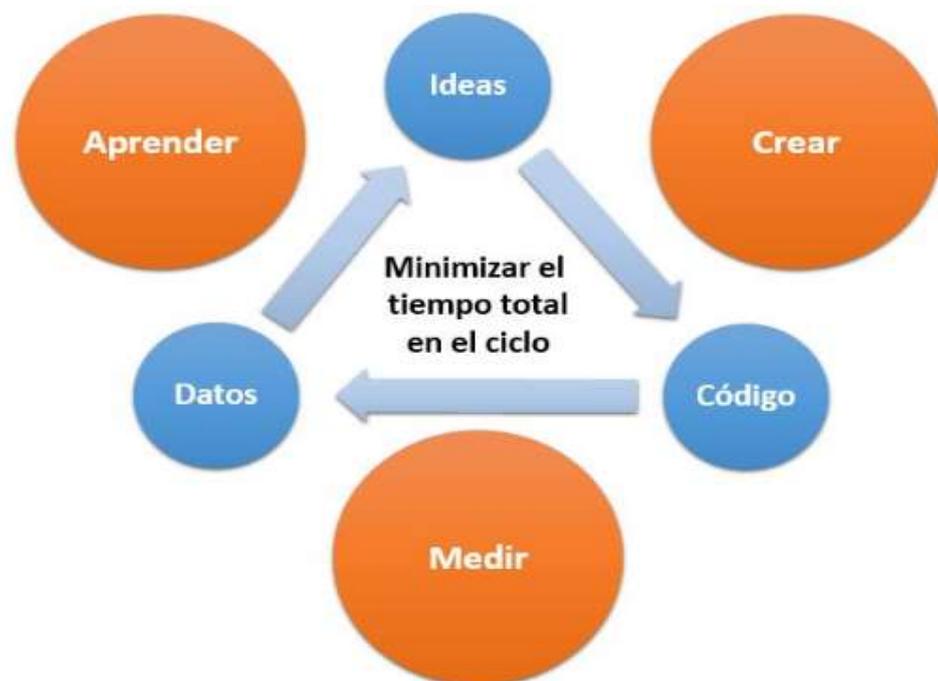
**Política Antifraude:** Nos permite prevenir que se cometan actos de fraude o corrupción, y también para definir los procedimientos a seguir cuando exista la sospecha de algún indicio de fraude.

#### **2.2.2. Antecedentes de la metodología lean Belt**

Son muchos los nombres por medio de los cuales se le conoce a esta metodología: Just in time, manufactura esbelta, manufactura ágil, manufactura de clase mundial, sistema de producción Toyota y otros más. Los resultados obtenidos a través de sus prácticas la convierten en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia. (Vergara, 2013)

El término Lean fue acuñado por un grupo de estudio del Massachusetts Institute of Technology para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El grupo destacó las ventajas de manufactura del mejor fabricante en su clase (la empresa automotriz japonesa Toyota) y denominó “Lean Manufacturing” con objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos.

La metodología de Lean consiste de varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. (Jones, 2007)



**Figura 5.** Ciclo Lean Belt.  
**Fuente:** (Vergara, 2013).

## a. Metodología Lean Belt

Lean es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, temporal, material, eficiencia, o procesos. Manufacturing tiene un enfoque orientado en la productividad de una empresa. (Vergara, 2013)

Lean es una herramienta de gestión de mejoramiento continuo tiene un enfoque orientado en la productividad, disminuye el tiempo entre el momento en el que el cliente realiza una orden hasta que recibe el producto o servicio, mediante la eliminación de desperdicios o actividades que no agregan valor en todas las operaciones. De esta forma, se alcanzan resultados inmediatos en la productividad, competitividad y rentabilidad del negocio. (Vergara, 2013)

Pasos y las claves del pensamiento LEAN



**Figura 6:** Pasos del pensamiento Lean.  
**Fuente:** (Jones, 2007).

El desarrollo de la herramienta Lean se basa en la metodología FOCUS que nos permitirá prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields La Cima en base a criterios como, Enfocar (FOCUS), Operar (OPERATE), Crear (CREATE), Utilizar (UTILIZE), Sostener (SUSTAIN). Proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero si implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el Lean radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora. (Vergara, 2013)



**Figura 7:** Claves para la filosofía Lean  
**Fuente:** (Salgado, 2013).

## b. Principios y fases en la implementación de Lean

Las organizaciones que buscan implementar la metodología Lean o algunas de sus herramientas, evidentemente persiguen objetivos relacionados con el mejoramiento del desempeño de sus procesos. En dicha búsqueda, muchas son las organizaciones que han fracasado en la obtención de resultados significativos. Por tal razón, es importante considerar que Lean Manufacturing es una filosofía que precisa de compromiso organizacional y que requiere de una adaptación cultural. A través de la experiencia en procesos de implementación de Lean Manufacturing, expertos han considerado que existen tres principios claves para una adecuada ejecución de las actividades Lean:

**Lean Manufacturing es un proyecto de tipo estratégico:** De tal manera que debe estar incluido en el plan estratégico organizacional y relacionado con las prioridades competitivas de la compañía.

**La estructura organizacional debe adaptarse a la metodología Lean:** De tal forma que existan procesos más concurrentes y menor "comunicación sobre la pared", es decir que las estructuras funcionales deben migrar hacia estructuras colaborativas.

**Lean Manufacturing es un compromiso de todos:** La implementación de la estrategia será gradual pero debe integrar a todos los niveles de la organización. El mayor cambio en la compañía debe ser de tipo cultural, el mejoramiento debe convertirse en un hábito de todos. (Salazar, 2010)



**Figura 8:** Beneficios de la filosofía Lean  
**Fuente:** (Salazar, 2010).

### c. Fases o etapas del Proyecto Lean

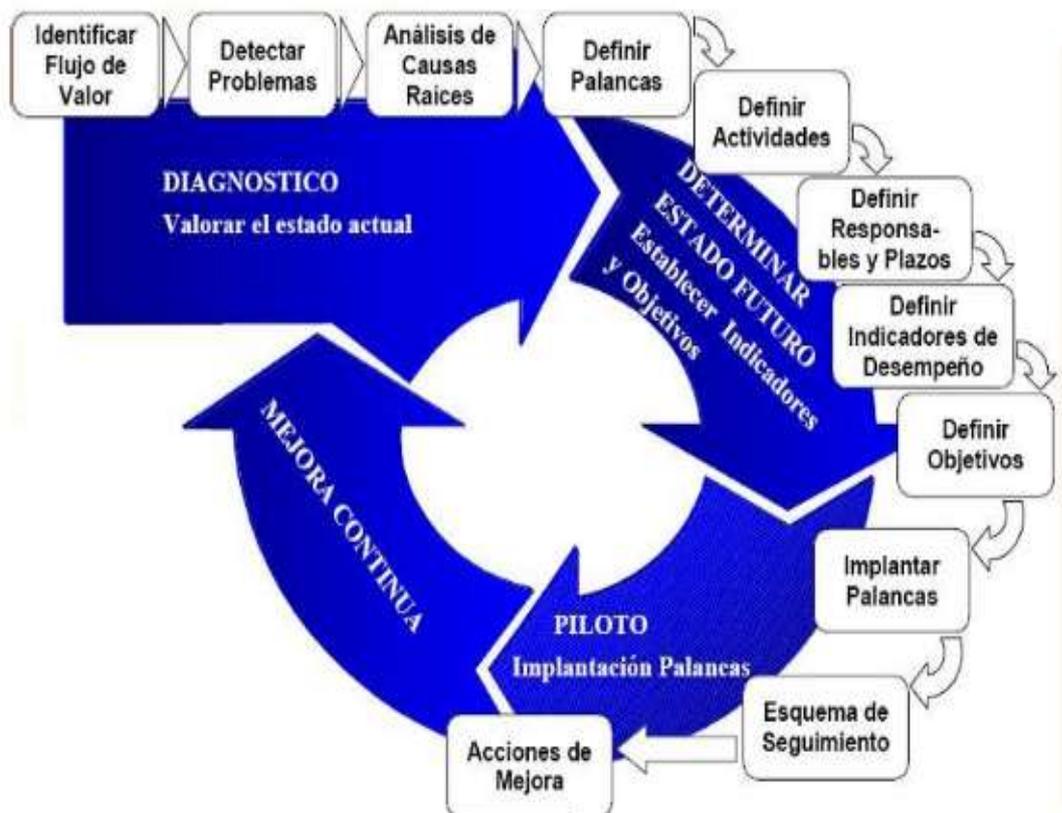
**Se divide en cuatro etapas:**

**Etapla tradicional:** En el camino Lean consiste en el diagnóstico de la situación actual de la organización, para con ello diseñar un adecuado plan estratégico y conformar un óptimo equipo de trabajo.

**Etapa de aplicación:** Enfrenta a la organización con los retos que implica una nueva filosofía de trabajo, de tal manera que se adquiere una primera experiencia en la cual se reconocen los errores y la capacidad de la organización para obtener resultados a partir de las técnicas utilizadas. (Salazar, 2010)

**Etapa de cadenas de valor:** Se centra en la estructura de la organización, de tal manera que se implementa un modelo de trabajo concurrente basado en procesos y no en departamentos, se extiende la aplicación de la fase 1 a las demás áreas, se inicia la logística y la contabilidad Lean. (Salazar, 2010)

**Etapa final:** Tiene el propósito de lograr una organización Lean, haciendo que exista un pensamiento Lean, basado en el compromiso, la disciplina y la gestión del conocimiento.



**Figura 9:** Acciones de la filosofía Lean  
**Fuente:** (Jones, 2007).

### **2.2.3 Metodología de las 5S**

En la medida en que la organización representa el medio que les permite a las personas que colaboran en ella alcanzar sus objetivos individuales, se constituye en un factor que incide de forma representativa en el comportamiento de los colaboradores de la organización. De manera paralela al comportamiento, el rendimiento también se encuentra estrechamente ligado a las condiciones de trabajo, de manera tal que los objetivos organizacionales, como resultado de la sumatoria de los esfuerzos individuales, se encuentran al alcance de un entorno eficiente y productivo.

#### **Definición de las 5S**

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

#### **Principios de la metodología 5S**

- Clasificación u Organización: Seiri
- Orden: Seiton
- Limpieza: Seiso
- Estandarización: Seiketsu
- Disciplina: Shitsuke



**Figura 10:** Metodología 5 S.  
**Fuente:** (Almonacid, 2012).

#### 2.2.4. Seguridad ocupacional

El concepto de “**Salud para todos**” de la Organización Mundial de la Salud, el estado de la salud debe ser tal que permita a las personas llevar una vida productiva desde el punto de vista físico, económico y social. Este concepto se opone al principio rector individualista del “**hombre económico**” que sólo busca satisfacer o mejorar su bienestar material, además amplía la concepción social de la salud, la cual ha priorizado la concepción fisiológica al considerar la salud como el bienestar del cuerpo y el organismo físico. (Valderrama, 2010)

La Salud Ocupacional, o Seguridad y Salud en el trabajo, se define como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el

mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones.

### Definición de la OIT

“Conjunto de actividades multidisciplinares encaminadas a la promoción, educación, prevención, control, recuperación y rehabilitación de los trabajadores para protegerlos de los riesgos ocupacionales y ubicarlos en un ambiente de trabajo, de acuerdo con sus condiciones fisiológicas”.



**Figura 11:** Actividades de Seguridad Ocupacional  
**Fuente:** (Venegas, 2010).

#### 2.2.5. Seguridad Higiene Industrial

Identificación, evaluación y control de factores de riesgo ambiental previniendo las enfermedades profesionales.

**Seguridad Industrial:** Medidas de prevención de accidentes e incidentes de trabajo. (Venegas, 2010)

**Medicina del Trabajo:** Evaluar condiciones de salud de los trabajadores con base en la exposición a factores de riesgo.

**Medicina Preventiva:** Se encarga de la evaluación de las condiciones de salud de los trabajadores.

¿Qué es un Peligro? Peligro o Factor de Riesgo se define como el agente, condición o característica individual o del entorno que determina la probabilidad de ocurrencia de un evento accidental o la aparición de una enfermedad.



**Figura 12:** Factor de Riesgo  
**Fuente:** (Almonacid, 2012).

### **2.2.6. Riesgos en el trabajo**

Posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. El riesgo laboral se denominará grave o inminente cuando la posibilidad de que se materialice en un accidente de trabajo es alta y las consecuencias presumiblemente severas o importantes. (Salvador, 2010)

## Riesgos en el uso de herramientas

Al parecer las actividades que implican uso de herramientas manuales son consideradas como inofensivas, poco probable a desencadenar accidentes.

### a. Peligros, Evaluación de Riesgos

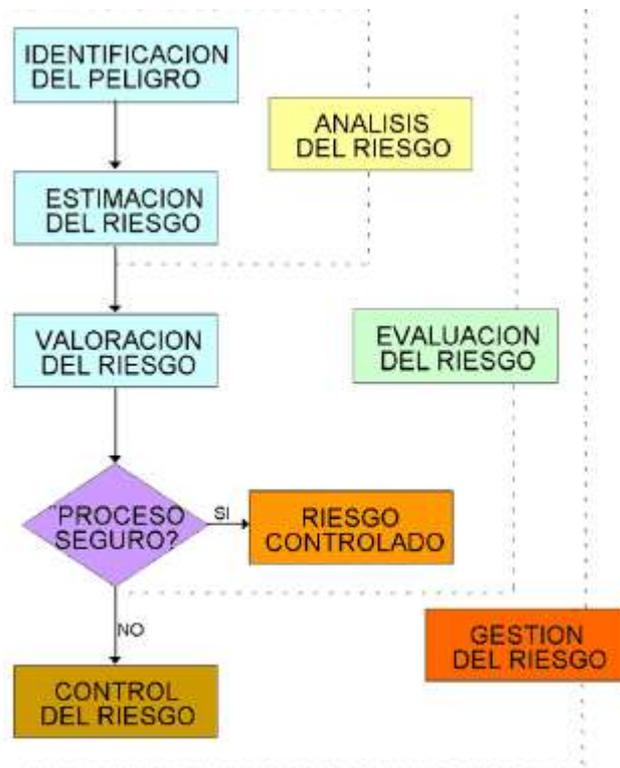
Los peligros son usualmente discutidos en términos de si son biológicos, químicos, físicos o radiológicos y si es posible que ocurran o no y con qué frecuencia. Para facilitar la identificación de efectos potenciales asociados con los riesgos o eventos peligrosos, los listados en los cuadros se relacionan a códigos para los diversos contaminantes. Generalmente, los contaminantes son referidos en cuatro categorías, que son:

- **Riesgos biológicos:** Debido a su habilidad para propagar rápidamente enfermedades severas, los microorganismos causantes de enfermedades son el mayor riesgo para los consumidores. (Villalba, 2008)
- **Riesgos químicos:** Pueden evitarse o manejarse implementando medidas de control apropiadas tales como la protección de la fuente, controles en equipos de dosificación, procesos de tratamiento y procesos de optimización.
- **Riesgos físicos:** Resultan de la contaminación y/o procedimientos deficientes en diferentes puntos de la cadena desde la fuente hasta el consumidor, así como por tormentas y avenidas. (Almonacid, 2012)

## b. Factor de Riesgo

Los factores de riesgo tienen una relación o dependencia directa de las condiciones de seguridad. Éstas siempre tendrán su origen en alguno de los cuatro aspectos del trabajo siguientes:

- Local de trabajo (instalaciones eléctricas, de gases, prevención de incendios, ventilación, temperaturas, etc.).
- Organización del trabajo
- Tipo de actividad (equipos de trabajo: ordenadores, máquinas, herramientas, almacenamiento).
- Materia prima (materiales inflamables, productos químicos peligrosos, etcétera). (Salvador, 2010)



**Figura 13:** Modelo de construcción del Árbol de Falla  
**Fuente:** (Villalba, 2008).

### **2.2.7 Árbol Lógico de Falla (Análisis Causa Raíz)**

El análisis Árbol de Falla (FTA - Fault Tree Analysis) fue introducido por primera vez por Bell Laboratories y es uno de los métodos más ampliamente usados en sistemas de relatividad, mantenimiento y análisis de seguridad. Es un proceso deducible utilizado para determinar las varias combinaciones de fallas de equipo electrónico (hardware), programas de computación (software) y errores humanos que pueden causar eventos indeseables (referidos como eventos altos) al nivel del sistema. (Villalba, 2008)

Es un riguroso método de solución de problemas, para cualquier tipo de fallas, que utiliza la lógica sistemática y el árbol de causa raíz de fallas, usando la deducción y aprueba de los hechos que conducen a las causas reales. Esta técnica permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir síntomas. El objetivo de RCA es determinar el origen de una falla, la frecuencia con que aparece el impacto que genera el medio de un estudio profundo de los a factores, condiciones, elementos y afines que podrían originarla con la finalidad de mitigarla o eliminarla por completo una vez tomadas las acciones corregidas que sugiere el análisis. (Villalba, 2008)

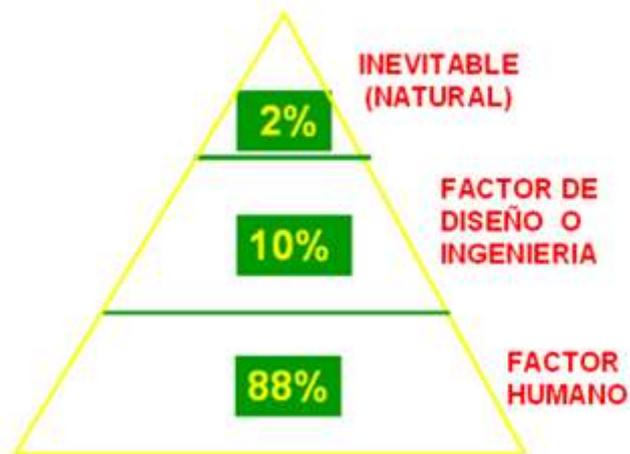
El análisis deducible empieza con una conclusión general, luego intenta determinar las causas específicas de la conclusión construyendo un diagrama lógico llamado un árbol de falla. Esto también es llamado tomar una propuesta de arriba a abajo.

El motivo principal del análisis árbol de falla es el ayudar a identificar causas potenciales de falla de sistemas antes de que las fallas ocurran. También puede ser utilizado para evaluar la probabilidad del evento más alto utilizando métodos analíticos o estadísticos.

## Clasificación de las fallas

**Fallas esporádicas:** son una desviación por fuera de un rango aceptable de operación normal (por lo general en el lado bajo). Generalmente, la eliminación de una falla esporádica solamente llevará las cosas de nuevo a un rango aceptable. Estos son eventos por lo general poco frecuentes y no relacionados entre sí.

**Fallas crónicas:** son una desviación dentro de un rango aceptable de operación normal. Estos son eventos relativamente frecuentes. La eliminación de fallas crónicas llevará las operaciones regulares al punto máximo de una operación normal aceptable y elevará el nivel promedio esperado del desempeño. (Villalba, 2008)

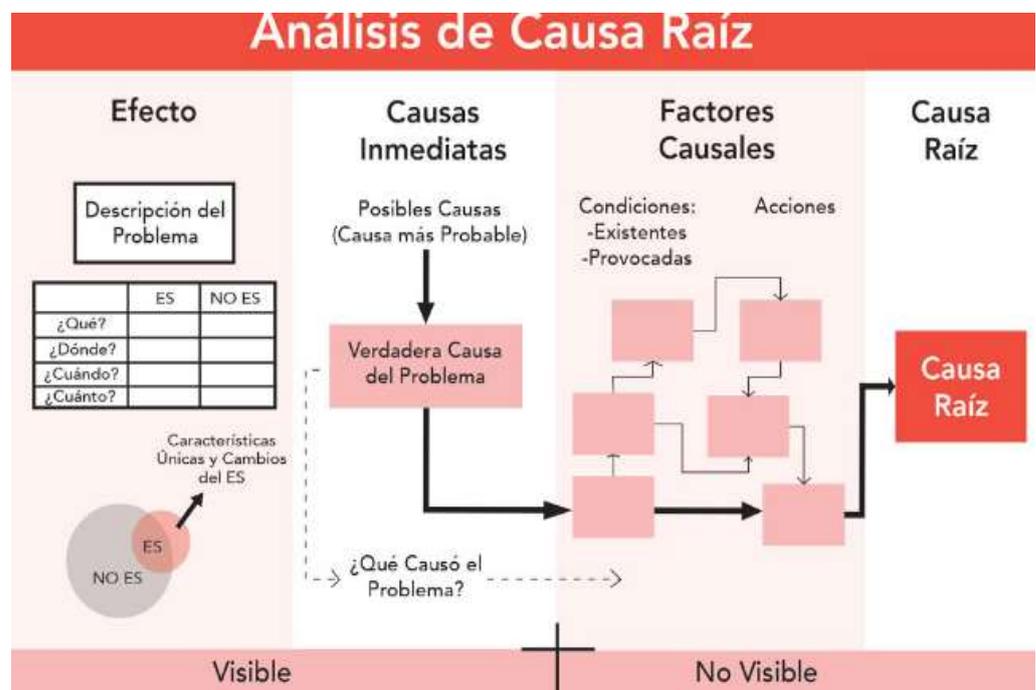


**Figura 14:** Porcentaje de clasificación de Falla  
**Fuente:** (Villalba, 2008)

Estos cálculos envuelven sistemas de relatividad cuantitativos e información de mantenimiento tal como probabilidad de falla, tarifa de falla, y tarifa de reparación. Después de terminar un FTA, puede enfocar sus esfuerzos en mejorar su proceso. (Villalba, 2008)

## Construcción del Árbol de Falla

- 1º. Defina la condición del evento y escriba el evento más alto.
- 2º. Utilizando información técnica y juicios profesionales, determine los modos y/o posibles razones por la que la falla ocurrió.
- 3º. Se detalló cada elemento con puertas adicionales a niveles más bajos se deberá verificar cada hipótesis con el objetivo de ver cuáles de estas hipótesis son verdaderas y cuáles son falsas (lo que no ha pasado).
- 4º. Teniendo ya determinado las fallas humanas y la causa raíz, hemos culminado con la justificación técnica y ahora se podrá emitir las soluciones para eliminar todos los caminos lógicos para ser evaluado de forma económica.



**Figura 15:** Análisis de Árbol de Falla  
**Fuente:** (Juárez, 2001).

La idea es eliminar cada una de las ramas pero muchas veces no existe la capacidad presupuestaria para eliminarlas o existe una limitación de diseño y también hay grandes compromisos que no se están considerados, por eso se mostrará una matriz de acciones correctivas con sus costos asociado, tiempo de ejecución, responsable y demostrar el beneficio de cada acción.

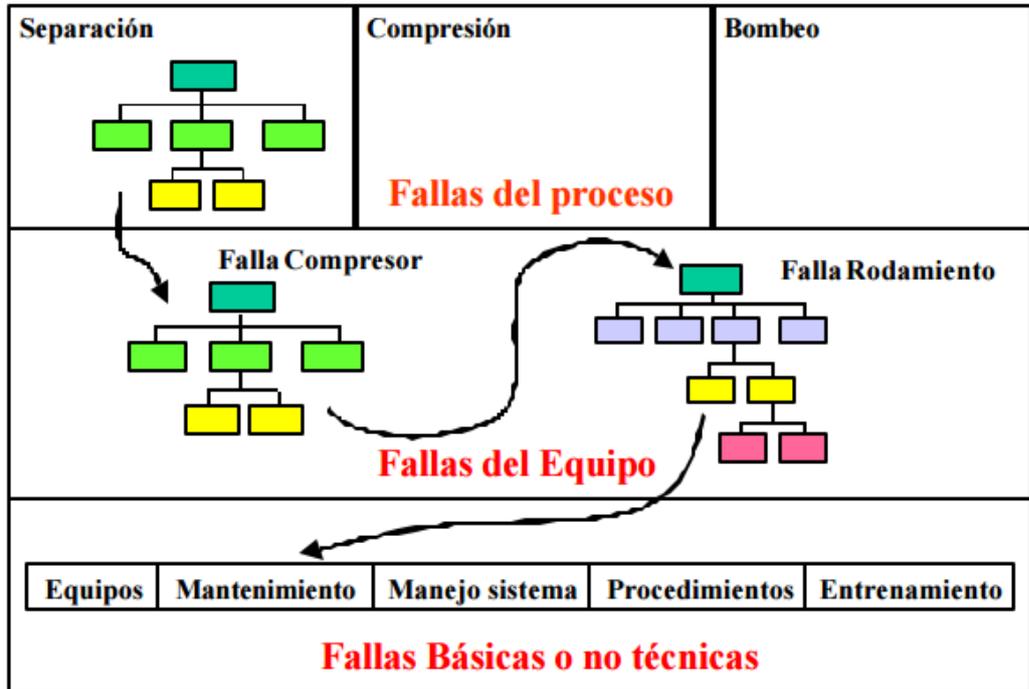
### **Modelo de confiabilidad para el Análisis Causa Raíz**

El modelo basado en el RCFA provee una biblioteca de modelos de problemas y fallas para diferentes procesos, plantas e industrias, cuando no se tengan fallas es importante realizar proactivamente los análisis de las posibles fallas que tiene un proceso, sistema, subsistemas, equipos y componentes y de esta forma anticiparse a la falla. Estos modelos son una guía para diagnosticar síntomas y efectos de la causa raíz de fallas. La biblioteca está separada de acuerdo a los procesos en las diferentes industrias. (Juárez, 2001)

### **Categoría de los modelos**

- Fallas de proceso
- Fallas de equipos
- Fallas Básicas o no técnicas.

Modelos de fallas individuales pueden aplicar para diferentes procesos e industrias. La creación de un modelo completo para especificar los tipos de falla



**Figura 16:** Categoría de los modelos RCFA.  
**Fuente:** (Juárez, 2001).

Los modelos de falla se inician desde categorías con nivel alto hasta llegar a los análisis de nivel bajos en orden de encontrar más detalles de la causa raíz. Cada planta contiene 3 tipos de modelos de falla que a continuación se detallan:

### Procesos de falla

Ciertos modelos de falla son específicas de procesos, industrias y plantas, cada tipo de planta tiene procesos de producción específicos por lo tanto también pueden tener modelos de fallas precisos para sus procesos. Las fallas de procesos se definen como las desviaciones de los indicadores de desempeño teniendo una línea estándar de definición. La falla de los procesos siempre inicia con una desviación dada en un proceso. (Juárez, 2001)

## **Fallas de equipos**

Cada proceso de producción consiste de equipos como motores, compresores, bombas, etc. Algunos equipos pueden ser específicos para los procesos. Los modelos de fallas de los equipos se describen como los diferentes problemas, daños, malos funcionamientos para los equipos. (Juárez, 2001)

## **Fallas Básicas**

Las fallas básicas son aquellas fallas no técnicas derivadas de los problemas de organización y errores humanos y típicamente están en problemas de mantenimiento, procedimientos, diseño de equipos, organizaciones y políticos.

### **2.2.8 Diagrama de Ishikawa**

Es una representación gráfica que organiza de forma lógica y en orden de mayor importancia las causas potenciales que contribuyen a crear un efecto o problema determinado. Fue creado por Kaoru Ishikawa en la Universidad de Tokio en 1943 para su uso por los Círculos de Calidad. También se le conoce como espina de pescado por la forma que adopta. Ishikawa propuso 8 pasos para la realización de estos diagramas:

- Identificar el resultado insatisfactorio que queremos eliminar, o sea, el efecto o problema.
- Situarlo en la parte derecha del diagrama, de la forma más clara posible y dibujar una flecha horizontal que apunte hacia él.
- Determinar todos los factores o causas principales que contribuyen a que se produzca ese efecto indeseado.

En los procesos productivos es frecuente utilizar unos factores principales de tipo genérico denominados las 6M: materiales, mano de obra, métodos de trabajo, maquinaria, medio ambiente y mantenimiento.



**Figura 17:** Diagrama de Ishikawa  
**Fuente:** (Juárez, 2001).

### 2.2.9. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes. (Martínez, 2013)

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos. (Martínez, 2013)

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o

uso de los equipos. (Tiempos dirigidos). El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo.

### **Procedimientos del mantenimiento preventivo**

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo. Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo. Los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.



**Figura 18:** Mantenimiento preventivo.  
**Fuente:** (Martínez, 2013).

### 2.3. Definición de términos básicos

**5Ss:** Herramienta lean utilizada para la organización y estandarización del lugar de trabajo. Sus beneficios incluyen detección de problemas a tiempo y estándares claros. Adicionalmente, se establecen disciplinas de rutina para mantener al lugar de trabajo en orden y asegurar que los materiales se encuentran en el sitio correcto para maximizar la productividad. Las 5Ss son Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

**Accidente:** Todo suceso imprevisto y repentino que ocasione al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo, que ejecuta por cuenta ajena.

**Análisis de riesgos:** Utilización sistemática de la información disponible para identificar los peligros o estimar los riesgos a los trabajadores.

**Cadena de valor:** La cadena de valor es una representación gráfica de las actividades de una organización. En ella se muestra el proceso de generación de valor para el cliente final. Igualmente permite mostrar aquellas operaciones que no generan valor o que son críticas para satisfacer las necesidades del cliente.

**Capacitación:** Proceso mediante el cual se desarrollan las competencias necesarias para diseñar, incorporar y mantener mecanismos de protección.

**Ciclo PDCA de Deming.** Plan (Planificar) - Do (Hacer) - Check (Comprobar) - Act (Actuar).

**Condición de trabajo:** Conjunto de factores del ambiente laboral que influyen sobre el estado funcional del trabajador, sobre su capacidad de trabajo, salud y aptitud durante el trabajo.

**Crear:** Dar realidad a una cosa material a partir de la nada.

**Cultura:** Las actitudes predominantes y comportamiento que caracteriza al funcionamiento de un grupo u organización.

**Enfocar:** Hacer que la imagen de un objeto obtenida con un mecanismo óptico se produzca exactamente en el lugar adecuado para que se vea con nitidez. "el astigmatismo es un problema de la visión consistente en que la imagen se enfoca en distintos planos, y por tanto no se percibe claramente; persisten las dificultades del telescopio para enfocar con claridad los elementos que se desean fotografiar".

**Ergonomía:** Es un conjunto de técnicas y ciencias tales como el diseño, métodos y tiempos, encaminadas a conseguir el acoplamiento máquina hombre de tal forma que la combinación de ambas sea eficaz.

**Evaluación del riesgo:** Proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para que la organización esté en condiciones de tomar una decisión apropiada que deben adoptarse.

**Green Belt:** Persona que ha completado un entrenamiento LeanSigma® o Six Sigma de tres semanas, cuya culminación es un proyecto que demuestra beneficio financiero sustancial para la compañía. Dicha persona le dedica un porcentaje mínimo del tiempo a proyectos individuales, mientras mantiene su puesto de tiempo completo. Casi siempre la selección de Green Belts se hace de grupos de apoyo como son equipos de calidad, ingeniería y supervisión, pero también pueden ser operadores.

**Higiene:** Es aquella técnica no médica encaminada a evitar las enfermedades profesionales, actúan sobre el ambiente químico en general, detectando su riesgo, evaluándolo y corrigiéndolo a un valor inocuo para el trabajador.

**Incidente:** Evento que puede dar lugar a un accidente o tiene el potencial de conducir a un accidente.

**Lean Manufacturing:** Manufactura Esbelta o Producción Ajustada.

**Mantenimiento de oportunidad:** Esta es una manera efectiva de dar mantenimiento. Se hace uso de los tiempos de parada de los equipos por otras estrategias empleadas o por paradas en la operación de la planta.

**Mantenimiento predictivo:** El mantenimiento predictivo no es dependiente de la característica de la falla y es el más efectivo cuando el modo de falla es detectable por monitoreo de las condiciones de operación. Se lleva a cabo en forma calendaría y no implica poner fuera de operación los equipos.

**Maquinaria pesada:** Equipos de revestimiento robusto diseñados para aplicaciones de construcción, acarreo, carguío, transporte, minería y perforación, que pueden soportar sin sufrir daños agentes abrasivos del medio ambiente o del propio trabajo.

**Mejora:** Los servicios de larga duración permiten conocer la signatura de los equipos objeto del predictivo, cuyo análisis debe estar en función de optimizaciones tanto en los planes, configuración de parámetros, integración de nuevas tecnologías y sistemas.

**Modos de fallos:** es la posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto nos permite comprender exactamente identificar cuál es la causa origen de cada fallo.

**Monitoreo de condiciones.** Conjunto de técnicas de inspección que se utilizan para conocer las condiciones de operación de equipos y tomar las acciones preventivas o correctivas necesarias.

**Peligro:** Todo aquello que tiene potencial de causar daño a las personas, equipos, procesos y ambiente.

**Prevenir o disminuir el riesgo de fallas:** Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas.

**Recuperar el desempeño:** Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación.

**Riesgo:** Es la combinación de probabilidad y severidad reflejados en la posibilidad de que cause pérdida o daño a las personas, a los equipos, a los procesos y/o al ambiente de trabajo.

**Salud:** Se denomina al completo estado de bienestar físico, mental, social y ambiental. No únicamente la ausencia de enfermedad.

**Seguridad:** Es aquella técnica no médica encaminada a evitar el accidente de trabajo.

**Sostener** una de las 5s's utilizadas para la organización del lugar de trabajo. Sostener es la continuación de segregarse, limpiar, ordenar y revisar. Es la más importante y la más difícil puesto que se dirige a la necesidad de realizar las 5s's de manera sistemática y continua.

**Sostener:** Mantener o defender una idea, teoría, opinión, o una actitud, sin variarla. "se presentan características intermedias entre los dos grandes grupos de angiospermas, lo que provoca que muchos científicos sostengan que de este grupo se originaron tanto las monocotiledóneas como las dicotiledóneas".

**Técnicas de monitoreo de condiciones:** La facilidad de hacer mediciones es el principal criterio que influencia la selección de la técnica para el monitoreo de condiciones. Las técnicas de medición que requieren detener la máquina para efectuar las mediciones se llaman métodos invasivos (off load) y aquellos métodos que no requieren la parada de la máquina se llaman no invasivos (on load).

**Valor:** El punto crítico de inicio para el pensamiento esbelto es el valor. El valor lo puede definir solamente el consumidor final. El valor lo crea el fabricante.

**Vida útil:** Es la duración estimada que un objeto puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado, se calcula en horas de duración (Trocel, 2007).

## **CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **3.1. Resultados del trabajo de investigación**

La presente tesis profesional, se ejecutó en la UEA Carolina I, en la operación minera Cerro Corona, que se ubica en la región Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, en la comunidad campesina El Tingo a 10 km al noreste del poblado de Hualgayoc. Desde 15 de marzo al 15 de setiembre de 2016.

El presente trabajo profesional utilizó la metodología Lean Belt, para la implementación de un plan que servirá para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields, La Cima Cajamarca, que articuló una estrategia óptima en el área de mantenimiento, empleando la herramienta de las 5" S", y el diagrama de Ishikawa para identificar y controlar las causas de falla de los equipos y por qué el tiempo de pérdida de horas de parada del área de mantenimiento de la empresa minera. Se implementó planes de trabajo en base a una estrategia con el área de planeamiento.

### **3.2. Técnicas y procedimientos de la metodología Lean Belt**

Al realizar la técnica de la implementación de la metodología Lean Belt para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields la Cima Cajamarca, tuvo como principio esencial la detección de pérdidas por parada de maquinaria, funciones de responsabilidad laboral y procedimientos de concientización y comunicación a los colaboradores de la empresa minera Gold Fields.

La metodología Lean Belt se usa en diferentes herramientas para reducir el desperdicio y racionalizar los procesos en el ambiente, este enfoque permitió mejoras eficientes y eficaces del proceso de negocios por lo que se detalla a continuación el procedimiento a seguir en las siguientes Fases Técnicas para la recolección de datos:



**Figura 19:** Fases Técnicas de la Metodología Lean

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

### A. Procedimientos para recolectar datos

Las cinco etapas principales (Figura 19) se sub dividen en diferentes pasos y herramientas tal como se muestra a continuación.

**Fase 1:** Se logró alcanzar la particularidad en el Área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields la Cima Cajamarca, identificando la flota de equipos:

**Tabla 3.** Metodología Lean Belt, Técnica Enfocar

Fase	Técnica	Particularidad	Mejora a partir de Fase Enfocar	Necesidad de mejora
Fase 1	Enfocar	Se definió la necesidad de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields la Cima Cajamarca, identificando el área a mejorar, de la flota de Excavadoras Oruga Caterpillar®, Tractores de Oruga D10 del área de mantenimiento de la empresa una vez de implementadas las mejoras	El Área de Operaciones, solicitó el servicio de mantenimiento preventivo al área de mantenimiento. Por encontrar la baja disponibilidad de la flota estudiada, se contó con la participación de líderes y supervisores.	-Mejorar las paradas no programadas en 77%. -Las paradas no programadas no brindan la confiabilidad. -Mejorar el servicio del almacén.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## Área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields la Cima Cajamarca

### a. Excavadora 330C CAT

El modelo 330C trabaja en el punto de combustión para optimizar el rendimiento del motor y proporcionar emisiones bajas de escape para cumplir con las norma de emisiones Tier III de la EPA de los EE.UU. con capacidades probadas de rendimiento y confiabilidad excepcionales.



**Figura 20:** Excavadora Hidráulica 330C  
**Fuente:** Caterpillar, 2010

El modelo 330C, está supeditado a cargar el material tronado a los diferentes equipos de acarreo de tal forma que facilite la extracción de material hacia la planta y depósitos de desmonte, presenta las demás especificaciones:

- Gran movilidad y flexibilidad en la operación, con velocidades de desplazamiento de 3,4 km/h.

- Buen posicionamiento gracias al accionamiento independiente de las orugas.
- Capacidad de remontar pendientes hasta 80%.
- Posibilidad de realizar operaciones pendientes de 60%.
- Poder de Versatilidad para orientar el balde de la excavación.
- Exigen poco espacio para operar, constituyendo el equipo ideal en la excavación en zanjas o espacios estrechos.
- Poseen una vida útil media de 25.000 a 35.000 h, lo que resulta beneficioso.
- Capacidad de cuchara 5.8 m<sup>3</sup> nominal.

#### **b. Tractor de cadenas D10T**

El modelo D10T trabaja con la tecnología ACERT en el punto de combustión para optimizar las prestaciones del motor y reducir las emisiones de gases. Perfectamente acoplado con la servo transmisión y el convertidor de par, proporciona muchos años de servicio seguro y eficiente.



**Figura 21:** Tractor de cadenas CAT® D10T  
**Fuente:** Caterpillar, 2010

El modelo CAT® D10T, tractor de oruga es un vehículo pesado que utiliza el dispositivo conocido como oruga para desplazarse en zonas de difícil acceso, en lugar de los tradicionales neumáticos, dicho tractor tiene como finalidad el empuje y apilamiento de material suelto o compacto.

- Potencias a 1800 rev/min.
- La potencia neta indicada es la potencia disponible en el volante de la máquina cuando el motor está equipado con ventilador a la velocidad máxima, filtro de aire, silenciador de escape y alternador.
- El motor mantiene la potencia especificada hasta los 3658 metros. Por encima de esta altitud, la potencia disminuye automáticamente un 3% cada 1000 m.
- El motor cumple el nivel de la Directiva 2004/26/EC de la Unión Europea sobre emisiones de gases.

**Fase 2:** Se logró alcanzar la particularidad, trabajo que se logró con el apoyo del Líder de cada guardia, quien verificó y analizó información a través de correos y trabajos no programados, realizó el pedido de repuestos y comprobó datos al encontrar las fallas en el diagrama.

**Tabla 4.** Metodología Lean Belt, Técnica Operar.

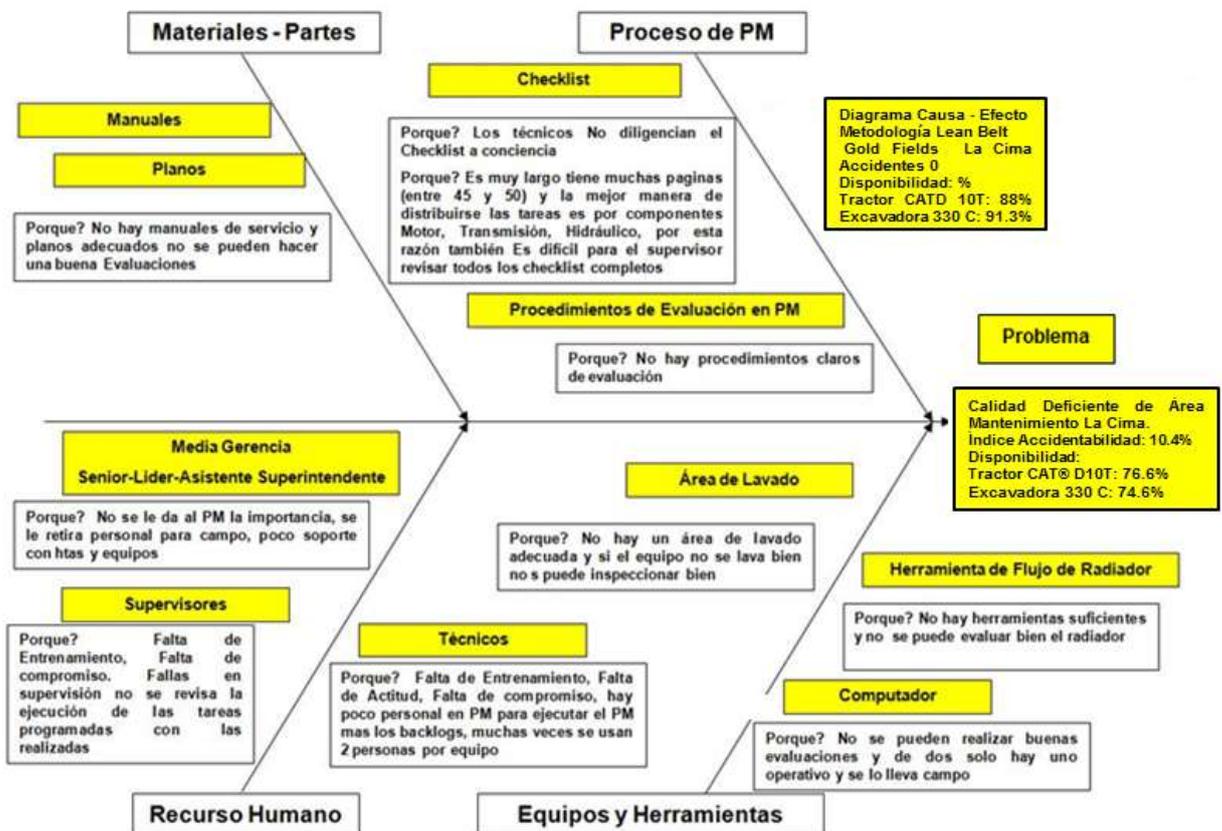
Fase	Técnica	PARTICULARIDAD
Fase 2	Operar	Se obtuvo información congruente de los trabajos operativos en el área de mantenimiento de la empresa Gold Fields la Cima, para diagnosticar los problemas antes de sugerir las soluciones, creando un diagrama "Ishikawa", detallado para comprender en qué situación actual se encuentra la empresa minera.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

#### **a. Diagrama de Ishikawa:**

Se utilizó para encontrar el origen de las fallas y prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la

empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca, de los equipos del área de carguío y acarreo (Tractor de cadenas CAT® D10T y Excavadora Hidráulica 330C). Se realizó el diagrama de Ishikawa con el apoyo de los supervisores y técnicos de operaciones para determinar la causa del incremento de incidentes y accidentes así como también la baja disponibilidad de los equipos mencionados, para lo cual se elaboró el siguiente diagrama:



**Figura 22:** Diagrama de Ishikawa-DESPUÉS MLB

**Fuente:** Elaboración propia, 2016

El diagrama de Ishikawa se realizó con el apoyo de los supervisores y técnicos de operaciones para determinar la causa de la baja disponibilidad de la flota de los equipos de Tractor de cadenas CAT® D10T y Excavadora Hidráulica 330C, como se muestra a continuación:

**b. Baja disponibilidad de los equipos:**

Para analizar la disponibilidad de los equipos se encontró el número de fallas de las horas de parada por eventos no programados. A continuación se muestra la disponibilidad promedio actual de los equipos; Tractor de cadenas CAT® D10T y Excavadora Hidráulica 330C del Área de Operación de Carguío y Acarreo de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca durante el periodo de estudios desde el 15 de marzo al 15 de setiembre de 2016:

**Tabla 5.** Eventos correctivos **ANTES** metodología Lean Belt

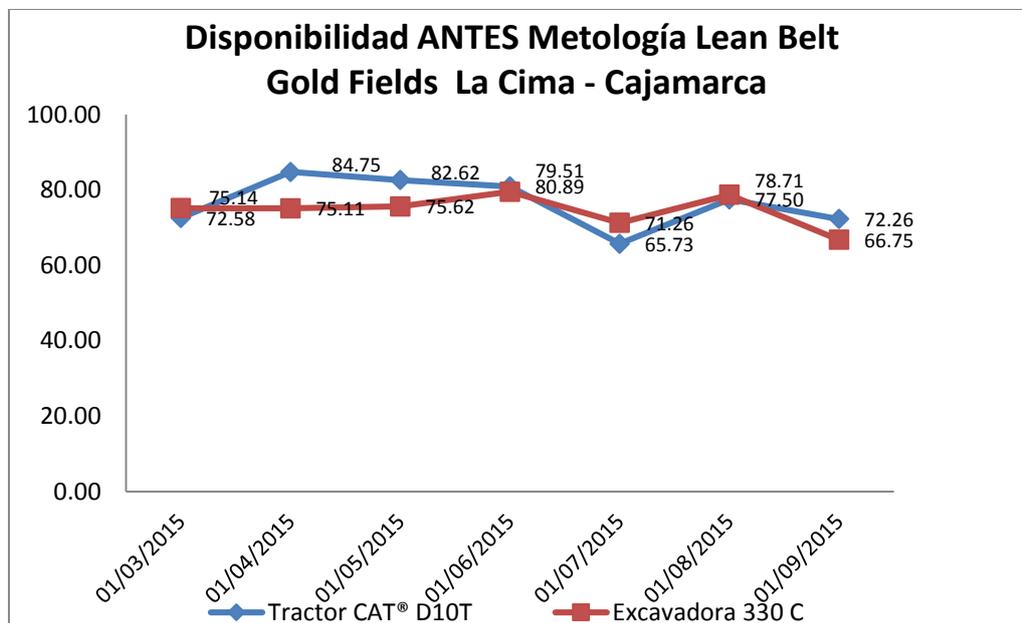
Área de mantenimiento				
Gold Fields La Cima Cajamarca				
	MESES	N° correctivos (Eventos)	Duración de correctivos (Horas)	Costo por Hora \$/H
Tractor CAT® D10T	15/03/2016	15	98.7	6020.7
	15/04/2016	29	109.8	6697.8
	15/05/2016	32	129.3	7887.3
	15/06/2016	51	137.58	8392.38
	15/07/2016	72	254.97	15553.17
	15/08/2016	32	168.74	10293.14
	15/09/2016	11	99.87	6092.07
	<b>Sub total</b>	<b>242</b>	<b>998.96</b>	<b>60936.56</b>
	<b>Promedio</b>	<b>34.57</b>	<b>142.71</b>	<b>8705.22</b>
Excavadora 330C	15/03/2016	25	89.5	4654
	15/04/2016	45	179.2	9318.4
	15/05/2016	25	181.4	9432.8
	15/06/2016	47	147.5	7670
	15/07/2016	62	213.8	11117.6
	15/08/2016	43	159.7	8304.4
	15/09/2016	13	119.7	6224.4
	<b>Sub total</b>	<b>260</b>	<b>1090.8</b>	<b>56721.6</b>
<b>Promedio</b>	<b>147.29</b>	<b>2092.1</b>	<b>8103.08571</b>	
<b>Total</b>	<b>502.00</b>	<b>2089.76</b>		

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 5, se manifiesta el número de eventos de la flota de los 04 Tractores de cadenas CAT® D10T y 05 Excavadora Hidráulica 330C en estudio que hacen un total de 502 eventos correctivos durante el periodo de estudios, y con 2089076 horas perdidas durante el tiempo analizado.

Así como también se considera el precio de pérdida por hora, de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca, se

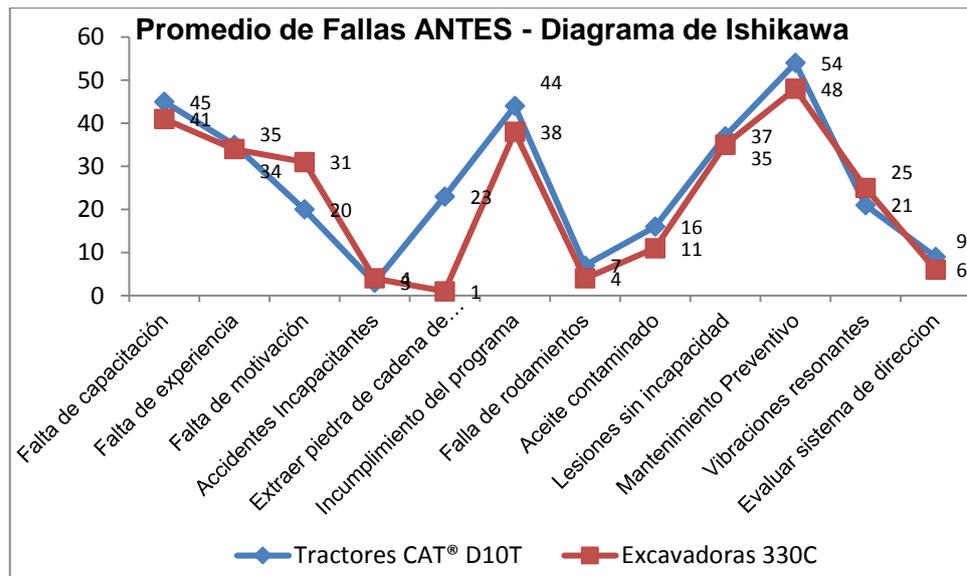
especifica que por cada Tractor de cadenas CAT® D10T el costo por hora es de \$ 61 y de la Excavadora Hidráulica 330C el costo por hora es de \$ 52.



**Figura 23:** Disponibilidad ANTES Metodología Lean Belt  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

En la Figura 23, se manifiesta el porcentaje de la disponibilidad de la flota de 04 Tractores de cadenas CAT® D10T y de 05 Excavadoras Hidráulica 330C, de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca. Se aprecia también que el promedio de la disponibilidad total estudiada de Tractores de cadenas CAT® D10T llega a 76.6%, siendo el Budget programado para la empresa para el año 2016 de 88% y para las Excavadoras el promedio de la disponibilidad alcanzó 74.6%, siendo lo programado de 91.3%, lo que demuestra que los equipos señalan un alto índice de fallas, que repercutirá en la producción de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca.

Habiendo encontrado la baja disponibilidad de los equipos de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca, se procedió a verificar el porqué de esta baja disponibilidad encontrado en el promedio de fallas del análisis del diagrama de Ishikaw lo siguiente:



**Figura 24:** Promedio de Fallas ANTES - Diagrama de Ishikawa.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

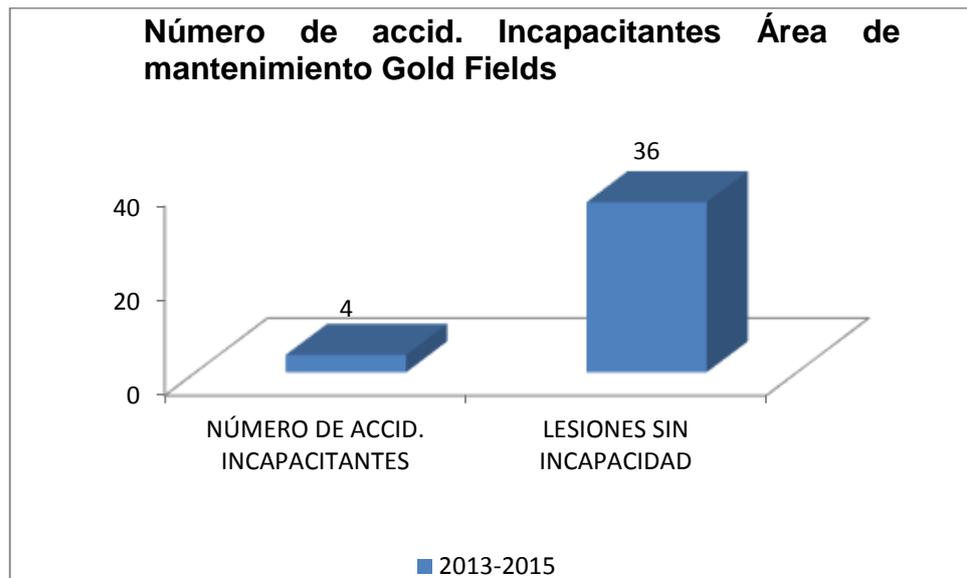
En la Figura 24. Las Fallas encontradas ANTES de aplicar la metodología Lean Belt, al elaborar el diagrama de Ishikawa, se aprecia que en los Tractores de cadenas CAT® D10T, se verificó que el mayor incremento de fallas es por falta de mantenimiento preventivo encontrándose un 54 de fallas, seguido de un 45 fallas por falta de capacitación, y 44 fallas por incumplimiento del programa y 37 fallas por Lesiones sin incapacidad.

En cuanto a la Flota de Excavadoras Hidráulica 330C, se verificó que el mayor incremento de fallas es por falta de mantenimiento preventivo con 48 fallas, seguido de Falta de capacitación con 41 fallas, incumplimiento del programa 38 fallas y 35 fallas por lesiones sin incapacidad, lo que significa que se necesita urgente un mantenimiento preventivo que mejore la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para lograr el Budget programado por la empresa minera Gold Fields para el años 2016.

### c. Número de accidentes por año:

Se analizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa minera Gold Fields, referida al estado de la seguridad y salud de

sus colaboradores, en el área de mantenimiento para tener una información más profunda para los resultados finales. Los reportes sobre los accidentes de trabajo, dio a conocer los principales peligros y riesgos presentes, que servirá de base para el proceso de elaboración de hipótesis para identificar el número de fallas, encontrándose los siguientes resultados:



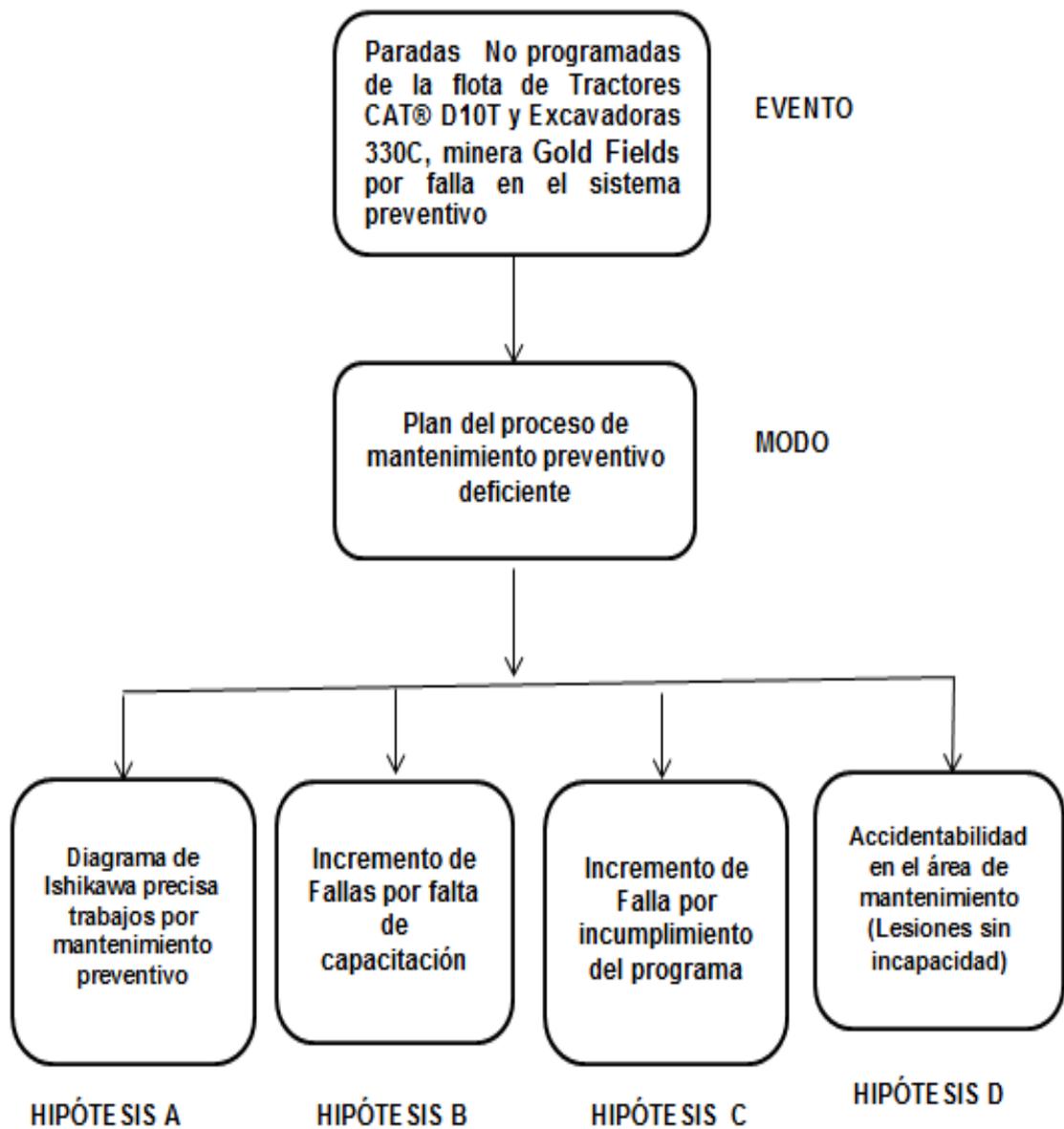
**Figura 25:** Accidentabilidad área de mantenimiento Gol Fields.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

Según la Figura 25, se aprecia que durante los años 2013 al 2015 en la empresa minera Gold Fields, el número promedio de accidentes incapacitantes fue de 4 y que el número de accidentes por lesiones sin incapacidad fue de 36 lesiones por año en la empresa minera Gold Fields.

#### **d. Hipótesis de fallas en el área de mantenimiento:**

Después de analizar la baja disponibilidad de los equipos y el número de accidentes por año de la empresa minera Gold Fields, se aprecia que la flota de tractores y excavadoras alcanzan el mayor número de fallas con los porcentajes más altos y que el indicador de falla con mayor porcentaje es *mantenimiento*

preventivo y alcanza un promedio de 51 fallas entre los dos equipos, dicho resultado conjetura a la siguiente **hipótesis** que originan las paradas no programadas de los equipos de la empresa minera Gold Fields y que en relación con la Figura 25, demuestran que el mayor incremento de fallas se considera en la Hipótesis A, como las fallas de mayor incidencia en estudio, como se indica en la Figura 26:



**Figura 26:** Hipótesis de fallas área de mantenimiento Gol Fields.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

**Fase 3:** Se logró alcanzar la particularidad, creando la herramienta de las “5S”, para identificar las fallas.

**Tabla 6.** Metodología Lean Belt Fase Crear

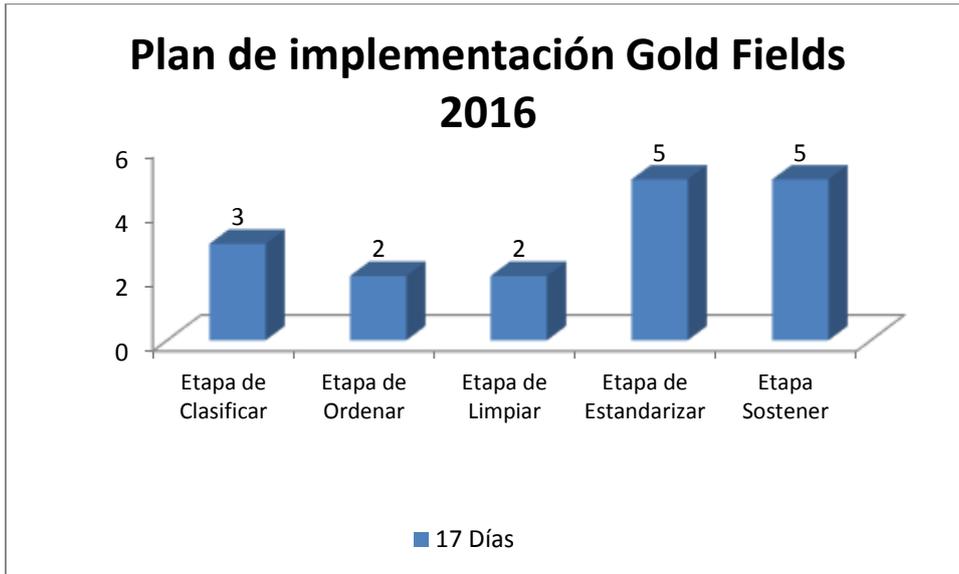
Fases	Técnica	PARTICULARIDAD	Mejora a partir de Fase Crear	Necesidad de mejora
Fase 3	Crear	Se implementó lo básico en la herramienta de las “5S”, eliminando desperdicios que no generen valor al proceso, se generó soluciones y se utilizó la herramienta de causa raíz para llegar a la solución de la necesidad de la empresa Gold Fields.	Se organizó el área de mantenimiento, imponiendo el orden, limpieza, disciplina y se eliminó desperdicios que obstaculizaban el paso.	-Se organizó el área de mantenimiento, imponiendo el orden, limpieza. -Se cumplió las cinco etapas (Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina). -Se cumplió el plan de implementación trazado en 17 días (Ver Figura 27).

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Para cumplir con la *Fase 3*, se cumplió lo expuesto en la Tabla 6, para lo cual se desarrolló lo siguiente: **Se elaboró el plan de implementación** (Ver Figura 27), luego **se cumplió las 5 etapas propuestas en el plan** (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina), a continuación **se analizó la causa raíz de las fallas encontradas** y por último se hizo **la implementación de las mejoras de la causa raíz** como se muestran a continuación:

#### A. Ejecución del Plan de implementación Gold Fields

Se cumplió con la implementación del plan diseñado en 17 días desarrollado en diferentes etapas como: Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplina, dichas etapas se cumplieron con estricta vigilancia y cumplimiento en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca, a continuación se detalla el cumplimiento de cada una de las etapas:



**Figura 27:** Plan de implementación Gold Fields 2016.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

#### - **Etapa Clasificar**

Se ordenó y clasificó los materiales que se encontraron desordenados en el taller y en diferentes lugares del área de mantenimiento del Área de Operación de Carguío y Acarreo de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca, clasificándolos de acuerdo a su categoría, previa selección para las operaciones de mantenimiento y así evitar incidentes o accidentes en el área de trabajo.

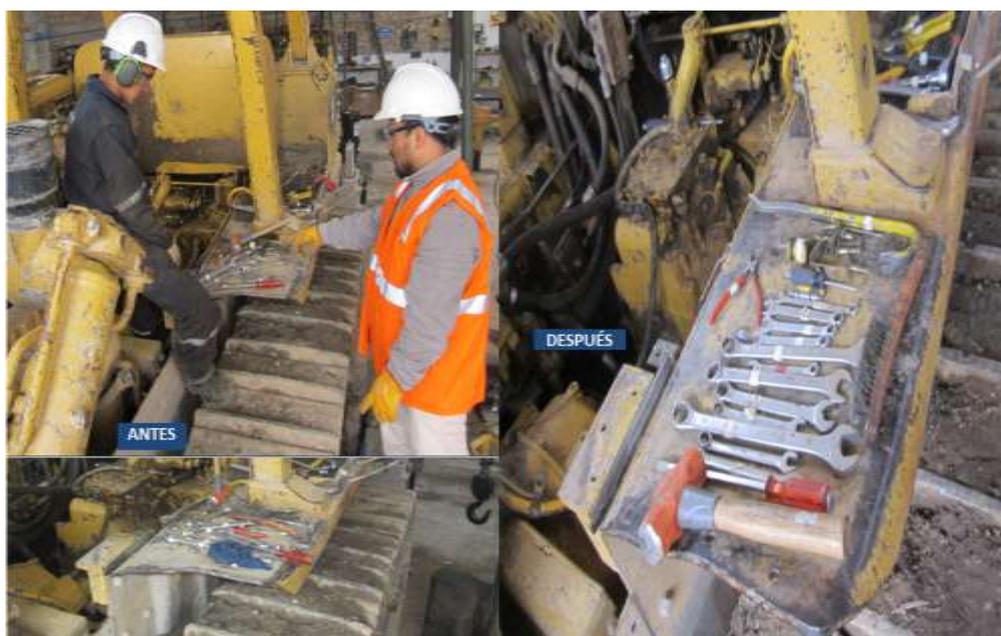


**Figura 28.** Selección Etapa clasificar.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

Los objetos seleccionados se clasificaron, siguiendo un criterio de selección teniendo en cuenta los objetos innecesarios como defectuosos (deteriorados, descompuestos, rotos), obsoletos, funcionales y vencidos.

#### - Etapa Ordenar

Después de haber clasificado los objetos y herramientas se procedió a demarcar la zona para su almacenamiento o ubicación. Se ordenó los materiales útiles en lugares visibles se mejoró la imagen del área de mantenimiento, se aprecia el área libre se evitó riesgos y accidentes.



**Figura 29.** Clasificación de herramientas.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

#### - Limpiar

En la empresa minera Gold Fields La Cima, se trabajó con los sistemas abiertos, es decir que todos los sistemas se encuentran susceptibles a cualquier forma de contaminación. Por lo que se trabajó a puerta cerrada, y se realizó limpieza en el área de trabajo para evitar que se produzca algún tipo de accidentes o incidentes, como se aprecia en la Figura 30:



**Figura 30.** Limpieza de la zona de trabajo.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

#### - **Eta**pa Estandarizar

Para realizar esta cuarta etapa en la empresa minera Gold Fields La Cima, se realizó lo siguiente:

En primer lugar, se creó hábitos de limpieza en los técnicos y personal por área, para que se conserven las tres primeras S, se desarrolló en 3 pasos:

- Se asignó responsabilidades de trabajo.
- Se distribuyó los deberes a cada trabajador.
- Se verificó el mantenimiento en cada uno de ellos.

En segundo lugar se dio a conocer la estandarización a la prevención bajo los siguientes aspectos:

- En organización preventiva, se capacito que no se debe esperar que se acumulen los elementos innecesarios que obstaculicen el trabajo a desarrollar.
- Se logró que se respete el orden preventivo por necesidad de servicio del equipo.
- Se logró que la limpieza preventiva sea de prioridad para evitar que las cosas se ensucien para no contar con fuentes de contaminación en las áreas de trabajo.

Para cumplir con esta etapa, se asignó tareas al personal de las diferentes áreas de la empresa minera Gold Fields La Cima, como se aprecia en el anexo (Ver Anexo 6)

#### - **Etapa Disciplina**

Esta quinta etapa es de importancia de lo contrario no se cumplen las cuatro etapas anteriores, se convirtió en un hábito el mantenimiento correcto de los procedimientos de la empresa Gold Fields, por lo que al personal se infundió la práctica de la disciplina para lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los estándares y controles.

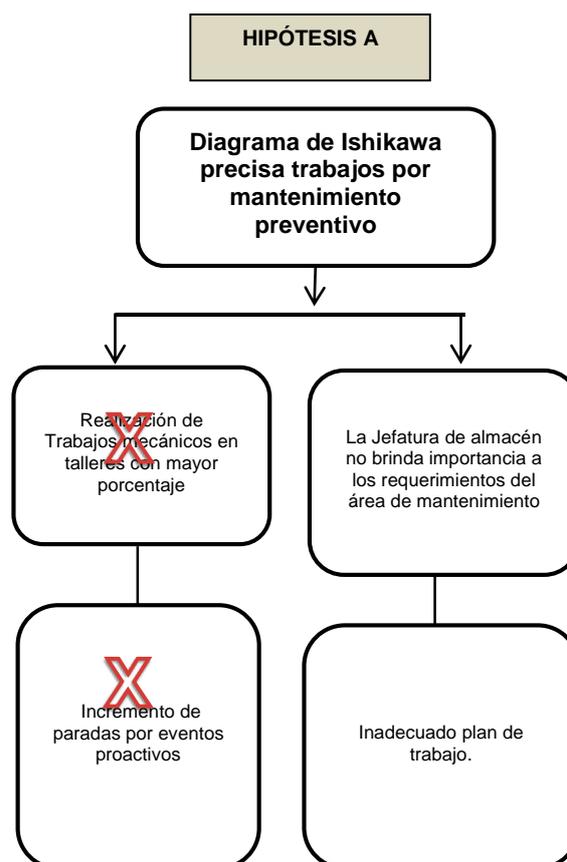


**Figura 31.** Etapa Disciplina utilizar correctamente estándares.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## B. Analizar causa raíz

Luego de haber implementado el plan en el plazo previsto, se prosiguió a analizar la causa raíz análisis que permitió incrementar la baja disponibilidad encontrada en la flota de Tractores CAT® D10T y de Excavadoras 330C del área de mantenimiento, se ubicó la causa lógica ubicada en la herramienta de árbol lógico de fallas.

De las cuatro hipótesis planteadas diagnosticadas por el diagrama de Ishikawa, se validó las hipótesis A, para comprobar cuáles son verdaderas y cuáles son falsas (A, B, C, y D).



**Figura 32.** Analizar causa raíz- Hipótesis A.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

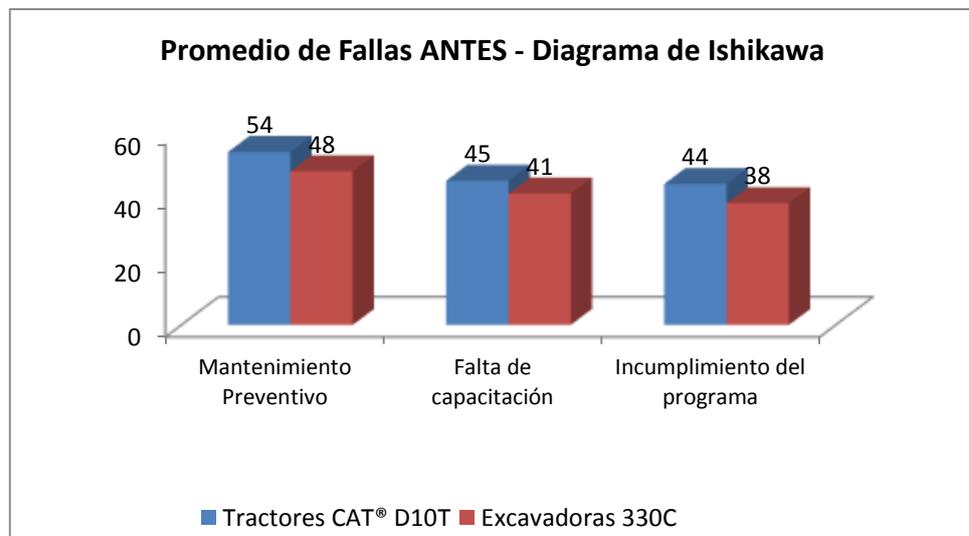
A continuación se confirma la Hipótesis A, en la matriz de verificación donde se demuestra que no se está incluyendo las actividades el proceso de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields

**Tabla 7.** Matriz para la verificación de la hipótesis A

Matriz de verificación de hipótesis				
Rama o raíz:	Descripción de la hipótesis:	¿Cómo se verificó?	Verificado por:	Respuesta
Diagrama de Ishikawa precisa trabajos por mantenimiento preventivo	Realización de Trabajos mecánicos en talleres con mayor porcentaje	Registros de datos por unidad de atención	Líder del área de mantenimiento	<b>No es causa raíz;</b> porque a la fecha los incidentes suceden más por mantenimiento preventivo.
	La Jefatura de almacén no brinda importancia a los requerimientos del área de mantenimiento	Reporte del Dispatch programado	Supervisor	<b>(1) Sí es causa raíz;</b> La Solución de Gestión de Mina DISPATCH, permite a los clientes Implementar estrategias al no figurar en el Dispatch, no se optimiza los tiempos, por lo que no se realiza ningún mantenimiento preventivo y no aumentar la Seguridad y el control.

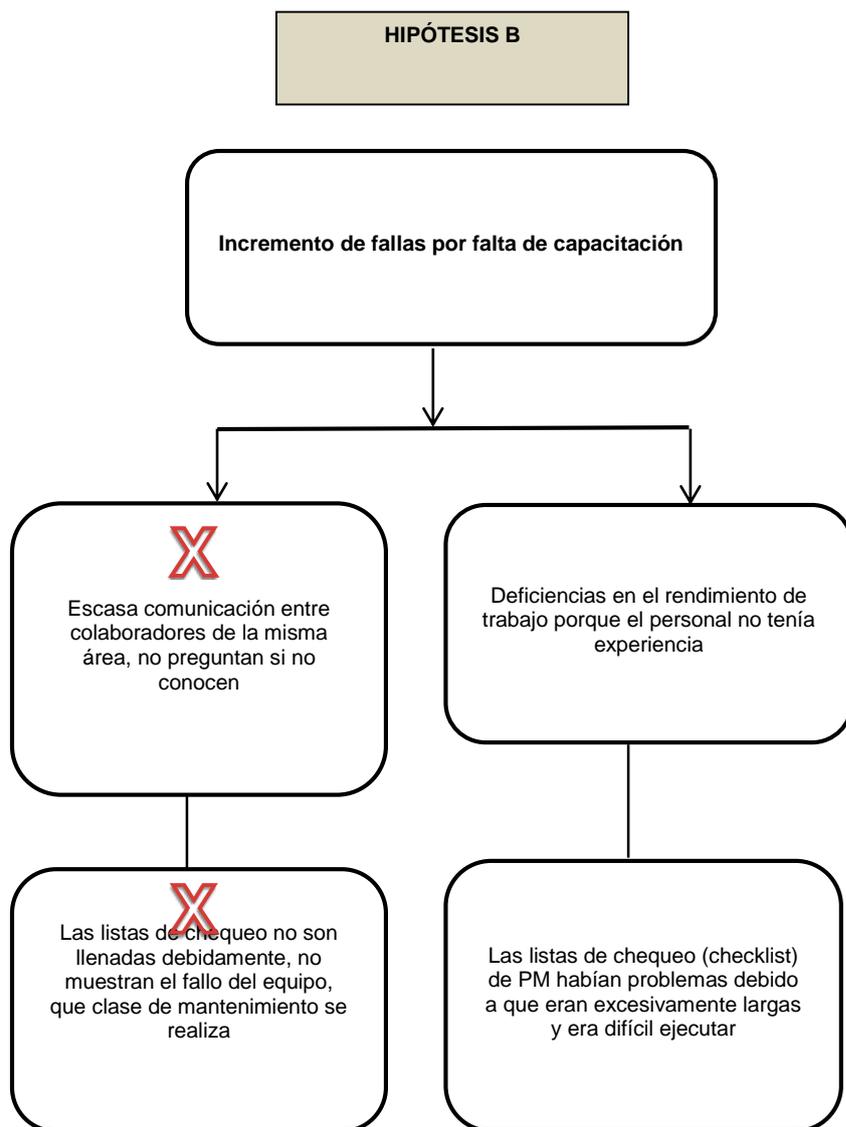
Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 33, se completa la Matriz para la verificación de la Hipótesis A.



**Figura 33.** Promedio de Fallas ANTES - Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia, 2016.



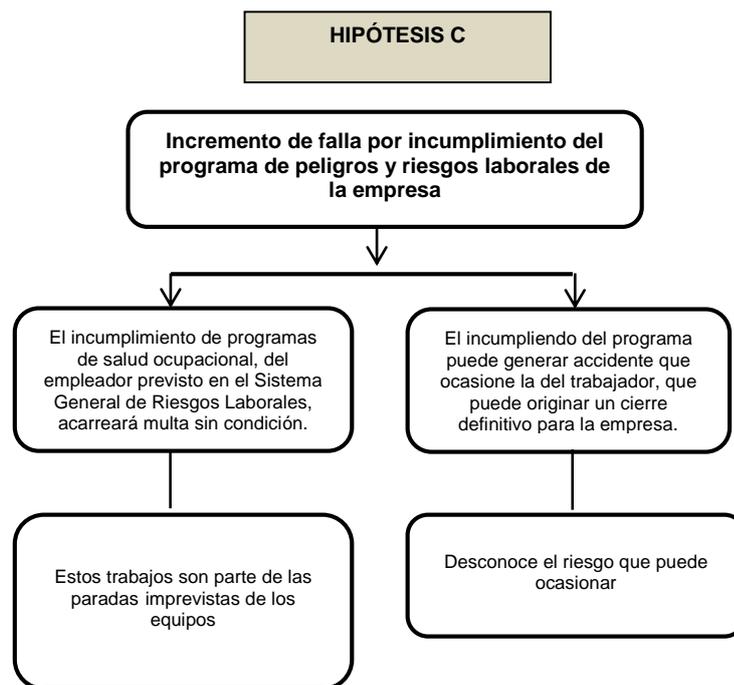
**Figura 34.** Analizar causa raíz- Hipótesis B.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

En la Figura 34, se muestra la identificación si es causa raíz, del formato y la matriz para la verificación de la hipótesis B. Se detalla a continuación la validación:

**Tabla 8.** Matriz para la verificación de la hipótesis B

Matriz de verificación de hipótesis B				
Rama o raíz:	Descripción de la hipótesis:	¿Cómo se verificó?	Verificado por:	Respuesta
Incremento de fallas por falta de capacitación	Escasa comunicación entre colaboradores de la misma área, no preguntan si no conocen	Entrevista a cada trabajador por área	Supervisor	<b>No es causa raíz;</b> No es razón para la originar fallas en el área.
	Deficiencias en el rendimiento de trabajo porque el personal no tenía experiencia	Inspección visual.	Supervisor	<b>(2) Sí es causa raíz;</b> Al desconocer las mejoras o planes de acción, no se logran los objetivos en beneficio de la empresa.

Fuente: Elaboración propia, 2016.



**Figura 35.** Analizar causa raíz- Hipótesis C.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

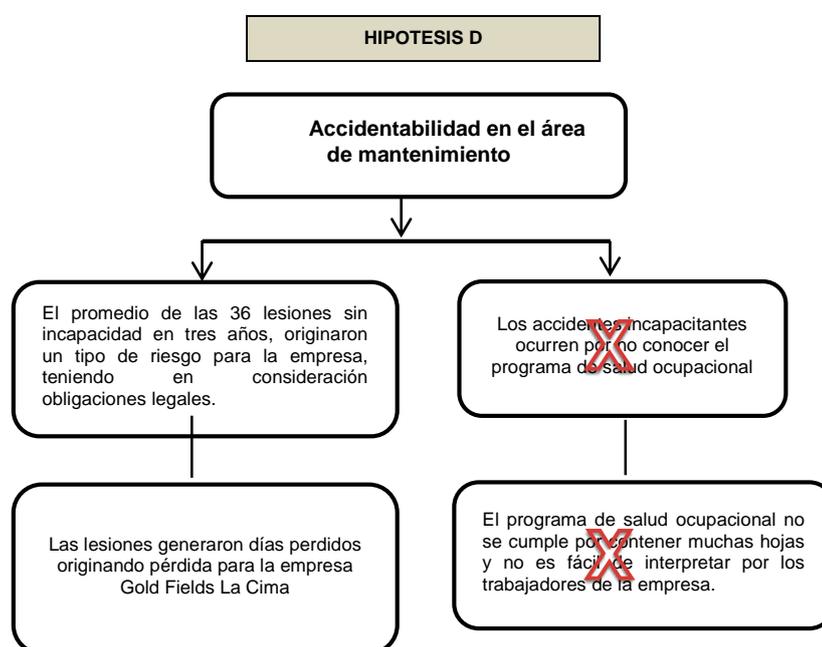
En la Figura 35, se muestra la identificación si es causa raíz, del formato y la matriz para la verificación de la hipótesis C. Se detalla a continuación la validación:

**Tabla 9.** Matriz para la verificación de la hipótesis C

Matriz de verificación de hipótesis C				
Rama raíz:	Descripción de la hipótesis:	¿Cómo se verificó?	Verificado por:	Respuesta
Incremento de falla por incumplimiento del programa de peligros y riesgos laborales de la empresa	El incumplimiento de programas de salud ocupacional, del empleador previsto en el Sistema General de Riesgos Laborales, acarreará multa sin condición	Inspección visual	Supervisor de línea	(3) <b>Sí es causa raíz;</b> Esta conjetura son parte de las paradas no programadas de los equipos
	El incumplimiento del programa puede generar accidente que ocasione la del trabajador, que puede originar un cierre definitivo para la empresa.	Supervisor confirma inexistencia de personal que desconoce el programa	Supervisor	(4) <b>Sí es causa raíz;</b> No se cuenta con personal capacitado

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 9, se muestra la identificación si es causa raíz, del formato y la matriz para la verificación de la hipótesis D. Se detalla a continuación la validación:



**Figura 36.** Analizar causa raíz- Hipótesis D.  
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Al encontrar esta falla, se generó las órdenes de trabajo (OT) para solicitar repuestos, apreciándose que carecen de

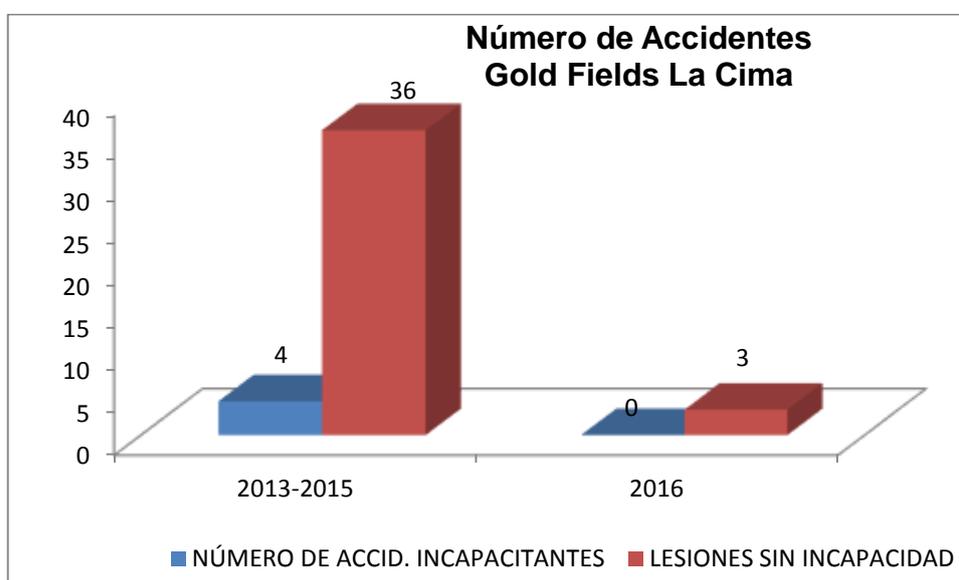
stock en su almacén que está en la operación, explicándonos que se les acabó pero que realizaron nuevo pedido, o en algunos casos nos explican que no mantienen stock de algunos repuestos porque no tienen mucho movimiento en su almacén.

**Tabla 10.** Matriz para la verificación de la hipótesis D

Matriz de verificación de hipótesis D				
Rama raíz:	Descripción de la hipótesis:	¿Cómo se verificó?	Verificado por:	Respuesta
Accidentabilidad en el área de mantenimiento	El promedio de las 36 lesiones sin incapacidad en tres años, originaron un tipo de riesgo para la empresa, teniendo en consideración obligaciones legales.	Se analizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa minera Gold Fields	Supervisor	<b>(5) Sí es causa raíz;</b> Sus trabajos son reprogramados y suplidos.
	Los accidentes incapacitantes ocurren por no conocer el programa de salud ocupacional	Observación	Supervisor	<b>No es causa raíz;</b> No es motivo para la implementación de plan.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Figura 37, se completa la verificación de la Hipótesis D

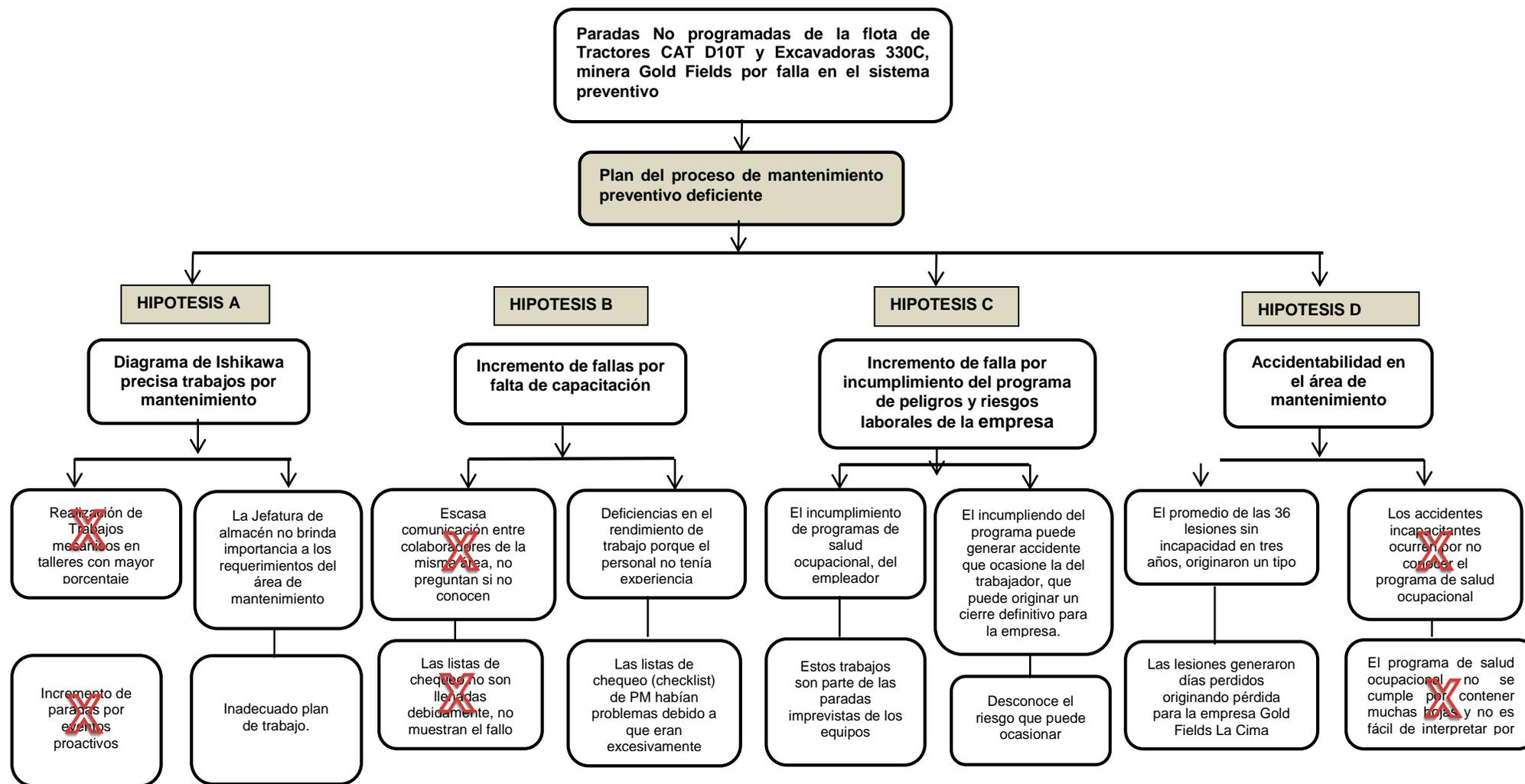


**Figura 37.** Número de Accidentes Gold Fields La Cima.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se presenta a continuación el diagrama completo del árbol lógico donde se representa las hipótesis como las posibles causas que involucra a las fallas encontradas en el diagrama de Ishikawa de la minera Gold Fields - La Cima.

## Diagrama completo del árbol lógico de fallas empresa minera Gold Fields



**Figura 38.** Árbol lógico posible causas que involucre a las paradas no programadas.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

**Tabla 11.** Matriz de operación para eliminar las Causas Raíces

<b>Matriz de operación para eliminar las Causas Raíces Gold Fields</b>				
Resumen de las causas raíces, lo que origina las fallas y la solución dada al evento.	-Acciones específicas a tomar para eliminar las causas raíces y las fallas humanas. -Implementación de mejoras	Quien es el responsable por cada acción	Fecha específica	Costo o Valor de cada acción
<b>(1) Sí es causa raíz;</b> La Solución de Gestión de Mina DISPATCH, permite a los clientes Implementar estrategias al no figurar en el Dispatch, no se optimiza los tiempos, por lo que no se realiza ningún mantenimiento preventivo y no aumenta la Seguridad y el control.	Se implementó el Dispatch, el cual ocasionó alineamiento a los equipos de trabajo asignó, en forma automática, personal a los equipos, antes del comienzo del turno y se aseguró de que cada equipo haya sido asignado a un operador calificado y adecuado. Se recabó información desde distintos registros (Turnos, calificación de los equipos, fin de turno) antes de que se hagan las asignaciones.	Supervisor	marzo 2016	\$ 0
<b>(2) Sí es causa raíz;</b> Al desconocer las mejoras o planes de acción, no se logran los objetivos en beneficio de la empresa.	Se designó a un responsable para dirigir y dar a conocer las mejoras de la implementación del plan a todos los supervisores, líderes y Jefes de las diferentes guardias, para que en conjunto extiendan la implementación del plan.	Supervisor	abril 2016	\$ 0
<b>(3) Sí es causa raíz;</b> Esta conjetura son parte de las paradas no programadas de los equipos	Se verificó que se cumpliera el programa de salud ocupacional, a pesar de la insistencia de algunos trabajadores, se trabajó en conjunto para evitar tiempos de ejecución de las actividades primarias que se ven afectados por demoras en las actividades que los antecede.	Supervisores de línea	mayo 2016	\$ 0
<b>4) Sí es causa raíz;</b> No se cuenta con personal capacitado	Se capacitó al personal de mantenimiento, al personal del área de carguío y acarreo, para evitar incidentes en la empresa	Supervisor	junio 2016	\$ 0
<b>(5) Sí es causa raíz;</b> Sus trabajos son reprogramados y suplidos.	Se les dio charlas preventivas comunicándoles sus obligaciones que deben de tomar conciencia con el trabajo que realizan porque perjudican a la productividad de la empresa y atentan contra su vida, tomando en cuenta que la mayoría de los accidentes incapacitantes ocurren en los meses de enero, julio y diciembre.	Supervisor	julio 2016	\$ 0

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

### C. Implementación de las mejoras de la causa raíz

Posteriormente de ejecutar el análisis para eliminar las causas raíces, se implementó las mejoras por cada una como se aprecia a continuación:

**Tabla 12.** Implementación de las mejoras

Raíces	Implementación de mejoras	Mejora a implementar
<b>Primera causa raíz</b>	Al no estar en la relación del Dispatch de la empresa no se optimizó los tiempos y por lo tanto no se realizó un buen control del trabajo realizado.	-De inmediato se implementó en el Dispatch, los trabajos la inspección para detectar de forma preferente, el sobrecalentamiento de los neumáticos por medio de interfaces directas que envían información a los sistemas de monitoreo en Línea de neumáticos. --Se elaboró una cadena de valor para identificar las actividades primarias y actividades de apoyo.
<b>Segunda causa raíz</b>	Al desconocer las mejoras o planes de acción, no se logran los objetivos en beneficio de la empresa.	Se designó a un responsable para dirigir y dar a conocer las mejoras de la implementación del plan a todos los supervisores, líderes y Jefes de las diferentes guardias, todo el personal de la planta, debe ser debidamente capacitado y motivado para que a través del mejoramiento continuo toda la empresa pueda beneficiarse.
<b>Tercera causa raíz</b>	Esta conjetura son parte de las paradas no programadas de los equipos	Se verificó que se cumpliera el programa de salud ocupacional, a pesar de la insistencia de algunos trabajadores, se trabajó en conjunto para evitar tiempos de ejecución de las actividades primarias que se ven afectados por demoras en las actividades que los antecede.
<b>Cuarta causa raíz:</b>	No se cuenta con personal capacitado	Se capacitó al personal de mantenimiento, al personal del área de carguío y acarreo, para evitar incidentes en la empresa
<b>Quinta causa raíz:</b>	Sus trabajos son reprogramados y suplidos.	Se les dio charlas preventivas comunicándoles sus obligaciones que deben de tomar conciencia con el trabajo que realizan porque perjudican a la productividad de la empresa y atentan contra su vida, tomando en cuenta que la mayoría de los accidentes incapacitantes ocurren en los meses de enero, julio y diciembre.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

**Fase 4:** Se logró alcanzar la particularidad, para reducir costos y sustituir piezas de los equipos.

**Tabla 13.** Metodología Lean Belt, Técnica Utilizar.

Etapa	Técnica	PARTICULARIDAD
Fase 4	Utilizar	<p>El mantenimiento preventivo mejora la productividad y la fiabilidad de los equipos de minería, al mismo tiempo que se reducen los costos de reparación, entonces:</p> <p>La sustitución o reparación de piezas y componentes desgastados, o con posibilidad de romperse antes de que fallen, puede ayudar a prevenir un daño mayor a las máquinas. Las fallas importantes se pueden evitar fácilmente por medio de un mantenimiento preventivo y controles periódicos; así, se reducen las pérdidas de tiempo y paradas no programadas por lo que se analizó:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El proceso de mantenimiento preventivo</li> <li>-Se mejoró el uso de los tiempos de espera que no agregan ningún valor a la actividad de la siguiente manera</li> <li>-Se solicitó al área de almacén el requerimiento oportuno de repuestos.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

**Fase 5:** Mejora a partir de la Fase Sostener, en esta fase se efectuó el plan de implementación como se detalla en el literal A:

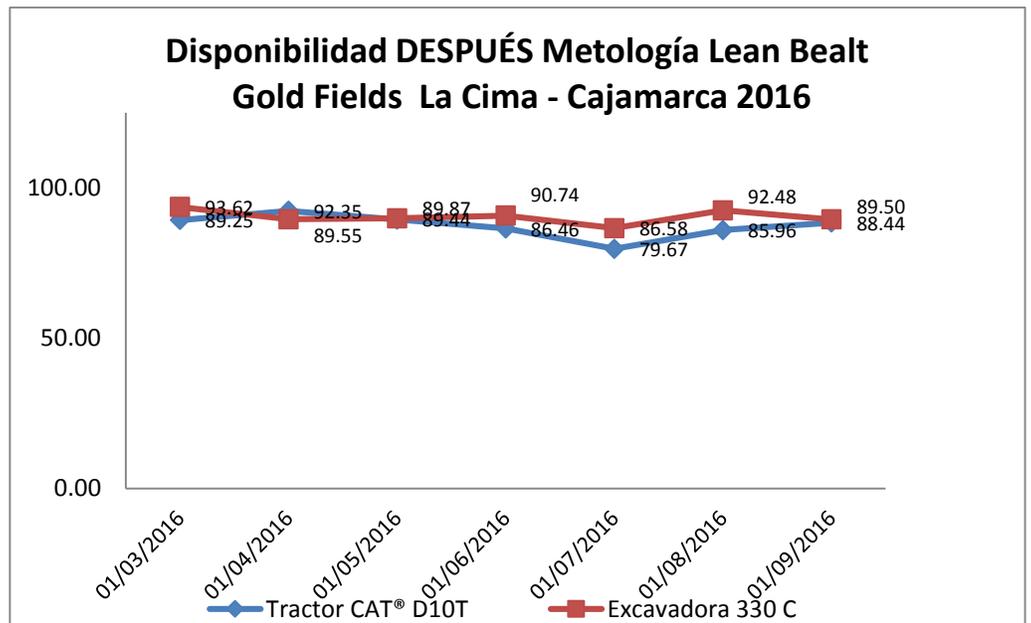
**Tabla 14.** Metodología Lean Belt, Técnica Sostener

Etapa	Técnica	PARTICULARIDAD
Fase 5	Sostener	<p>Al cumplir la Fase 4, se prosigue a realizar la Fase Sostener para lo cual se elaboró un proyecto el cual contó con la participación y compromiso de todos los trabajadores involucrados en el área de mantenimiento de la empresa Gold Fields La Cima. Se contó con el apoyo de las jefaturas como el Jefe de SSOMA, el Jefe de Mina y supervisores.</p>

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## A. Logros de la implementación del Plan DESPUÉS de utilizar la Metodología Lean Belt

- Se incrementó la disponibilidad de los equipos:



**Figura 39.** Disponibilidad DESPUÉS Metodología Lean Belt  
Fuente: Área operaciones Mina

En la Figura 39, de disponibilidad DESPUÉS de la implementación de la Metodología Lean Belt, se logró incrementar la disponibilidad de la flota de Tractores CAT® D10T y de Excavadoras 330C del área de mantenimiento, alcanzando un logro de disponibilidad de 87.4% en Tractores CAT® D10T y en Excavadoras 330C se logró un 90% de disponibilidad en referencia a la disponibilidad encontrada (Ver Figura 23).

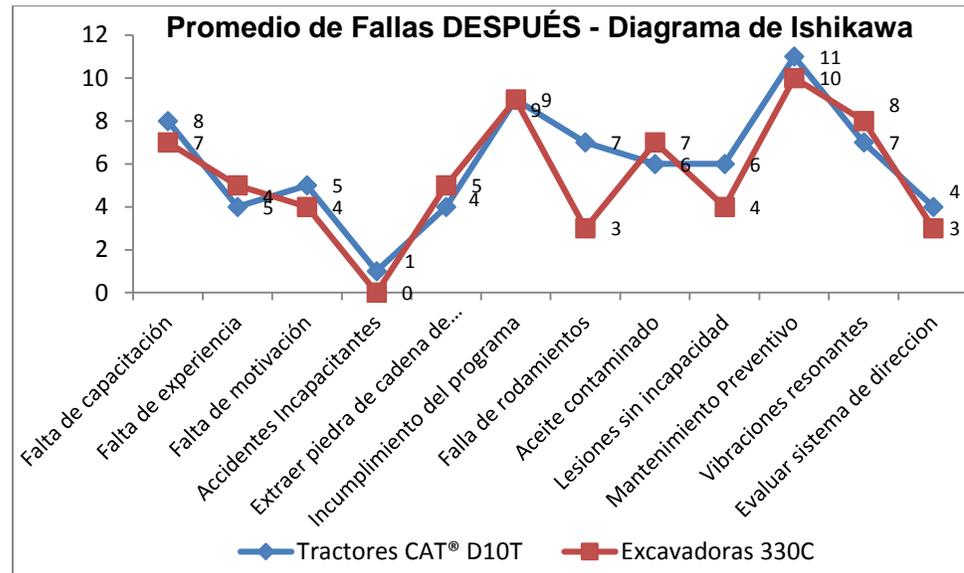
**Tabla 15.** Porcentaje de disponibilidad DESPUÉS mantenimiento predictivo

Área de mantenimiento				
Gold Fields La Cima Cajamarca				
	MESES	N° correctivos (Eventos)	Duración de correctivos (Horas)	Costo por Hora \$/H
Tractor CAT® D10T	15/03/2016	8	38.7	2360.7
	15/04/2016	19	55.1	3361.1
	15/05/2016	19	78.6	4794.6
	15/06/2016	38	97.5	5947.5
	15/07/2016	42	151.24	9225.64
	15/08/2016	14	105.3	6423.3
	15/09/2016	6	41.6	2537.6
	<b>Sub total</b>	<b>146</b>	<b>568.04</b>	<b>34650.44</b>
	<b>Promedio</b>	<b>20.86</b>	<b>81.15</b>	<b>4950.06</b>
Excavadora 330 C	15/03/2016	13	22.98	1194.96
	15/04/2016	32	75.21	3910.92
	15/05/2016	19	75.4	3920.8
	15/06/2016	35	66.7	3468.4
	15/07/2016	45	99.85	5192.2
	15/08/2016	25	56.4	2932.8
	15/09/2016	8	37.8	1965.6
	<b>Sub total</b>	<b>177</b>	<b>434.34</b>	<b>22585.68</b>
<b>Promedio</b>	<b>98.93</b>	<b>257.74</b>	<b>3226.53</b>	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la Tabla 15, se manifiesta el número de eventos de la flota de los 04 Tractores de cadenas CAT® D10T y 05 Excavadora Hidráulica 330C en estudio que hacen un total de 98.93 eventos correctivos durante el periodo de estudios, y con 1002.38 horas perdidas durante los siete meses de estudio. Por lo que se concluye la disminución de horas perdidas en 1087.38 horas, después de aplicar la Metodología Lean Belt (Ver Tabla 5).

**Se disminuyó el número de fallas encontradas en el diagrama de Ishikawa:**



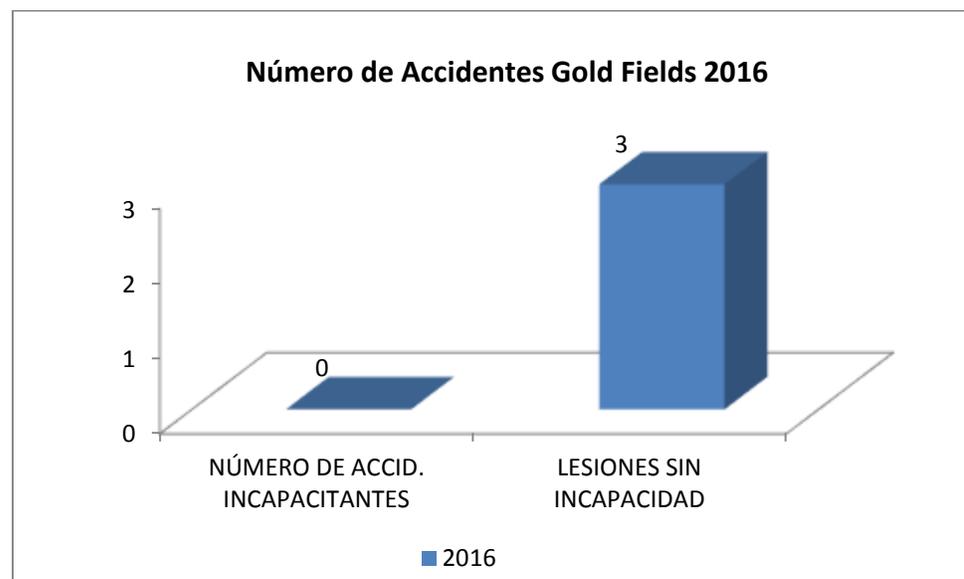
**Figura 40.** Promedio de Fallas DESPUÉS – Diagrama de Ishikawa  
Fuente: Área operaciones Mina

En la Figura 40. Las Fallas encontradas DESPUÉS de aplicar la metodología Lean Belt, y cumplir las diferentes fases de la Metodología en el área de mantenimiento, se logró disminuir el número de fallas de los Tractores de cadenas CAT® D10T a 11 fallas en mantenimiento preventivo logrando reducir en 43 fallas (Ver Figura 24), seguido de 9 falla por incumplimiento del programa logrando reducir en 35 fallas y por Lesiones sin incapacidad se logró reducir en 31 fallas.

En cuanto a la Flota de Excavadoras Hidráulica 330C, se verificó que el mayor incremento de fallas es por falta de mantenimiento preventivo logrando reducir en 38 fallas, seguido de incumplimiento del programa en 28 fallas y en vibraciones resonantes se logró

disminuir de 21 a 8 se logró disminuir a 13 fallas. Lo que significa que al aplicar la Metodología Lean Belt en la minera Gold Fields La Cima, ayudo a la mejora del área de mantenimiento en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para lograr el Budget programado por la empresa para el año 2016.

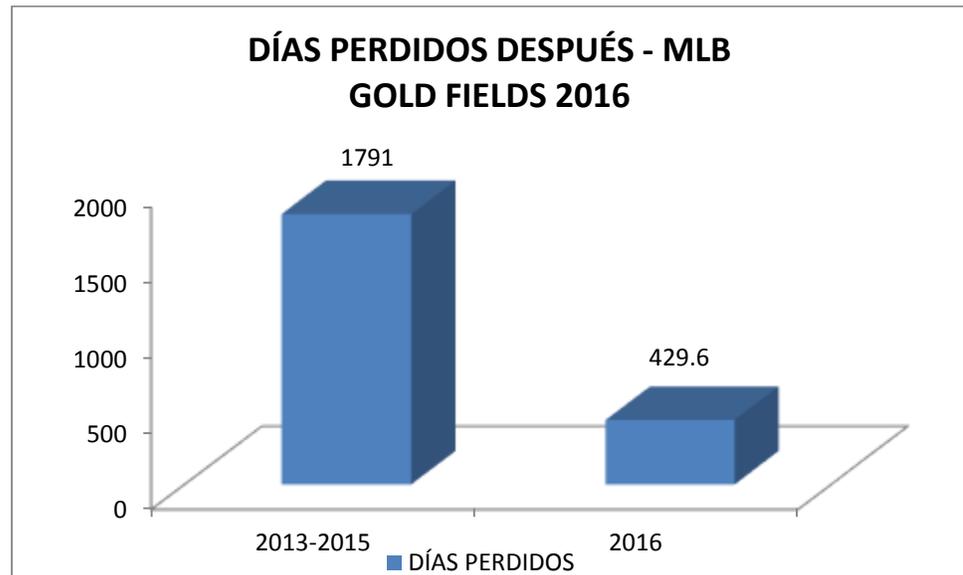
- **Se disminuyó el número accidentes en el área de mantenimiento:**



**Figura 41.** Número de Accidentes Gold Fields 2016  
**Fuente:** Área operaciones Mina

Según la Figura 41, se verifica que durante el año 2016 la empresa minera Gold Fields, ha reducido el número promedio de accidentes incapacitantes en un 100% accidentes por año, logrando que en el año 2016, disminuir a cero accidentes por incapacidad, después de aplicar la Metodología Lean Belt en la minera Gold Fields y logrando a 3 accidentes de lesiones sin incapacidad de un total de 36 lesiones para el año 2016 (Ver Figura 37).

- Se disminuyó el número de días perdidos



**Figura 42.** Días Perdidos DESPUÉS Gold Fields 2016  
**Fuente:** Área operaciones Mina.

En la Figura 42. De días perdidos se aprecia la disminución de días perdidos en 1361.4 días lo que significa, que después de haberse implementado el plan con la Metodología Lean Belt benefició a la empresa minera Gold Fields en el 2016 disminuyendo el número de días perdidos.

## CAPITULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

### 4.1. Prueba de hipótesis general

En el presente trabajo de investigación se elaboró la siguiente hipótesis: *“La implementación de la metodología Lean Belt, influye significativamente en la prevención de peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca”.*

Por lo que, se acepta la hipótesis general, porque, se mejoró la Disponibilidad de Tractor CAT® D10T de 76.619% incremento a 87.3668% así como también de la Excavadora 330C mejoró de 74.586% a 90.07%, se disminuyó los accidentes incapacitantes de 4 accidentes a 0 accidentes así como también las lesiones sin incapacidad disminuyeron de 36 lesiones a 3 lesiones en el año 2016, durante el periodo de estudio.

### 4.2. Prueba de hipótesis Específicos

*“Los peligros y riesgos laborales del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, influyen significativamente en la económica de la empresa”.*

Se acepta la hipótesis específica, porque al tener equipos parados no generan productividad lo que influye significativamente en la económica de la empresa Gold Fields La Cima.

*“Las Fases Técnicas consideradas en la implementación de la metodología Lean Belt, permitirán identificar peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca”.*

Se acepta la hipótesis, porque las Fases consideradas en la implementación de la metodología Lean Belt, permitieron identificar peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields en un 75%.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **CONCLUSIONES**

La implementación de la metodología Lean Belt, Influyó notablemente en el mejoramiento del área de mantenimiento de la empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, incrementando la disponibilidad de sus equipos, disminuyendo el número e accidentes en el área de mantenimiento e incrementando la productividad de la empresa.

Los peligros y riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los colaboradores del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima, fueron por incumplimiento del programa de Salud y Seguridad Ocupacional, teniendo un promedio de 41 fallas encontradas durante los años 2013 al 2015, disminuyendo después de implementar la Metodología Lean Belt a 9 fallas durante el año 2016.

Las Fases Técnicas a ejecutarse con la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima fueron: Enfocar, Operar, Crear, Utilizar y sostener. Las cuales se detallan en el desarrollo de la presente tesis profesional en el Capítulo III.

Los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la empresa minera Gold Fields La Cima Cajamarca fueron: Incremento en la disponibilidad en la flota de tractores CAT® D10T de 10.74% y en la flota de Excavadoras 330C de 15.19% disminución de accidentes incapacitantes de 4 accidentes analizados en los años anteriores a 0 accidentes y disminución de lesiones sin incapacidad de 36 accidentes a 3 accidentes en el año 2016. Teniendo una ganancia económica de \$ 60 422.04 para la empresa minera Gold Fields La Cima.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar la metodología Lean Belt logra traer beneficios para la empresa, logra a largo plazo mantener la rentabilidad buscando oportunidades de mejora, analizando causa de raíces para encontrar la solución a las fallas y logra generar gastos innecesarios a la empresa.

Capacitar a todo el personal de las diferentes áreas de la empresa minera Gold Fields La Cima, para no causar accidentes e incidentes que perjudiquen la salud de cada uno y la productividad dela empresa.

Se recomienda al Área de seguridad de la empresa minera Gold Fields y supervisores explicar adecuadamente el manual de prevención de riesgos laborales y el Plan de salud ocupacional a todas áreas de la empresa para evitar incidentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caterpillar (2010). Performance metrics for mobile mining equipment. USA. 159 p.

Cazorla, G. (2015). Tesis *“Mejora de los procesos de gestión para la sostenibilidad de la calidad de las relaciones comunitarias en una empresa minera”*, Facultad de Ingeniería Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. 152 p.

Gold Fields. (2010). en línea. Fecha de consulta 14/06/2016. Disponible en:  
<http://www.goldfields.com.pe/seguridad-y-salud-ocupacional/index.php>.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>

Martínez, A. (2013). Mantenimiento Preventivo. Disponible en: Alter Evo Ingenieros. <http://alterevoingenieros.blogspot.com/2013/09/mantenimiento-lean.html>. Fecha de consulta C/2307/2016.

Jones, D. (2007). *¿Qué es Lean?* Disponible en: Instituto Lean Management: <http://www.institutolean.org/index.php/acerca/que-es-lean>. Fecha de consulta C/23/05/2016.

Juárez R. (2001). Calidad del Proceso y Análisis de Causa Raíz. (En Línea). Fecha de consulta C/11/07/16. Consultado en: <http://www.causaraíz.com/series.shtml>.

Rodríguez, E. (2012). Universidad Privada del Norte Tesis *“Propuesta de mejora de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipo de acarreo de una empresa minera de Cajamarca”*. Perú. Cajamarca. 159 p.

Romero, H. (2013). Tesis, "*Plan de Ohsas 18001 para prevenir los riesgos laborales de la Mype Yefico Sac de Villa El Salvador*". Facultad de Ciencias de Gestión Escuela de Administración. Universidad Autónoma del Perú. En Perú.132 p.

Salazar L. 2010. Herramientas para el Ingeniero Industrial. Colombia. 298 p.

Salgado, R. (2013). Cuatro conceptos clave de la Filosofía Lean. Disponible en: <http://rubensalgadovision.wordpress.com/2013/06/09/cuatro-conceptos-clave-de-la-filosofia-lean/>. Fecha de consulta C/23/05/2016.

Ulloa, F. (2012). Tesis: "*Procedimientos para la integración de los riesgos ambientales y de seguridad y salud ocupacional al sistema de gestión de calidad. Caso de estudio empresa de elaborados cárnicos de Ecuador*". Ecuador. Latacunga. Facultad de Ingeniería industrial. Universidad de Holguin. 150 p.

Valderrama, R. (2010). "*Implementación de un plan de seguridad y salud ocupacional Seguridad Basada en el Comportamiento*". Tesis. Universidad de Piura. Piura. Perú. 128. p.

Villalba, D. (2008). *Desarrollo de estrategias de prevención de accidentes de trabajo utilizando fundamentos de seguridad basada en comportamiento* (SBC) Universidad Rafael Urdaneta. Venezuela.134 p.

Vergara, M. (2013). Optimización del proceso de herramienta de contacto mediante la metodología "Lean Belt" mantenimiento Mina de la Empresa Minera Yanacocha SRL. Cajamarca. 135 p.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Matriz de Consistencia

**Tabla 16.** Implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, 2016.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO DE ANÁLISIS	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema principal:</b> -¿Cómo influye la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> -Determinar la influencia de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> -La implementación de la metodología Lean Belt, influye significativamente en la prevención de peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.</p>	<p><b>V.I.</b> Metodología Lean Belt.</p>	<p>Hipotético Deductivo</p>	<p>Lista de verificación y cuestionarios</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Aplicativa: porque se aplicará la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento. <b>Nivel de investigación</b> - Descriptiva <b>Diseño de investigación</b> - Longitud <b>Población</b> Constituida por 25 Excavadoras hidráulicas CAT y 08 Tractores de Oruga CAT, un total de 33 equipos de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, durante el año 2016. <b>Muestra</b> - Se considera a 05 Excavadoras hidráulicas CAT y 04 Tractores de Oruga CAT, que en total son 09 equipos del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, durante el periodo de ejecución del presente trabajo de investigación desde el 15 de marzo al 15 de setiembre de 2016. <b>Técnicas de recolección de datos</b> Entrevistas, encuesta.</p>
<p><b>Problemas secundarios:</b> -¿Cuáles son los peligros y riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los colaboradores del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca? -¿Cuáles son las Fases Técnicas que deben considerarse en la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca? -¿Cuáles son los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> -Identificar los peligros y riesgos laborales a los que se encuentran expuestos los colaboradores del área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca. -Identificar las Fases Técnicas que deben considerarse en la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca. -Analizar los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt, para prevenir peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.</p>	<p><b>Hipótesis secundarias:</b> - Los peligros y riesgos laborales del área de mantenimiento de la empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca, influyen significativamente en la económica de la empresa. - Las Fases Técnicas consideradas en la implementación de la metodología Lean Belt, permitirán identificar peligros y riesgos laborales en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca. - Los resultados de la implementación de la metodología Lean Belt mejorará las condiciones de trabajo en el área de mantenimiento de la Empresa Minera Gold Fields La Cima Cajamarca.</p>	<p><b>V.D.</b> Prevención de peligros y riesgos laborales.</p> <p><b>Indicador:</b> Cuestionario</p>			

Fuente: Elaboración propia - 2016.



### Anexo 3: Encuesta Minera Gold Fields

	<b>ENCUESTA MINERA GOLD FIELDS LA CIMA</b>	
	Fase I. Área de mantenimiento	REV. 01

DATOS GENERALES	
N°	
EMPRESA	
Ubicación	
Nombre de la empresa encuestada:	
Relación laboral:	
Teléfono contacto:	
Correo electrónico:	
Área de trabajo	

#### Fase I. RIESGOS DERIVADOS DE CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

RIESGO	ETAPAS O PUESTO	CAUSA	N° DE TRABS. EXPUES.	Características de La Exposición		
				Tiempo	Intensidad	Peligrosidad
1. TEMPERATURA						
a) Calor						
b) Frio						
c) Normal						
2. HUMEDAD						
a) Excesiva						
b) Poca						
3. VENTILACIÓN						
a) Deficiente						
b) Excesiva						
4. ILUMINACIÓN						
a) Deficiente						
b) Excesiva						
5. RUIDO						
6. VIBRACIONES						
7. RADIACIONES IONIZANTES						
8. RADIACIONES NO IONIZANTES						

**Figura. 44.** Encuesta colaboradores Minera Gold Fields.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## Anexo 4: Cuantificación de la encuesta



### CUANTIFICACIÓN DE RIESGOS EMPRESA MINERA GOLD FIELDS LA CIMA

**Probabilidad:** se estimara la posibilidad de que los factores de riesgo se materialicen en los daños normalmente esperables de un accidente, según la siguiente escala:

Muy probable	
Posible	
Raro pero ha ocurrido	
Muy rara vez	
Concebible	
Jamás ha ocurrido	

**Consecuencia:** Consecuencia de los riesgos identificados.

Catástrofe (numerosas muertes)	
Varias muertes	
Muerte	
Lesiones graves	
Lesiones moderadas	
Lesiones leves	

**Exposición:** La misma tiene en cuenta la frecuencia

Continuamente (varias veces al día)	
Frecuentemente (1 vez al día)	
De una 1 vez a la semana a 1 vez al mes	
De 1 vez al mes a 1 vez al año	
Raramente	
Jamás	

**Valor de riesgo:**

Valor de Riesgo = Probabilidad x Consecuencia x Exposición		
RIESGO	CLASIFICACIÓN	ACCIÓN
+ de 400	Muy grave	Detención de la actividad
200 – 400	alto	Amerita correctivas inmediatos
70 – 200	notable	Amerita correctivos urgentes
20 – 70	moderado	Debe corregirse
- de 20	aceptable	No amerita intervención

Actividad	Riesgo	Valor del riesgo

**Figura.45.** Cuantificación de la encuesta Gold Fields.

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## ANEXO 5: Registro de Cárdex Control de EPP

**Tabla 17.** Registro de Cárdex Control de EPP

		CARDEX CONTROL DE EPP									
		NOMBRE:							FECHA:		
		DNI:		ACTIVIDAD:							
TYEK	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
GUATES DE CUERO	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
GUATES DE NITRILLO	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
LENTES OSCUROS	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
LENTES CLAROS	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
	Fecha										
	Firma										
TAPON DE OIDOS	Fecha										
	Firma										

**Fuente:** Elaboración propia - 2016.

## ANEXO 6: Lista de tareas para la parte húmeda

LIDER	TÉCNICO 1	TÉCNICO 2	TÉCNICO 3
Posicionamiento de maquina	Muestra de aceite de motor	Muestra de aceite de transmisión	Muestra de tapón magnético de MFD
Fijar tablero de tiempo remanente	Muestra de aceite de dirección	Muestra de aceite de dirección	Muestra de aceite de MFD
Presurizar radiador	Muestra de refrigerante	Muestra de aceite hidráulico	Muestra de tapón magnético de MFI
Calibrar Trushpin	Muestra de transmisión	Muestra de aceite de diferencial	Muestra de aceite de MFI
Cleanaje de filtro de vaki Waste gate	Muestra de aceite hidráulico	Drenar aceite de tanque hidráulico	Muestra de aceite de diferencial
Cambio filtro de Wastegate	Drenar tanque de combustible	Cambio de filtros de enfriamiento de frenos delanteros	Muestra de tapón magnético de diferencial
Muestra de filtro wastegate	Limpia filtro primario de combustible	Cambio de filtro de freno de parqueo	Muestra de tapón magnético de FI
Inspección de filtro secundario de combustible	Cambiar filtros separadores de agua	Inspección de rejillas de enfriamiento frenos posteriores	Muestra de aceite de FI
Inspección de los cuatro filtros de aceite de motor.	Drenar aceite de motor	Llenar aceite de tanque hidráulico	Muestra de tapón magnético de PD
Inspección de filtro de enfriamiento frenos delanteros	Cambio de filtros secundarios de combustible	drenar aceite de tanque de transmisión y convertidor	Muestra de aceite de PD
Inspección filtro freno de parqueo	Purgar sistema de combustible	cambio de filtro de carga de transmisión	Cambio de aceite de PD
Inspección filtro carga de convertidor de torque	Cambio de filtro coalescente	Cambio de filtro de carga de convertidor	Cambio de aceite de FI
Inspección de filtro de carga de transmisión	Inspección de rejilla de aceite de motor	Inspección de rejilla de salida de convertidor	Dialzar eje posterior
Inspección de filtro de sistema de dirección	Cambio de filtros de aceite de motor	Inspección de rejillas magnéticas de transmisión	Drenar aceite de Tanque de Dirección
Inspección de filtro de retorno de carcasa de bomba de dirección	Muestrear tapón magnético de aceite de motor	llenar aceite a sistema de transmisión y convertidor	Cambio de filtros de aceite de dirección
Inspección de filtro de diferencial	Llenar aceite de motor	cambio de respiraderos de tanque hidráulico.	Cambio de filtro de drenaje de bomba de dirección
Ajuste soporte de espejos	Lavar respiraderos de aceite de motor	Verificar nivel de aceite de tanque hidráulico	Cambio de válvula de alivio de tanque de dirección
verificar ajuste de tapones	Verificar nivel de aceite de motor	Verificar nivel de aceite de transmisión.	Llenar aceite de tanque de dirección
Verificar niveles de aceite antes del arranque	Revisar ajuste de pernos de tubo de lubricación		Verificar nivel de aceite de dirección
Arranque de maquina y verificar niveles de aceite	Inspección de filtros primarios de aire		Cambio de filtro de aceite de diferencial
Verificar nivel de refrigerante	Inspección de filtros secundarios de aire		Cambio de filtro de cabina interior
verificar nivel de aceite de tanque de dirección	Limpieza e instalación de tapas de precleaner		Cambio de filtro de aire acondicionado exterior
	Cambio de indicadores de vestición		Cambio de respiradero de tanque de combustible
			Cambio de respiraderos de ruedas
			Cambio de respiradero de diferencial
			Cambio de respiradero de sistema de TX y CIT
			Cambio de respiraderos de rotachambers delanteros y posteriores
			Engasar cardán principal
			Muestreo de aceite de diferencial dialzado
			Verificar nivel de aceite de diferencial
			retirar equipo de dialsis

Figura 46. Lista de tareas Minera Gold Fields

Fuente: Elaboración propia, 2016.

## ANEXO 7: Estadísticas mensuales SSO - enero 2016

ESTADÍSTICAS MENSUALES DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL GOLD FIELDS LA CIMA S.A															Sistema Integrado de Gestión SSYMA					
															Cy2016 No001 28 Enero 2016					
ESTADÍSTICAS MENSUALES DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL															U.E.A. CAROLINA I CERRO CORONA					
HEALTH AND SAFETY MONTHLY STATISTICS															Código:SSYMA-P04.01-F03					
															Versión: 04					
															Fecha de aprob.:09/01/2013					

MONTH/MES	MWH	DL	FI	LTI	RWI	MTI	TRI	MI	PD	HR	NIHL PE	NIHL SA	S	SPI	NM	KPI					
																FIFR	LTIFR	RWIFR	MTIFR	TRIFR	SR
January /Enero	492,725	0	0	0	0	0	0	3	10	1101	0	0	0	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	492,725	0	0	0	0	0	0	3	10	1,101	0	0	0	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<b>MWH</b>	Man Work Hours (incluides payroll and contractors) / Horas-Hombre Trabajadas (incluida planilla y contratistas)
<b>DL</b>	Days Lost due LTI / Dias Perdidos debido a Lesiones con Tiempo Perdido
<b>FI</b>	Fatal Lesion Fatal
<b>LTI</b>	Lost Time Injury / Lesion con Tiempo Perdido
<b>RWI</b>	Restricted Work Injury / Lesion con Trabajo Restringido
<b>MTI</b>	Medical Treated Injury / Lesion con Tratamiento Medico
<b>TRI</b>	Total Recordable Injury / Lesiones Registrables Totales
<b>MI</b>	Minor Injury
<b>PD</b>	Property Damage/Daños a la Propiedad
<b>HR</b>	Hazard Report/Reporte de Peligro (El Libro)
<b>NIHL PE</b>	Noise Induced Hearing Loss Peruvian Method/Perdida de la Audición inducida por Ruido Metodología Peruana
<b>NIHL SA</b>	Noise Induced Hearing Loss South Africa Method/Perdida de la Audición inducida por Ruido Metodología Sudafricana
<b>S</b>	Silicosis/Silicosis
<b>SPI</b>	Serious Potential Incident / Incidente con Alto Potencial de daño a la persona
<b>NM</b>	Near Misses/Incidentes sin perdidas
<b>FIFR</b>	Fatal Injury Frequency Rate / Índice de Frecuencia de Lesion Fatal
<b>LTIFR</b>	Lost Time Injury Frequency Rate / Índice de Frecuencia de Lesion con Tiempo Perdido
<b>RWIFR</b>	Restricted Work Injury Frequency Rate / Índice de Frecuencia de Lesion con Trabajo Restringido
<b>MTIFR</b>	Medical Treated Injury Frequency Rate/ Índice de Frecuencia Lesion con Tratamiento Medico
<b>TRIFR</b>	Total Recordable Injury Frequency Rate / Índice de Frecuencia de Lesiones Registrables Totales
<b>SR</b>	Severity Rate/ Índice de Severidad
<b>KPI</b>	Incidents Key Performance Indicator/ Indicador Clave de Desempeño de Incidentes

**Figura 47.** Estadísticas mensuales SSO - enero 2016

**Fuente:** Área de mantenimiento, 2016.

## ANEXO 8: Estadísticas mensuales SSO - febrero 2016



**Figura 48.** Estadísticas mensuales SSO - febrero 2016  
**Fuente:** Área de mantenimiento, 2016.

## ANEXO 9: Estadísticas mensuales SSO - marzo 2016



**Figura 49.** Estadísticas mensuales SSO - marzo 2016  
**Fuente:** Área de mantenimiento, 2016.

## ANEXO 10: Estadísticas mensuales SSO - septiembre 2016



**Figura 50.** Estadísticas mensuales SSO - septiembre 2016  
**Fuente:** Área de mantenimiento, 2016.

# ANEXO 11: Matriz de Identificación de Peligros, evaluación y control de riesgos

Tabla 18. Identificación de peligros y evaluación de riesgos 2016

U.E. A. CAROLINA S. DEBEO COLOMBIA		IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS		Fecha de actualización: 2016-03-01																					
Nombre del Proyecto: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LAS 16 ESCUELAS DE EDUCACIÓN BÁSICA		Tipo de Documento: PLAN DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS		Fecha de Emisión: 2016-03-01																					
Lugar del Proyecto: Barro Colorado, San Carlos, Cundinamarca		Actividad: Construcción de aulas		Evaluación: Inicial																					
Revisor 1:		Revisor 2:		Revisor 3:																					
No.	Descripción del Peligro	Categoría del Peligro	Tipo de Peligro	Evaluación de la Exposición	Evaluación de la Exposición			Evaluación de la Exposición																	
					Gravidad	Frecuencia	Exposición																		
1	Tratamiento de aguas (Cambio de Estructura de las tuberías de agua fría y caliente)	Alta	1.001	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta				
			1.002	Una de las tuberías de agua caliente	Rotura de tuberías de agua caliente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta			
			1.003	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta		
			1.004	Una de las tuberías de agua caliente	Rotura de tuberías de agua caliente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
			1.005	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
2	Manejo de residuos sólidos (Residuos de construcción)	Alta	2.001	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta			
			2.002	Una de las tuberías de agua caliente	Rotura de tuberías de agua caliente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta		
			2.003	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
			2.004	Una de las tuberías de agua caliente	Rotura de tuberías de agua caliente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
			2.005	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
3	Manejo de residuos líquidos (Residuos de construcción)	Alta	3.001	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta			
			3.002	Una de las tuberías de agua caliente	Rotura de tuberías de agua caliente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
			3.003	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	
			3.004	Una de las tuberías de agua caliente	Rotura de tuberías de agua caliente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
			3.005	Una de las tuberías de agua fría	Rotura de tuberías de agua fría	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

Fuente: Elaboración propia - 2016.

## ANEXO 12: Sistema Integrado de Gestión de RRSS-I

 <p><b>GOLD FIELDS</b> U.E.A. CERRO CORONA</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN -SSYMA- CÓDIGO DE COLORES PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>	U.E.A. CAROLINA I CERRO CORONA
		Código: SSYMA-D06.01
		Verión 02
		Página 3 de 11

### ANEXO 01

#### RESIDUOS EN GENERAL (EXCEPTO DE LA UNIDAD MÉDICA)

##### 1. CARACTERÍSTICAS DEL CONTENEDOR



Los generadores pueden implementar en sus áreas de trabajo contenedores de diferentes tamaños, dependiendo de la generación de residuos y el tipo, teniendo en consideración las características mencionadas en este acápite y las pautas del Procedimiento de Manejo de Residuos Sólidos de *Gold Fields La Cima S.A.A.* (SSYMA-P22.08).

##### 2. COLOR DE LOS CONTENEDORES Y RESIDUOS A ALMACENAR

###### 2.1. Residuos Reaprovechables

###### 2.1.1. Residuos No Peligrosos:

###### a) Color Amarillo: Metales



**Figura 51.** Sistema Integrado de Gestión de RRSS-I  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## ANEXO 13: Sistema Integrado de Gestión de RRSS-II

 <b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN -SSYMA- CÓDIGO DE COLORES PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>U.E.A. CAROLINA I CERRO CORONA</b>
	Código: SSYMA-D06.01
	Versión 02
	Página 4 de 11

### b) Color Verde: Vidrio



Los residuos que están incluidos en esta clasificación son:

- Botellas de bebidas y/o alimentos.
- Vajillas
- Vasos
- Envases de vidrios rotos o en buen estado, *que no estén contaminados*.
- Vidrios de ventanas, parabrisas, etc.

### c) Color Azul: Papel y cartón



Los residuos que están incluidos en esta clasificación son:

- Papel, revistas, periódicos, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, otros similares, *que no estén contaminados*.
- Madera no contaminada (si está con clavos, alambres y otros objetos punzo cortantes, éstos deben ser retirados o doblados a fin de minimizar el riesgo de lesiones)

**Figura 52.** Sistema Integrado de Gestión de RRSS-II

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## ANEXO 14: Sistema Integrado de Gestión RRSS-III

 <p><b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN -SSYMA- CÓDIGO DE COLORES PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b></p>	U.E.A. CAROLINA I CERRO CORONA
	Código: SSYMA-D06.01
	Verión 02
	Página 8 de 11

### ANEXO 02

#### RESIDUOS DE LA UNIDAD MÉDICA

##### 1. CARACTERÍSTICAS DEL CONTENEDOR



##### 2. COLOR DE LOS CONTENEDORES Y RESIDUOS A ALMACENAR

###### 2.1. Residuos Comunes (Color Negro)



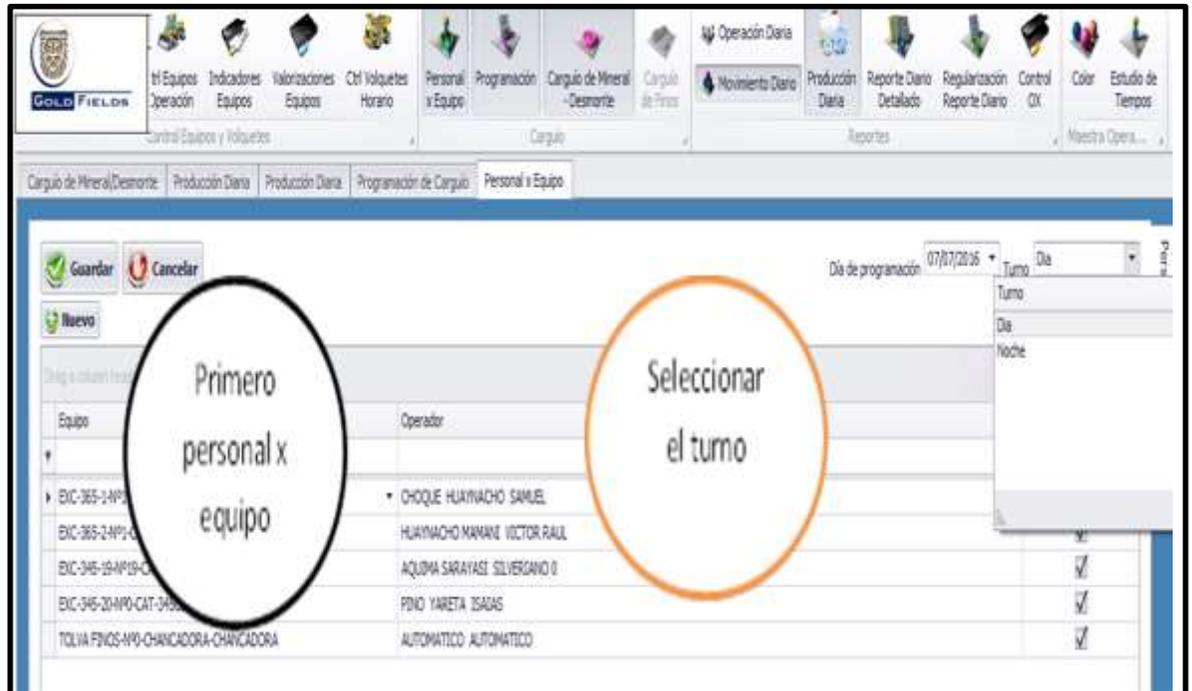
Los residuos que comprenden esta clasificación son:

- Semejantes a los residuos domésticos
- Residuos generados en administración (papeles, cartones, plásticos, etc.)
- Restos de alimentos (no incluye de los pacientes)
- Papel, mascarás de nebulización, bolsas de polietileno, frascos de suero, llaves de doble y

**Figura 53.** Sistema Integrado de Gestión de RRSS-III

**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## Anexo 15. Registro del Dispatch Minera Gold Fields



**Figura 54.** Registro del Dispatch Minera Gold Fields  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## Anexo 16. Inventario de materiales

		PROGRAMA IMPLEMENTACIÓN 5'S		CODIGO:
		<b>INVENTARIO DE MATERIALES - CLASIFICACIÓN</b>		VERSIÓN:
				FECHA:
LUGAR	TALLER MANTENIMIENTO	FECHA	11/06/2015	
AREA	EQUIPOS	RESPONSABLE DEL AREA	RICHARD HENRY SANCHEZ CALDERON	
ITEM	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	
1	1	UND	PERIODICO MURAL	
2	2	UND	LAVAOJOS	
3	9	UND	GABETA DE HERRAMIENTAS (TECNICOS)	
4	8	UND	CILINDROS LIMPIOS	
5	2	UND	MESA DE TORNILLO DE BANCO	
6	1	UND	CONTENEDOR DE TRAPO INDUSTRIAL	
7	1	UND	DIALIZADOR	
8	4	UND	BANDEJA DE GEOMENBRANA	
9	3	UND	BANDEJA MOVIL	
10	1	UND	BOMBA ENGRASADOR	
11	2	UND	ESTACIÓN DE AGUA POTABLE	
12	1	PAR	TACOS DE CAMION MINERO	
13	2	UND	CARGADOR PORTATIL DE BATERIA	
14	1	UND	EQUIPO DE CARGA DE SUSPENSIÓN	
15	5	UND	EQUIPO MOVIL DE TRABAJO	

**Figura 55.** Inventario de materiales  
**Fuente:** Elaboración propia, 2016.

## Anexo 17. Lista de verificación implementación 5S

LISTA DE VERIFICACION IMPLEMENTACIÓN 5'S - 1.CLASIFICAR						
<p><b>Año:</b> 2016  <b>Gerencia:</b> Alquileres  <b>Área de implementación 5'S:</b> Taller Mantenimiento  <b>Responsables de área:</b> VALENCIA CABANILLAS, JOSÉ  <b>Frecuencia de Inspección:</b> Quincenal</p>						
						
Aspectos de verificación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
N°	Identificación	1ra. quincena	2da. quincena	1ra. quincena	2da. quincena	1ra. quincena
1	AMBIENTES CON MATERIAL NECESARIOS					
2	AMBIENTES ORDENADOS Y CLASIFICADOS					
3	AMBIENTES LIMPIOS					
4	ESTRUCTURAS EN BUEN ESTADO					
5	AMBIENTES SEÑALIZADOS					
6	MATERIALES NECESARIOS EN BUEN ESTADO					
7						
8						
9						
10						
<p><b>Fecha:</b></p> <p><b>Nombre:</b></p> <p><b>Firma:</b></p>						
<b>Condición:</b> BUENO - B, MALO - M						
Aspectos de verificación	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N°	Identificación	1ra. quincena	2da. quincena	1ra. quincena	2da. quincena	1ra. quincena
1	AMBIENTES CON MATERIAL NECESARIOS					
2	AMBIENTES ORDENADOS Y CLASIFICADOS					
3	AMBIENTES LIMPIOS					
4	ESTRUCTURAS EN BUEN ESTADO					
5	AMBIENTES SEÑALIZADOS					
6	MATERIALES NECESARIOS EN BUEN ESTADO					
7						
8						
9						
10						
<p><b>Fecha:</b></p> <p><b>Nombre:</b></p>						

Figura 56. Lista de verificación implementación 5S - Mantenimiento.

Fuente: Área de operaciones mina.

## Anexo 18. Lista de verificación implementación 5S

LISTA DE VERIFICACION IMPLEMENTACIÓN 5'S - 1.CLASIFICAR							
<b>Año:</b> 2015 <b>Gerencia:</b> Alquileres y Usados- Rentafer <b>Área de implementación 5'S:</b> Oficina Supervisión <b>Responsables de área:</b> VALENCIA CABANILLAS, JOSE <b>Frecuencia de Inspección:</b> Quincenal							
							
Aspectos de verificación		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
N°	Identificación	1ra. quin	2da. quin	1ra. quin	2da. quin	1ra. quin	2da. quin
1	AMBIENTES CON MATERIAL NECESARIOS						
2	AMBIENTES ORDENADOS Y CLASIFICADOS						
3	AMBIENTES LIMPIOS						
4	ESTRUCTURAS EN BUEN ESTADO						
5	AMBIENTES SEÑALIZADOS						
6	MATERIALES NECESARIOS EN BUEN ESTADO						
7							
8							
9							
10							
<b>Fecha:</b>							
<b>Nombre:</b>							
<b>Firma:</b>							
<b>Condición:</b> BUENO- B, MALO-M							
Aspectos de verificación		Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N°	Identificación	1ra. quin	2da. quin	1ra. quin	2da. quin	1ra. quin	2da. quin
1	AMBIENTES CON MATERIAL NECESARIOS						
2	AMBIENTES ORDENADOS Y CLASIFICADOS						
3	AMBIENTES LIMPIOS						
4	ESTRUCTURAS EN BUEN ESTADO						
5	AMBIENTES SEÑALIZADOS						
6	MATERIALES NECESARIOS EN BUEN ESTADO						
7							
8							
9							
10							
<b>Fecha:</b>							
<b>Nombre:</b>							

Figura 57. Lista de verificación implementación 5S - Supervisión  
 Fuente: Área de operaciones mina.

## Anexo 19. Listado de peligros y aspectos ambientales



**GOLD FIELDS**

PELIGROS		ASPECTOS AMBIENTALES	
1	TC 01: Golpeado contra (corriendo hacia o tropezando con)	1	Consumo de agua
2	TC 02: Golpeado por (objeto en movimiento)	2	Consumo de energía eléctrica
3	TC 03: Caída al mismo nivel (resbalar y caer. Tropezar y caer. volcarse)	3	Consumo de hidrocarburos
4	TC 04: Caída a distinto nivel (el cuerpo cae)	4	Consumo de madera
5	TC 05: Atrapado en( enganchado, colgado)	5	Consumo de papel
6	TC 06: Atrapado por ( puntos filosos o cortantes)	6	Consumo de aire comprimido
7	TC 07: Atrapado y enganchado entre o debajo de objetos (aplastado o amputado)	7	Generación de agua acida o contaminada
8	TC 08: Contacto con energía eléctrica, neumática, radiación, etc.	8	Derrame de sustancia peligrosa (químicos e hidrocarburos)
9	TC 09: Sobre esfuerzo Y sobre tensión muscular	9	Generación y disposición de desmonte y lodos
10	TC 10: Gases	10	Generación y disposición de residuos ( papel y cartones, plásticos, vidrios, generales, peligrosos, hospitalarios, metálicos, orgánicos, peligros re aprovechables, peligros no re aprovechables, e inflamables)
11	TC 11: Polvo	11	Disposición de mineral
12	TC 12: Fluido	12	Derrame de relaves o soluciones cianuradas
13	TC 13: Temperaturas extremas (calor o frio)	13	Emisión de fluido
14	TC 14: Explosiones	14	Emisión de vibración
15	TC 15: Materiales peligrosos	15	Emisión de polvo y/o partículas
16	TC 16: Materiales biológicos	16	Emisión de calor
17	TC 17: Ergonómicos	17	Emisión de radiación
18	TC 19: Psicosocial	18	Emisión de gases, vapores y/o humos
		19	Exposición de mineral
		20	Fuga de agua y desagüe
		21	Fuga de GLP
		22	Potencial colapso de presa de relaves
		23	Potencial derrame del agua de la presa de relaves, pulpa o solución cianurada
		24	Potencial derrame de sustancias químicas y/o peligrosas
		25	Potencial derrame de en uso, desuso y usados
		26	Potencial derrame de concentrados
		27	Potencial derrame de cal
		28	Potencial incendio

**Figura 58.** Listado de peligros y aspectos ambientales.

**Fuente:** Área de operaciones mina.

## Anexo 20. Planta Concentradora de Cerro Corona



**Figura 59.** Planta Concentradora de Cerro Corona.  
**Fuente:** Área de operaciones mina.

## Anexo 21. Procesamiento Mina Gold Fields La Cima



**Figura 60.** Procesamiento Mina Gold Fields La Cima  
**Fuente:** Área de operaciones mina.

## Anexo 22. Área de carguío Mina Gold Fields La Cima



**Figura 61.** Mina Gold Fields La Cima. Foto Tesista.  
**Fuente:** Área de operaciones mina, 2016.