

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA LA FÁBRICA MINEROSA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

ELVIS ALBERTO CANSINO FLORES

elviscno@hotmail.com

DANNY WILMAR LUCERO DÍAZ

dannyluceroepn@hotmail.com

DIRECTOR: ING. WILLAN LEOPOLDO MONAR MONAR

willian.monar@epn.edu.ec

Quito, abril 2015

DECLARACIÓN

Danny Wilmar Lucero Díaz y Elvis Alberto Cansino Flores declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Danny Wilmar Lucero Díaz

Elvis Alberto Cansino Flores

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Danny Wilmar Lucero Díaz y Elvis Alberto Cansino Flores bajo nuestra supervisión.

Ing. Willan Monar

Ing. Mario Granja

AGRADECIMIENTO

Los autores de este proyecto queremos agradecer de manera especial a nuestro director Ing. Willan Monar y al Ing. Mario Granja como codirector que nos han guiado con el desarrollo del proyecto presente, con sus experiencias y buenos consejos han sido una guía fundamental para la realización del mismo.

De igual manera queremos agradecer a las personas que conforman la fábrica “Minería y Rocas Ornamentales MINEROSA S.A” que nos han abierto las puertas y brindado su apoyo y confianza incondicional para el desarrollo de este proyecto que esperamos sea provechoso para la misma.

A todo el personal docente y administrativo que conforman la Facultad de Ingeniería Mecánica quienes nos ayudaron en inquietudes y problemas durante la etapa universitaria desde inicio hasta la finalización de nuestra carrera.

DEDICATORIA

A mi madre, Nelly Díaz, una mujer muy inteligente que con amor y sacrificio supo darme consejos durante toda la vida para formarme correctamente como humano y profesional.

A mi padre, Wilmar Lucero, le agradezco por brindarme todo su apoyo y por ser un guía para mí ya que con su arduo trabajo, honestidad y responsabilidad supo seguir adelante y conseguir marcar la diferencia entre las personas que le han rodeado.

A mis hermanos, Juan Lucero, Esteban Lucero y Verónica Lucero quienes han sido una pieza fundamental en esta etapa de mi vida, quienes han depositado en mí su cariño y admiración, siendo una fuente de inspiración en el desarrollo mis metas.

DANNY WILMAR LUCERO DIAZ

DEDICATORIA

A mis padres, Alberto y María, ya que sin su amor, confianza y apoyo incondicional no estaría donde estoy ahora, han sido el motor para alcanzar mi meta, ellos que siempre estuvieron junto a mí dándome el mejor de los ejemplos para crecer día a día y enseñarme a seguir adelante sin importar la adversidad a la que me enfrentara.

A mis hermanos, Vinicio, Mariela y Maritza por brindarme sus consejos y su cariño incondicional, y estar junto a mí en los momentos difíciles.

A mis sobrinos por alegrarme con sus risas y su inocencia.

A mis cuñados y demás familiares que con sus palabras me impulsaban a seguir adelante.

ELVIS ALBERTO CANSINO FLORES

CONTENIDO

CAPÍTULO I	19
MARCO CONCEPTUAL	19
1.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	19
1.1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	19
1.1.2 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	20
1.2 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	20
1.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA PLANIFICACIÓN	20
1.2.2 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	21
1.3 FACTORES DEL MANTENIMIENTO	21
1.3.1 CONFIABILIDAD	22
1.3.2 MANTENIBILIDAD	22
1.3.3 DISPONIBILIDAD	23
1.3.3.1 Tiempo medio entre fallas	23
1.3.3.2 Tiempo medio para reparar	23
1.3.3.3 Disponibilidad por averías	23
1.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	24
1.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	24
1.4.1.1 Ventajas del mantenimiento correctivo	24
1.4.1.2 Desventajas del mantenimiento correctivo	25
1.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	25
1.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo	25
1.4.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo	26
1.4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	26
1.4.3.1 Técnicas predictivas de mantenimiento	27
1.4.3.2 Ventajas del mantenimiento predictivo	27
1.4.3.3 Desventajas del mantenimiento predictivo	27
1.4.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	28
1.4.4.1 Características del Mantenimiento Productivo Total (TPM)	28
1.4.4.2 Ventajas del TPM	28
1.4.4.3 Desventajas del TPM	28
1.4.5 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (R.C.M)	29
1.4.5.1 Metodología	29
1.5 ETAPAS EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO	30

1.5.1 REQUERIMIENTOS	30
1.5.2 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	31
1.5.3 PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS	31
1.5.4 EJECUCIÓN DEL TRABAJO	31
1.5.5 FINALIZACIÓN DE TRABAJOS	31
1.5.6 CONTROL Y EVALUACIÓN	32
1.6 HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	32
1.6.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA	32
1.6.2 INVENTARIO JERARQUIZADO DE CONSERVACIÓN	32
1.7 FALLOS MECÁNICOS	33
1.7.1 TIPO DE FALLOS SEGÚN LA PROBABILIDAD ASOCIADA A LA EDAD DE LA MÁQUINA	33
1.7.2 TIPOS DE FALLOS MECÁNICOS	33
1.8 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO DE FALLOS	35
1.8.1 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA)	35
1.8.1.1 Metodología para RCA	36
1.8.2 ÁRBOL DE FALLAS	37
1.8.2.1 Metodología del Árbol de Falla	38
1.8.3 DIAGRAMA DE PARETO	39
1.8.4 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE HOLMES	39
1.8.4.1 Metodología de la Matriz de Priorización	40
1.8.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE ESPINA DE PESCADO	40
1.8.6 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)	41
1.8.6.1 Metodología AMFE	41
1.9 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL	42
1.9.1 INTRODUCCIÓN:	43
1.9.2 OBJETIVOS:	43
1.9.3 BENEFICIOS DEL PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	43
1.9.4 PREVENCIÓN	44
1.9.5 POLÍTICA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	44
1.9.6 ASPECTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	45
1.9.7 DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE TRABAJO	45
1.9.8 OBJETIVOS Y METAS	45
1.9.9 INSTALACIONES DE MÁQUINAS FIJAS	45
1.9.9.1 Ubicación	45

1.9.9.2 Separación de las máquinas.....	46
1.9.9.3 Interruptores.....	46
1.9.9.4 Pulsadores de puesta en marcha	46
1.9.9.5 Pulsadores de parada	46
1.9.9.6 Pedales	46
1.9.9.7 Palancas.....	47
1.9.10 ADMINISTRACIÓN DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO Y ACCIDENTES LABORALES	47
1.9.11 EL ENFOQUE COERCITIVO.....	47
1.9.12 ENFOQUE PSICOLÓGICO.....	48
1.9.12.1 Religión o ciencia.....	48
1.9.12.2 Apoyo de la dirección general	48
1.9.12.3 Trabajadores jóvenes.....	48
1.9.13 EL ENFOQUE DE INGENIERÍA.....	48
1.9.13.1 Tres líneas de defensa	49
1.9.13.2 Factores de seguridad	50
1.9.13.3 Principios de protección contra fallas	50
1.9.13.4 Principios de diseño.....	50
1.9.13.5 Barreras de ingeniería	51
1.9.14 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	52
1.9.15 CLASIFICACIÓN DE LO RIESGOS	52
1.9.15.1 Riesgos Mecánicos:.....	52
1.9.15.2 Riesgos de Incendio y/o Explosión:.....	52
1.9.15.3 Riesgos Físicos:.....	52
1.9.15.4 Riesgos Químicos:	53
1.9.15.5 Carga y Organización del Trabajo:.....	53
1.9.16 CATEGORIZACIÓN DE LOS RIESGOS EN FUNCIÓN DEL DAÑO A LAS PERSONAS	53
CAPÍTULO II.....	55
ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL	55
2.1. PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA EMPRESA.....	55
2.1.1 MISIÓN.....	55
2.1.2 VISIÓN.....	55
2.1.3 POLÍTICA EMPRESARIAL.....	55
2.2 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	56

2.3 MATERIA PRIMA	56
2.3.1. PIEDRA ANDESÍTICA	57
2.3.1.1. Características de la Piedra Andesítica	57
2.3.1.2 Propiedades Físicas y Químicas	57
2.3.1.3 Propiedades Mineralógicas	57
2.3.1.4 Usos	57
2.4 PRINCIPALES PRODUCTOS ELABORADOS	58
2.5 PROCESOS DE MANUFACTURA	59
2.5.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN	60
2.5.1.1 Sistema de Producción Continua	60
2.5.1.2 Sistema de Producción por Lotes	60
2.5.1.3 Sistema de Producción por Pedido	61
2.5.2 PROCESOS DE PRODUCCIÓN	61
2.5.3 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	62
2.6. MANTENIMIENTO	63
2.6. 1 LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO TÉCNICO	63
2.6.2 DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO	68
2.6.3 FRECUENCIA DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO	68
2.7 SEGURIDAD INDUSTRIAL	69
2.7.1 RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTES EN MINEROSA	69
2.7.1.1 En recepción y descarga del material	69
2.7.1.2 En manipulación de la materia prima	70
2.7.1.3 En el proceso de corte	70
2.7.1.4 En el Proceso de Martilado	71
2.7.1.5 En el proceso de encuadre	72
2.7.1.6 En el recorrido del puente grúa	72
2.7.1.7 En almacenamiento de producto terminado	73
2.8 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS MINEROSA	74
2.8.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	74
2.8.1.1 Factor Riesgo: Material Particulado (Polvo Inorgánico Mineral)	74
2.8.1.2 Factor Riesgo: Ruido	75
2.8.1.3 Factor Riesgo: Factores Mecánicos	75
2.8.1.4 Factor Riesgo: Ergonómicos	75
2.8.1.5 Factor Riesgo: Factores Vapores	75
2.8.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS	76

2.8.2.1 Evaluaciones de Riesgos Físicos	76
2.8.2.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS	76
2.8.3 MAPA DE RIESGOS MINEROSA.....	76
CAPÍTULO III	77
ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	77
3.1 INTRODUCCIÓN.....	77
3.2 ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL.....	77
3.3 REQUERIMIENTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	77
3.3.1 SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y/O EQUIPO.....	77
3.3.2 GENERACIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN	81
3.3.2.1 Registro de actividades	81
3.3.2.2 Recopilación de información	83
3.3.2.3 Codificación de equipos	83
3.3.2.4 Manuales e instructivo de mantenimiento	83
3.4 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	84
3.4.1 SELECCIÓN DE MÁQUINAS Y/O EQUIPOS.....	84
3.4.2 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS	84
3.6 DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA	85
3.6.1 MÁQUINA CORTADORA GP-800.....	86
3.6.1.1 Sistemas y componentes.....	88
3.6.1.1.1 Sistema Mecánico.....	88
3.6.1.1.2 Sistema Oleohidráulico	90
3.6.1.1.3 Sistema Eléctrico.....	91
3.6.2 CODIFICACIÓN DE SISTEMAS, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES.....	92
3.6.2.1 Sistema	93
3.6.2.2 Componentes.....	93
3.6.3 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO DE FALLO	94
3.6.3.1 Diagrama de Ishikawa	94
3.6.3.2 Árbol de fallos.....	94
3.6.3.3 Análisis modal de falla y efecto (AMFE).....	94
3.6.3.4 Cuadros Correctivos	101
3.6.3.5 Actividades de mantenimiento	101
3.6.4 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO MÁQUINA CORTADORA GP-800	120
CAPÍTULO IV	122

ELABORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDA INDUSTRIAL	122
INTRODUCCIÓN	122
4.1 PLAN DE SEGURIDAD INTEGRAL	122
4.1.1 DETERMINACIÓN DE LA POLÍTICA EMPRESARIAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	122
4.1.2 OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGURIDAD INTEGRAL MINEROSA	123
4.1.3 DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS	123
4.1.4 SANCIONES	124
4.2 ACTIVIDADES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. 125	
4.2.1 REUNIONES DE ORGANISMOS PARITARIOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SST)	125
4.2.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	126
4.2.3 CHARLAS EN SEGURIDAD Y SALUD	126
4.2.4 CAMPAÑAS DE VIGILANCIA DE LA SALUD	126
4.2.5 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	127
4.2.6 INFORMES EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	127
4.2.7 EQUIPOS CONTRA INCENDIOS	127
4.2.8 INSPECCIONES DE SEGURIDAD	127
4.2.9 ENTRENAMIENTO DE BRIGADAS	128
4.2.10 DIFUSIÓN DE SEGURIDAD	128
4.2.11 EXÁMENES MÉDICOS OCUPACIONALES	128
4.2.12 LEMAS DE SEGURIDAD	128
4.2.13 AUDITORIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	128
4.2.14 SIMULACROS	128
4.2.15 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	129
4.3 PREVENCIÓN DE RIESGOS EN POBLACIONES VULNERABLES	129
4.3.1 MUJERES	129
4.3.2 DISCAPACITADOS	129
4.4 RIESGOS DEL TRABAJO DE MINEROSA	130
4.4.1 FACTORES FÍSICOS RUIDO	130
4.4.2 FACTORES FÍSICOS HUMEDAD	130
4.4.3 FACTORES FÍSICOS POLVO INORGÁNICO MINERAL	130
4.4.4 FACTORES FÍSICOS ILUMINACIÓN	131
4.4.5 FACTORES FÍSICOS ELÉCTRICOS	131
4.4.6 FACTORES BIOLÓGICOS	132

4.4.7 FACTORES ERGONÓMICOS	133
4.4.8 FACTORES PSICO-SOCIALES	133
4.4.9 FACTORES MECÁNICOS	133
4.5 SEÑALIZACIÓN EN ÁREAS DE TRABAJO	134
4.5.1 LUGARES CON PRESENCIA DE RIESGOS	134
4.5.1.1 Señales Reglamentarias	134
4.5.1.2 Señales de Advertencia	137
4.5.1.3 Señalización en Áreas de Circulación	137
4.5.1.4 Señalización de Medios de Escape o Evacuación.....	139
4.6 ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO	140
4.6.1 INSTRUCCIONES Y FORMATO PARA REALIZAR UN ATS	140
4.7 PERMISOS DE TRABAJO	144
4.7.1 PERMISO DE TRABAJO EN FRÍO	144
4.7.2 PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE	146
4.8 REGISTRO DE ACCIDENTES	148
CAPÍTULO V	151
ANÁLISIS ECONÓMICO	151
5.1 INTRODUCCIÓN	151
5.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO	151
5.3 INGRESO ANUAL	153
5.4 COSTO BENEFICO	155
CAPÍTULO VI	157
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	157
6.1 INTRODUCCIÓN	157
6.2 CONCLUSIONES	157
6.3 RECOMENDACIONES	159
BIBLIOGRAFÍA	161
ANEXO 1: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA MINEROSA	I
ANEXO 2: LA MATRIZ DE RIESGOS EN MINEROSA	II
ANEXO 3: EVALAUACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS	III
ANEXO 4: EVALAUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS	IV
ANEXO 5: MAPA DE RIESGOS MINEROSA	V
ANEXO 6: ÁRBOL DE FALLOS	VI

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Descripción de los elementos del árbol de falla	38
Tabla 1. 2 Enfoque de Ingeniería- Causas de los accidentes	49
Tabla 1. 3 Categorización de Riesgos	54
Tabla 2. 1 Productos elaborados por MINEROSA	58
Tabla 2. 2 Continuación Productos elaborados por MINEROSA	59
Tabla 2. 3 Máquina para el proceso de Corte GP-800	63
Tabla 2. 4 Máquina para el proceso de Corte EP-700	64
Tabla 2. 5 Máquina para el proceso de Corte T-1600	64
Tabla 2. 6 Máquina encuadradora A-500	65
Tabla 2. 7 Máquina encuadradora E-350	65
Tabla 2. 8 Máquina encuadradora IM-50	66
Tabla 2. 9 Máquina encuadradora G-350	66
Tabla 2. 10 Martiladora E-350	67
Tabla 2. 11 Máquina de Manipulación de la Materia Prima	67
Tabla 2. 12 Frecuencias de las Acciones del Mantenimiento	68
Tabla 2. 13 Riesgos potenciales en Recepción y descarga del Material	69
Tabla 2. 14 Riesgos potenciales en manipulación de la materia prima	70
Tabla 2. 15 Riesgos potenciales en el proceso de corte	71
Tabla 2. 16 Riesgos potenciales en el proceso de martilado	71
Tabla 2. 17 Riesgos potenciales en el proceso de encuadre	72
Tabla 2. 18 Riesgos potenciales en el recorrido del puente grúa	73
Tabla 2. 19 Riesgos potenciales en almacenamiento	73
Tabla 3. 1 Ponderación para la matriz de Holmes	79
Tabla 3. 2 Matriz de Priorización de Holmes de criterios o factores	79
Tabla 3. 3 Fallas graves de las máquinas en la planta MINEROSA	80
Tabla 3. 4 Priorización de maquinaria	81
Tabla 3. 5 Informe de Actividades de Mantenimiento	82
Tabla 3. 6 Especificaciones Técnicas	87
Tabla 3. 7 Codificación de los sistemas	93
Tabla 3. 8 Codificación de componentes	93
Tabla 3. 9 AMFE para el Sistema Mecánico de la Cortadora GP-800	97
Tabla 3. 10 AMFE para el sistema Mecánico de la Cortadora GP-800	98
Tabla 3. 11 AMFE para el sistema Oleohidráulica de la Cortadora GP-800	99
Tabla 3. 12 AMFE para el Sistema Eléctrico de la Cortadora GP-800	100
Tabla 3. 13 Cuadro Correctivo para el Sistema Mecánico de la Cortadora GP800	102
Tabla 3. 14 Cuadro Correctivo para el Sistema Mecánico de la Cortadora GP800	103
Tabla 3. 15 Cuadro Correctivo para el Sistema Oleohidráulico de la Cortadora GP800	104
Tabla 3. 16 Cuadro Correctivo para el Sistema Eléctrico de la Cortadora GP800	105

Tabla 3. 17	Actividades de mantenimiento, cambio de retenedores de aceite de la caja	106
Tabla 3. 18	Actividades de mantenimiento, cambio de rodamiento del tornillo sin fin.....	107
Tabla 3. 19	Actividades de mantenimiento, cambio de corona de bronce de la caja de cambios .	108
Tabla 3. 20	Actividades de mantenimiento, Cambio de retenedores y bocín de la caja	109
Tabla 3. 21	Actividades de mantenimiento, Cambio de rodamientos en el eje porta disco	110
Tabla 3. 22	Actividades de mantenimiento, Cambio de bandas de transmisión de potencia.....	111
Tabla 3. 23	Actividades de mantenimiento, Cambio de rodamientos en la mesa porta bloques...	112
Tabla 3. 24	Actividades de mantenimiento, Limpieza o cambio de filtro.....	113
Tabla 3. 25	Actividades de mantenimiento, Revisión y remplazo de retenedores.....	114
Tabla 3. 26	Actividades de mantenimiento, Revisión o cambio de electroválvulas	115
Tabla 3. 27	Actividades de mantenimiento, Purgado del sistema	116
Tabla 3. 28	Actividades de mantenimiento, Revisión y cambio de Contactores	117
Tabla 3. 29	Actividades de mantenimiento, Cambio de la tensión de alimentación.....	118
Tabla 3. 30	Actividades de mantenimiento, Revisión y cambio de Relés térmicos.....	119
Tabla 3. 31	Cronograma de mantenimiento Cortadora GP-800.....	120
Tabla 3. 32	Continuación Cronograma de mantenimiento Cortadora GP-800	121
Tabla 4. 1	Señales Reglamentarias de Prohibición	135
Tabla 4. 2	Señales Reglamentarias Obligatorias	136
Tabla 4. 3	Señales de advertencia de Precaución	137
Tabla 4. 4	Señalización de áreas de circulación.....	138
Tabla 4. 5	Señalización de medios de escape o evacuación.....	139
Tabla 4. 6	Instrucciones a seguir para realizar un ATS.....	141
Tabla 4. 7	Continuación Instrucciones a seguir para realizar un ATS	142
Tabla 4. 8	Formato a seguir para realizar un ATS	143
Tabla 4. 9	Permiso de Trabajo en Frío	145
Tabla 4. 10	Permiso de Trabajo en Caliente	147
Tabla 4. 11	Permiso de Trabajo en Altura.....	149
Tabla 4. 12	Reporte de Accidentes.....	150
Tabla 5. 1	Costos de anual de repuestos de la Cortadora GP-800.....	152
Tabla 5. 2	Costo de mano de obra del departamento de mantenimiento.....	152
Tabla 5. 3	Tiempo empleado para mantenimiento de la Cortadora GP-800	153
Tabla 5. 4	Ingresos por ventas en el año 2014	154
Tabla 5. 5	Porcentaje de producción de las tres cortadoras.....	154
Tabla 5. 6	Valor por hora de funcionamiento de la máquina GP-800.....	155

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. 1 Planificación del mantenimiento.....	21
Fig. 1. 2 Factores de mantenimiento	22
Fig. 1. 3 Preguntas para el análisis causa raíz	36
Fig. 1. 4 Árbol de fallas.....	37
Fig. 1. 5 Diagrama Ishikawa	41
Fig. 1. 6 Esquema de la política de Seguridad	44
Fig. 2. 1 Ubicación la empresa MINEROSA	56
Fig. 2. 2 Proceso de Corte	61
Fig. 2. 3 Proceso de Martilado	62
Fig. 2. 4 Proceso de Encuadre	62
Fig.3. 1 Diagrama de Pareto para identificación máquinas problema.....	80
Fig.3. 2 Maquina Cortadora GP-800.....	87
Fig.3. 3 Componentes Sistema Mecánico	88
Fig.3. 4 Torres o verticales.....	88
Fig.3. 5 Puente u horizontal	89
Fig.3. 6 Cabezal.....	89
Fig.3. 7 Mesa porta bloques	90
Fig.3. 8 Componentes Sistema Oleohidráulico	90
Fig.3. 9 Sistema Oleohidráulica	91
Fig.3. 10 Componentes Sistema Eléctrico.....	92
Fig.3. 11 Estructura de codificación.....	93
Fig.3. 12 Ejemplo de Estructura de codificación	94
Fig.3. 13 Diagrama de Ishikawa General para la máquina cortadora GP-800.....	95
Fig.3. 14 Diagrama de Ishikawa específico para cada sistema de la máquina cortadora GP-800...	96

RESUMEN

En el presente proyecto se trata de implementar un plan de mantenimiento preventivo y de seguridad industrial para la fábrica Minería y Rocas Ornamentales S.A., MINEROSA realizando un previo análisis de todas las máquinas que conforman la planta para luego mediante herramientas estadísticas como la matriz de Holmes, Diagrama de Ishikawa, Árbol de fallos, el Método de Análisis de Modo de Fallo y efectos, etc. para obtener así la máquina a la cual se le va implementar el plan de mantenimiento preventivo. Además la ejecución del plan de seguridad industrial, analizando los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, y tomar medidas que ayuden a disminuir posibles accidentes, implementando formatos que sirven como herramientas para el análisis de trabajo seguro, permisos de trabajo y un registro de accidentes entre otros.

El capítulo 1, muestra el marco teórico enfocándose en las herramientas y conceptos que ayudarán a realizar tanto el plan de mantenimiento como el de seguridad. En el capítulo 2 contiene todo lo referido a la situación actual de la planta como destacado en mantenimiento se tiene la descripción de los procesos y productos, desarrollo del inventario de la maquinaria, frecuencia de las acciones de mantenimiento entre otros; en lo referente a seguridad se tiene la identificación y evaluación de posibles riesgos potenciales que puedan afectar a los trabajadores. En el capítulo 3 pauta la elaboración del plan de mantenimiento preventivo mediante la utilización de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad determinando así todos los pasos a seguir para el desarrollo del mismo. El capítulo 4 desarrolla el plan de seguridad industrial determinando todos los factores de riesgo para la toma de acciones preventivas y/o correctivas aplicando las normativas que rigen en el estado ecuatoriano. En el capítulo 5, se desarrolla un estudio del costo beneficio de la implementación del plan de mantenimiento preventivo teniendo así un conocimiento claro del ahorro económico que se puede tener. El capítulo 6, se concluye la elaboración tanto del plan de mantenimiento preventivo como el de seguridad industrial cumpliendo con todos los objetivos planteados en un inicio, también se hace ciertas recomendaciones con el fin de una mejora para la empresa.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto busca mejorar la situación actual de la Fábrica Minería y Rocas Ornamentales S.A., MINEROSA la cual cuenta con un mantenimiento correctivo que afecta directamente a la producción debido a paros imprevistos ocasionando pérdidas económicas. Con el presente plan de mantenimiento preventivo se pretende eliminar todos los inconvenientes antes mencionados como también alargar la vida útil de sus máquinas y equipos evitando un deterioro prematuro. Considerando que un buen mantenimiento lleva consigo un ambiente de trabajo seguro, en el que los riesgos de trabajo en el personal se disminuyan en un alto porcentaje.

En vista que MINEROSA es una fuente de empleo desde hace mucho tiempo, dedicada a la industrialización de rocas, contando con un personal altamente calificado, infraestructura y maquinaria a fines a los procesos de producción se ve en la necesidad de buscar nuevas metodologías en el campo del mantenimiento para fortalecer la producción así mantenerse como una empresa líder en el mercado.

Se actualizará el plan de seguridad industrial existente mediante el análisis de los riesgos potenciales en los puestos de trabajo y por datos históricos de accidentes, teniendo como guía el decreto 2393.

CAPÍTULO I

MARCO CONCEPTUAL

1.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Es la agrupación de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de detectar, corregir o prevenir los problemas ocasionados por las fallas potenciales de las funciones de una máquina o equipo a fin de asegurar que una instalación, sistema industrial, una máquina u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creadas manteniendo la capacidad y la calidad especificadas. Hoy en día el mantenimiento industrial tiene un gran apogeo, y que además no sólo involucra al grupo operacional de mantenimiento sino también a toda la organización ya que es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad, teniendo en cuenta que el mantenimiento incide en la calidad y cuantía de la producción.

1.1.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento industrial en una organización que tiene como propósitos fundamentales el cumplir con los siguientes objetivos como el disminuir los paros imprevistos del equipo, conservar la capacidad a la máxima eficiencia de trabajo de las máquinas, contribuir al aumento de la productividad, garantizar la seguridad industrial, mejorar la calidad de los productos o servicios realizados, depreciación de costos y optimizar recursos.

Para llevar a cabo estos objetivos es necesario realizar algunas tareas específicas a través del departamento de mantenimiento, tales como; planificar las actividades para la aplicación del mantenimiento en los momentos más apropiados y así reducir costos por paros de producción, analizar si es conveniente el seguir dando mantenimiento a una máquina o buscar reemplazo, suministrar al personal de mantenimiento de herramientas adecuadas, instruir al personal sobre principios y normas de seguridad industrial, mantener actualizado el stock de repuestos y lubricantes.

1.1.2 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Una buena planificación y ejecución del mantenimiento industrial hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas como complacencia de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado, disminución de accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de los equipos, evade daños irreparables en las máquinas, provee la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa, declinación de costos provocados por detenciones inútiles del proceso de producción por mantenimiento imprevisto, prolongar la vida útil de los bienes, reducir la gravedad de los problemas que no se lleguen a evitar.

1.2 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Las organizaciones o empresas precisan planificar ya que no funcionan por casualidad y mucho menos basadas en improvisaciones, por esto se debe planificar en forma organizada ya que incluye todas las actividades necesarias para programar y registrar las labores realizadas con miras a mantener las instalaciones a un nivel aceptable en su funcionamiento y así el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el objetivo definido.

Para planificar cada trabajo de mantenimiento, se deberá contestar ciertas preguntas es decidir el cómo hacer, el qué hacer, cuándo hacerlo, y quién debe hacerlo. Fundamento que permite ejecutar de una manera ordenada los trabajos de mantenimiento.

1.2.1 CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA PLANIFICACIÓN

Los conceptos que ayudaran a un buen entendimiento de la planificación son: objetivos que tiene la empresa a cumplir, la metas que se quieren realizar en un lapso definido de tiempo, la estrategia es la exposición de cómo se debe actuar para cumplir las metas y objetivos, por ultimo las políticas que son acciones desde el espacio de control para hacer cumplir la estrategia.¹

¹ Principios de Mantenimiento USB. "Principios de mantenimiento". Disponible en: <http://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/01.+Caracter%C3%ADsticas+de+principios+de+mantenimiento>. [2014, 7 Octubre].

1.2.2 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para el proceso de planificación del mantenimiento se debe seguir los siguientes pasos: implantar metas, establecer los recursos necesarios, establecer los periodos en los que se van a realizar los trabajos de mantenimiento, formular acciones de mantenimiento que admitan el uso de los capitales, realizar una debida planificación con el fin de llevar un registro de todos los capitales que se han utilizado.

La Figura 1.1 muestra las operaciones necesarias para la realización correcta de la planificación de mantenimiento.



Fig. 1. 1 Planificación del mantenimiento²

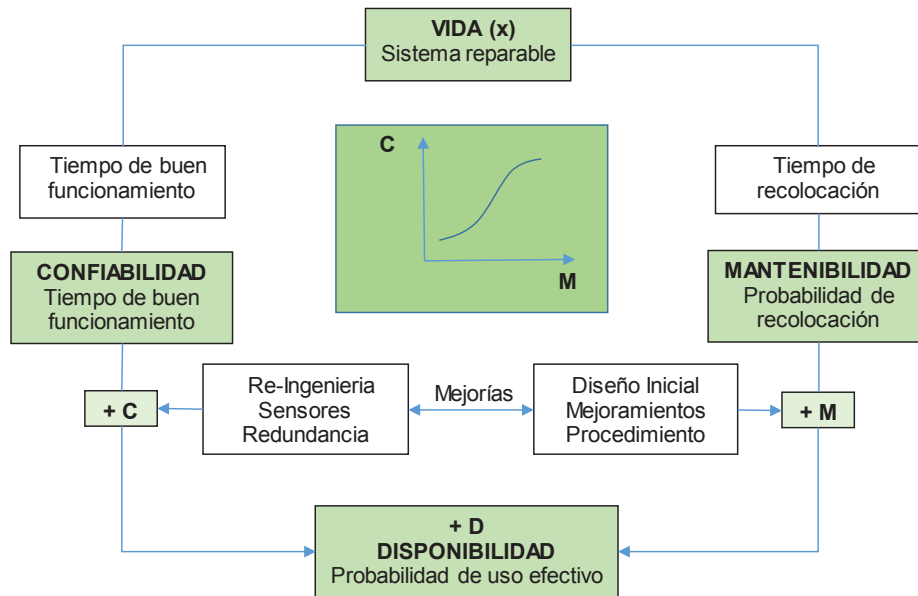
1.3 FACTORES DEL MANTENIMIENTO³

Los distintos factores del mantenimiento más importantes que implican en el ejercicio de los sistemas de la empresa, se pueden observar cómo se interrelacionan en la Figura 1.2, mostrada a continuación:

² Tuveras. "Gestión de proyectos PPM". Disponible en:

http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento_gestion.htm. [2014, 7 Octubre]

³ Gómez.L (2007)."Factores de Mantenimiento". España: Universidad de Madrid,pag 60-67

Fig. 1. 2 Factores de mantenimiento⁴

1.3.1 CONFIABILIDAD

La confiabilidad comúnmente se refiere a la seguridad que se tiene que un elemento realice de forma segura una finalidad asignada, se formula el siguiente concepto de confiabilidad con respecto al mantenimiento industrial: “La *confiabilidad es la probabilidad de un elemento, dispositivo, equipo o sistema desarrolle una determinada función, en unas condiciones concretas, durante un periodo de prueba determinado*”.

1.3.2 MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad se enfoca en la facilidad de reparación cuando un elemento llegue a fallar y así ponerle en servicio de manera inmediata, definiendo a la mantenibilidad como: “*la probabilidad que un dispositivo, equipo, o sistema sea restaurado completamente a su estado operacional dentro de un periodo de tiempo dado, de acuerdo con unos criterios de funcionamientos y procedimientos de reparación preestablecidas*”.

⁴ Campuscurico. “Análisis causa raíz”. Disponible en: <http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20%20%28RCA%29.pdf>. [2014, 15 de Octubre]

1.3.3 DISPONIBILIDAD⁵

El factor disponibilidad trata acerca de la capacidad de un elemento para hacer uso del mismo cuando sea necesario, esto sería el objetivo fundamental del mantenimiento industrial, se define a la disponibilidad: “*como la probabilidad de estar en uso un dispositivo, equipo o sistema en un instante de tiempo dado*”.

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Hrs.totales funcionamiento} - \textit{Hrs.parada por mto.}}{\textit{Horas totales de funcionamiento}} \quad (1.1)$$

Para proceder a formular la disponibilidad de averías primero se debe estudiar los siguientes indicadores

1.3.3.1 Tiempo medio entre fallas

Conocido también por sus siglas en ingles MTBF (Mid Time Between Failure), permite conocer la frecuencia con la que suceden las averías, representado por la ecuación. 1.2.

$$\textit{TMEF} = \frac{\textit{Horas totales del periodo analizado}}{\textit{Cantidad de averías}} \quad (1.2)$$

1.3.3.2 Tiempo medio para reparar

Conocido por sus siglas en ingles MTTR (Mid Time To Repair), permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución, para lo cual se utiliza la ecuación 1.3.

$$\textit{TMPR} = \frac{\textit{Cantidad de horas de paro por averías}}{\textit{Cantidad de averías}} \quad (1.3)$$

1.3.3.3 Disponibilidad por averías

Se tiene en cuenta solo las paradas por averías y las intervenciones no programadas. Relacionando el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio para reparar se obtiene la disponibilidad por averías utilizando la ecuación 1.4.

⁵ Renovetec. “Indicadores de mantenimiento”. Disponible en:
<http://www.mantenimiento.renovetec.com/118-indicadores-de-mantenimiento> [2014, 9 Octubre]

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{TMEF - TMPR}{TMEF} \quad (1.4)$$

1.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO⁶

Existen diversos tipos de mantenimiento, los señalados a continuación son los más importantes y aceptados con mayor frecuencia.

1.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Este tipo de mantenimiento no requiere de una planificación sistemática y se pone en práctica en el momento en que los equipos presentan un fallo, es decir el mantenimiento se reduce a la reparación del equipo o maquinaria produciendo un paro en el proceso de fabricación y disminuyendo la producción, por lo que su aplicación corresponde a equipos de bajo nivel de criticidad y que no estén directamente relacionados con la producción.

Los costes de reparación del fallo es inferior a la inversión necesaria para implementar otro tipo de mantenimiento más complejo, tomando en cuenta que el mantenimiento correctivo es inevitable así se ponga en práctica un mantenimiento más sofisticado ya que el equipo esta propenso a presentar en cualquier momento fallas que no fueron previstas.

Las tareas que se aplican en este mantenimiento no necesitan un planteamiento organizado y tampoco son de gran dificultad, estas son las más generales, limpiar y engrasar.

1.4.1.1 Ventajas del mantenimiento correctivo

Las ventajas que presenta este tipo de mantenimiento es no crear gastos fijos, también no es preciso programar ni prever ninguna actividad, en proyectos a corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico, resulta económico la

⁶ Gómez.L (2007). "Tipos de Mantenimiento". España: Universidad de Madrid, pag 84-88

aplicación de este mantenimiento para equipos que no se encuentran relacionados directamente con la producción.

1.4.1.2 Desventajas del mantenimiento correctivo

Los inconvenientes que se presenta en el mantenimiento correctivo son los siguientes; el tiempo de reparación es mayor ya que el repuesto no se encuentra disponible en el almacén, los fallos al ser imprevistos suelen ser significantes para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa, por ser fallos inesperados pueden venir acompañado de un siniestro, esto afectando la seguridad del personal, el tiempo que se tardara en repararse dichas fallas es desconocido, se necesita contar con técnicos de alta experiencia para disminuir tiempos de reparación además de contar con un stock de repuestos importante.

1.4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento procura reducir el número de intervenciones correctivas mediante la aplicación de un sistema donde se ejecute rutinas de inspección y la renovación de elementos en mal estado, siendo un mantenimiento planificado en el tiempo a diferencia del anterior, impidiendo afectar de forma directa en la productividad y a la calidad del producto o servicio.

El éxito del mantenimiento preventivo obedece a la apropiada elección del tiempo de inspección ya que un lapso excesivo tolera la aparición de fallos entre dos sucesivas intervenciones, por lo contrario un periodo poco prolongado eleva considerablemente los costes de producción. El equilibrio será la solución entre el valor económico de las inspecciones y el valor de fallos imprevistos, si bien los primeros pueden ser ponderados, la evaluación de los segundos no será tarea fácil por lo que suele acordar en función de la propia práctica.

1.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento ayuda a minimizar la probabilidad de paros imprevistos, menor costo de las reparaciones ya que cuando un elemento falla

en servicio suele echar a perder otras partes, ayuda a un mejor control y planeación del mantenimiento a ser aplicado en los equipos, existe mayor seguridad en la operación de los equipos debido a que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento, carga de trabajo parejo para el personal de mantenimiento ya que se cuenta con una programación de actividades, mayor vida útil de los equipos e instalaciones.

1.4.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo

La decadencia que se tiene es el desmontaje y sustitución innecesaria ya que en ocasiones el elemento que se cambia podría ser utilizado por más tiempo, costes elevados ya que las inspecciones son periódicas y necesita experiencia del operario, representa un alto coste en inversión de inventarios, pero siendo previsible lo cual permite una mejor gestión, al tiempo que se montan nuevas piezas y se realizan las primeras pruebas de funcionamiento puede afectar a la regularidad de la marcha.

1.4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Conocido también como “Mantenimiento Basado en Condición”, de la misma forma que el mantenimiento preventivo de anteponerse a la avería, esta estrategia de mantenimiento pretende además tener el conocimiento del estado del equipo por medio del monitoreo de parámetros del sistema, considerando que de esta forma se puede sustituir los elementos cuando an cumplido con su vida útil, eliminando los paros imprevistos por intervención innecesaria y, y también prevenir los fallos no esperados, mediante herramientas o técnicas de detección de los elementos medibles de anticipación al fallo realizando un mantenimiento justo en el tiempo preciso.

Es la estrategia más interesante y compleja de implementar y para poder realizarlo es necesario disponer de tecnología basada en indicadores que sean capaces de monitorear diferentes variables que permitirán saber el estado de la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos. Estas técnicas se presentan a continuación.

1.4.3.1 Técnicas predictivas de mantenimiento

Hay una variedad de tecnologías que pueden y deberían ser utilizadas como parte de un programa predictivo global de mantenimiento. Si tomamos en consideración que las fallas en los sistemas mecánicos son los que de mayor ocurrencia se tiene en la mayoría de equipos, y los que generan otros tipos de falla como son: eléctricas, hidráulicas, neumáticas etc.

Las técnicas no destructivas más habituales para mantenimiento predictivo son monitoreo de vibración (rastreo banda ancha, rastreo banda corta, análisis de señales), parámetros de termografía (análisis de señales con termómetros infrarrojos, rastreo con scanner de línea, análisis con imágenes infrarrojas), tribología (análisis de aceites lubricantes, análisis espectro gráfico, análisis por partículas de desgaste por roce, desgaste por corte, etc.), ferrografías / hierrografía, parámetros de procesos (análisis de motores eléctricos, monitoreo ultrasónico, análisis de operación dinámica), inspección visual, etc.⁷

1.4.3.2 Ventajas del mantenimiento predictivo

Permite la Identificación prematura de defectos, sin la necesidad de parar o desmontar la maquinaria, uso del elemento mecánico hasta el fin de su vida útil por lo que se puede seguir la evolución del defecto en el tiempo hasta que se vuelva peligroso, el tiempo de reparación se reduce ya que se tiene identificada la falla, no se necesita de un gran inventario ya que se predice que elemento va a fallar y su adquisición será con anterioridad y esto reducirá costes, existe mayor seguridad de funcionamiento y operación de la maquinaria, incrementa la producción por ahorro de paradas ya que para corregir el defecto puede ser programada la parada haciéndola coincidir con un tiempo muerto del proceso de producción.

1.4.3.3 Desventajas del mantenimiento predictivo

Como desventajas presenta elevados costes en la adquisición de equipos para la detección de fallos, personal especializado para análisis de datos, limitación

⁷ Jácome, L. (2008). “Ingeniería del Mantenimiento”; EPN: Folleto de clases Ingeniería de mantenimiento. EPN. FIM. pg 32

de aplicación para algunos tipos de fallas, no existe ningún parámetro que sea capaz de reflejar exactamente el estado de una máquina, no es viable la monitorización de todos los parámetros funcionales para toda la maquinaria.

1.4.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Este tipo de mantenimiento caracterizado por las siglas TPM (Total Productivity Maintenance) está basado en la concepción japonesa que intenta abarcar una visión más amplia que recoja todos los estamentos y niveles de la producción con una estructura de planificación jerárquica donde el propio operario realice una pequeña parte del mantenimiento como reglaje, inspección, sustitución etc. Logrando una participación de todos con un mejoramiento continuo de la productividad, y ayudando a mejorar la competitividad de la organización, orientando a lograr cero accidentes, cero defectos, cero pérdidas.

1.4.4.1 Características del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Se identifica por la amplia participación de todo el personal que constituye la empresa, orientada a la mejora de la realidad total de las instrucciones; destacando un compromiso total por parte del equipo de trabajo involucrados en la operación y producción, además de procesos de mantenimiento establecidos en el aprovechamiento de la experiencia que presentan los trabajadores.

1.4.4.2 Ventajas del TPM

Una de las ventajas más significativas, es que se consigue un resultado final más enriquecido y participativo ya que se incluye a toda la organización en los trabajos de mantenimiento. Considerando que la calidad total y la mejora continua van de la mano con el concepto anteriormente mencionado.

1.4.4.3 Desventajas del TPM

Considerando el costo que conlleva la implementación de este tipo de mantenimiento, es elevado ya que toma varios años en formación y cambios generales. Además debe existir una visión compartida, para poder alcanzar el

éxito buscado, considerando también como parte fundamental el compromiso de todos los departamentos de la organización que de manera u otra es difícil obtener.

1.4.5 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (R.C.M)

Mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM es una técnica más para la elaboración de un plan de mantenimiento en una planta industrial, nace de la necesidad de erradicar accidentes aéreos, por lo que fue creado por la industria de la Aviación Civil Norteamericana por los años 60s, tiene como objetivo principal elevar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento.

Esta filosofía del mantenimiento se basa en la detección de fallos, tanto los que ya han ocurrido como los que se están tratando de evitar por medio de acciones preventivas y por último los que tienen cierta probabilidad de ocurrir y ocasionar problemas graves.

Este tipo de filosofía de mantenimiento se caracteriza por ayudar a entender de mejor manera el funcionamiento de los sistemas y equipos, estudia todos los posibles problemas o fallos de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos además de garantizar una alta disponibilidad del sistema mediante unas series de acciones.

El implementar el mantenimiento centrado en la confiabilidad genera un sinnúmero de beneficios, entre los más representativos están una elevada productividad, motivación del recurso humano, mejora de la seguridad e higiene industrial y mayor control del impacto ambiental.

1.4.5.1 Metodología⁸

El RCM contempla determinados pasos los mismos que deben seguirse en cada área que constituye la organización:

⁸ Mantenimiento petro química. “Que es RCM”. Disponible en: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/rcm.html>. [2014, 9 Octubre]

- 1: Simbolización y registro de los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando.
- 2: Análisis minucioso de las tareas del sistema, considerando necesario un listado de funciones del sistema en su conjunto y del subsistema.
- 3: Establecimiento de los fallos funcionales y técnicos
- 4: Establecimiento de los modos de fallo o causas de cada uno de estos.
- 5: Disertación de las resultados de cada modo de fallo.
- 6: Realización de medidas preventivas que logren disminuir al máximo los efectos de los fallos.
- 7: Englobar todas las acciones preventivas en sus diferentes tipos.
- 8: Implementación de las acciones preventivas.

1.5 ETAPAS EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO⁹

Para que la implementación de un proceso de mantenimiento sea factible y mantenga operable el equipo e instalación con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad, se plantea las siguientes etapas:

1.5.1 REQUERIMIENTOS

Enfoca de manera específica la demanda por los trabajos de mantenimiento, estableciendo requerimientos que se pueden formar mediante las indicaciones que sugirió el fabricante de la máquina o el repuesto, también a partir de la experiencia del personal de mantenimiento de la planta, sin dejar a un lado los pedidos del operador, la frecuencia con la que se realiza una inspección. Además considerar eventos pasados y un estudio de desviaciones como también políticas de abastecimiento de la solicitud y actualizaciones del equipo que son base fundamental.

⁹ Campuscurico. “Procesos de Mantenimiento”. Disponible en: <http://campuscurico.utralca.cl/~fespinos/ANALISIS%20MANTENIMIENTO%20%20%29.pdf>. [2014, 15 de Octubre]

1.5.2 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

La planificación de los trabajos nos permite enlazar las obligaciones de mantenimiento y la disponibilidad de capitales.

Dentro de la planificación debe constar un registro de obligaciones, planificaciones anteriores, y como recomendación hacer un análisis exhaustivo de los objetivos alcanzados y fracasos de las planificaciones anteriores, recogiendo y analizando indicadores de eficiencia.

1.5.3 PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS

La programación de trabajo debe contener un plan de mantenimiento especificando un de los trabajadores conjunto a con sus capacidades, procedimientos, los cuales se encierren en las órdenes de trabajo. Teniendo siempre al alcance los programas anteriores con entrada de avances.

1.5.4 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

La ejecución del trabajo consiste en seguir las instrucciones escritas en las órdenes de trabajo, inspeccionando el uso correcto de las herramientas enfocándose en resolver los problemas imprevistos. Para lo cual debe lleva a cabo:

- a. Repartición de responsabilidad.
- b. Ejecución de las intromisiones, movilizandolos recursos y consignación de las instalaciones considerando medidas de seguridad.
- c. Administración del personal, tomando en cuenta el salario, bonificaciones, manteniendo motivado al personal.

1.5.5 FINALIZACIÓN DE TRABAJOS

Consiste en realizar ensayos necesarios para afirmar la seguridad de las máquinas, es una etapa previa antes de entregarla al encargado de la máquina.

Dentro de los ensayos que se realizan, están los de vacío, con carga y medición de las variables de control. El estudio de la conducta basado en conocimientos del perito sin dejar a un lado el diseño de experimentos para evidenciar la eficiencia del equipo, fijando un lapso de prueba, ajustes y observación.

1.5.6 CONTROL Y EVALUACIÓN

El control y evaluación comprende en concertar lo real con lo establecido (o valor patrón) para cada trabajo, teniendo en cuenta la conceptos y manejo de indicadores, además la gestión de los desvíos priorizando el concepto e implementación de acciones correctivas.

1.6 HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO¹⁰

La capacidad de emplear las herramientas para la administración del mantenimiento es fundamental en la elección de disposiciones para una buena gestión de los trabajos del área de mantenimiento.

1.6.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Tiene por objetivo estudiar el inconveniente y dividirlo en sus componentes. El entendimiento del contenido del problema y como unas partes puede afectar a otras.

El procedimiento para el estudio del problema es:

- a) Validación de que el problema existe realmente
- b) Exposición gráfica de los datos.
- c) Una buena manipulación de datos utilizando herramientas estadísticas.
- d) Caracterización de las causas potenciales.

1.6.2 INVENTARIO JERARQUIZADO DE CONSERVACIÓN

Es necesario que el departamento de conservación de una organización tenga a la mano un inventario de conservación, el cual es un registro de los recursos por tener en cuenta, sean éstos equipos, medios o edificaciones.

¹⁰ Catarina. “Administración del mantenimiento” Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/arias_s_ll/capitulo2.pdf. [2014, 15 Octubre

De esta manera, con el código máquina y la utilización de la teoría de Pareto, alcanzamos un inventario vital importancia.

1.7 FALLOS MECÁNICOS¹¹

Un fallo de una máquina es la que impida que esta realice la función para la que fue diseñada. Dentro de esta definición un gran número de diferentes tipologías de fallo, clasificadas según la causa que lo genere: fallo mecánico, fallo eléctrico, fallo en la instrumentación de medida, fallo en los dispositivos de control, etc.

1.7.1 TIPO DE FALLOS SEGÚN LA PROBABILIDAD ASOCIADA A LA EDAD DE LA MÁQUINA

En función de la probabilidad de que aparezcan fallos y de la dependencia de esta probabilidad del momento a lo largo de la vida útil de la máquina, estos fallos pueden clasificarse en:

Fallos infantiles.- Suelen ser debidos a defectos en la fabricación de alguna de las piezas o aun incorrecto montaje.

Fallos producidos por el desgaste y envejecimiento.- Tienen varios orígenes, algunos de ellos pueden estar vinculados a errores durante la fabricación que dan lugar a un crecimiento progresivo de defecto.

Fallos aleatorios.- Pueden tener varios orígenes y se producen por azar, por lo que su probabilidad de aparición se mantiene constante durante toda la vida útil de la máquina.

1.7.2 TIPOS DE FALLOS MECÁNICOS

Teniendo esto en cuenta todo fallo mecánico está incluido en una de las dos grandes categorías: fallo estructural y fallo funcional.

¹¹ Sánchez, F. (2006). "Mantenimiento mecánico de máquinas". México: Universidad Jaume. Pg 64

1.7.2.1 Fallo estructural.- Aparece por el cambio de tamaño, forma o propiedad mecánica de una o varias de la máquina. El deterioro puede producirse a nivel superficial o en puntos no superficiales, teniendo así:

Fallo superficial.- Ocurre cuando la superficie de la pieza se deteriora. Puede estar causado por desgaste debido a un contacto con otros sólidos en el que existe movimiento relativo, por oxidación o corrosión de materiales metálicos, por fatiga superficial, etc.

Fallo no superficial.- Este tipo de fallo está asociado generalmente con la rotura completa del material, el fallo no superficial puede ser estático o por fatiga.

Fallo por deformación excesiva.- En ocasiones la deformación de una pieza provoca que la máquina no puede realizar su función, en ciertos casos puede seguir funcionando, pero esta deformación disminuye la calidad de su funcionamiento y acorta la vida útil de algunos componentes.

1.7.2.2 Fallo funcional.- Aparece por el disfuncionamiento de algunos de los sistemas que evitan el fallo estructural o por algún tipo de sobrecarga. Así, los fallos funcionales más comunes son:

Fallo en el sistema de lubricación.- Aparece cuando la lubricación es inadecuada en algún punto de la máquina. Su efecto más común es la aparición de contacto metal –metal y el consiguiente rozamiento, desgaste y deterioro superficial.

Fallo en los sistemas hidráulicos o neumáticos.- En ciertos casos, un fallo en estos sistemas puede provocar un fallo estructural.

Fallo por sobrecarga térmica.- Ocurre cuando alguno de los elementos estructurales fijos o móviles se ve sometido a una temperatura elevada durante el funcionamiento.

Fallo por sobrecarga.- Se dice que una máquina está funcionando en una situación de sobrecarga cuando la carga resiste que esta ha de vencer es superior a aquella para la que fue diseñada.

1.8 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO DE FALLOS

Las Herramientas de Diagnóstico de Fallos deben ser utilizadas dependiendo de la complejidad del equipo defectuoso y de la clase de pruebas que sea necesario llevar a cabo, es de suma importancia escoger adecuadamente el equipo o instrumento de prueba que permita las verificaciones pertinentes.

A continuación algunas de las herramientas más utilizadas para el diagnóstico de fallo.

1.8.1 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA)¹²

Es un método que se emplea para identificar las causas o acontecimientos que trae consigo un problema. Este método consiste en suponer que los problemas se deben resolver mejor si se corrigen o eliminan las causas que lo generan, en vez de cortar los efectos del problema de inmediato.

Al dirigir las medidas correctivas a las causas primarias, se espera que el problema se minimice. Por lo tanto, la RCA es un proceso repetitivo, y con frecuencia es usada como una herramienta de mejora continua.

El análisis de causa raíz se encuentran conectados por tres preguntas básicas, observadas en la Figura 1.3.

¹²Campuscurico. “Análisis causa raíz”. Disponible en:
<http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20%20%28RCA%29.pdf>.
[2014, 15 de Octubre]

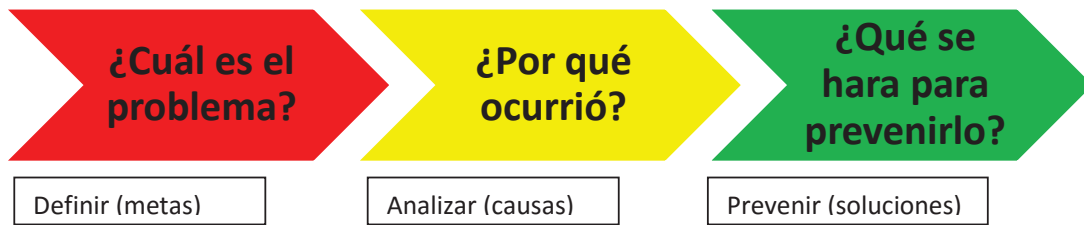


Fig. 1. 3 Preguntas para el análisis causa raíz

1.8.1.1 Metodología para RCA

El análisis de causa-raíz no es una única metodología bien definida, hay muchas herramientas diferentes, procesos y filosofías para el RCA. Considerando ciertos puntos de suma importancia dentro de la metodología definidas a continuación:

- 1.- Una medida de mejoramiento en las causas raíz es más conveniente y efectiva, que tratar directamente los síntomas de un problema.
- 2.- Una prueba RCA debe ejecutarse de manera metódica, con conclusiones y causas respaldadas por pruebas documentadas, para que sea totalmente eficaz.
- 3.- Por lo general pueden presentarse más de una causa para un único problema.
- 4.- Debe haber una completa relación entre todas las causas conocidas y el problema definido, para que el resultado sea más valedero.
- 5.- Este método es muy utilizado ya que puede resolver los problemas antes de que se intensifiquen y salgan de control, pudiendo controlar y evitar algún problema.

1.8.2 ÁRBOL DE FALLAS¹³

Es una metodología usada en sistemas de relatividad, mantenimiento y análisis de seguridad su objetivo principal es determinar las causas potenciales de falla de sistemas antes de que las fallas se manifiestan.

El análisis da inicio con una conclusión general, después identifica las causas específicas de la conclusión elaborando un diagrama lógico llamado un árbol de falla, el mismo que se puede observar en la Figura 1.4, y los elementos que constituyen una árbol de fallos se muestran en la Tabla 1.1.

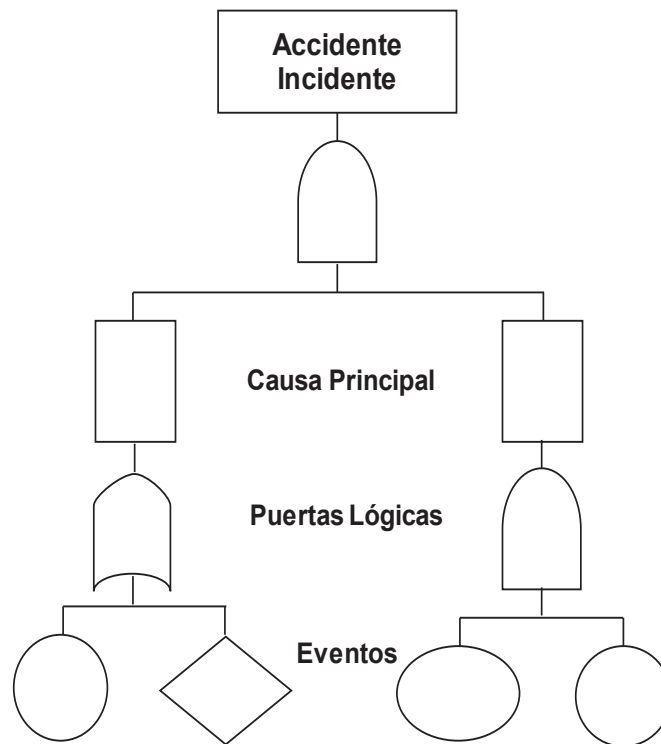
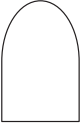
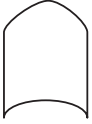

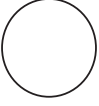
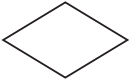

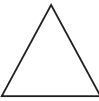


Fig. 1. 4 Árbol de fallas

¹³ Quality Progress. “Que es un análisis árbol de fallo”. Disponible en: <http://asq.org/quality-progress/2002/03/problem-solving/que-es-un-analisis-arbol-de-falla.html>[2014, 16 Octubre].

Tabla 1. 1 Descripción de los elementos del árbol de falla

Símbolo (Puertas)	Nombre	Descripción
	Puerta Y	Indica una condición en la cual todos los eventos mostrados debajo de la puerta de entrada tienen que estar presentes para que ocurra el evento arriba de la puerta.
	Puerta O	Indica una situación en la cual cualquier de los eventos mostrados debajo de la puerta de entrada llevarán al evento mostrado arriba de la puerta.
Símbolo (Eventos)	Nombre	Descripción
	Rectángulo	Es el principal componente básico del árbol analítico el cual representa un evento negativo y se localiza en el punto superior del árbol.
	Círculo	Representa un evento base en el árbol y se encuentra en los niveles inferiores del árbol, este no requiere más desarrollo o divisiones.
	Diamante	Identifica un evento terminal sin desarrollar, dicho evento no se encuentra totalmente desarrollado ya sea por falta de información o importancia.
	Óvalo	Representa una situación especial o condicional esto quiere decir que ocurre solamente si ocurren ciertas circunstancias.
	Triángulo	Indica una transferencia de una rama del árbol de fallas a otro lugar del árbol. Para mantener la simplicidad del árbol analítico, el símbolo de transferencia debe usarse con moderación.

1.8.2.1 Metodología del Árbol de Falla

Para la construcción se debe considerar los siguientes puntos:

1. Primero definimos la condición de falla e identificamos la falla más alta.

2. Con la información ya obtenida, determinar las posibles razones por la que la falla ocurrió. Estos elementos se ubicaran debajo del nivel más alto en el árbol.

3. Continuamos detallando cada elemento utilizando puertas adicionales a niveles más bajos considerando la relación existente entre los elementos, para con esto decidir que puerta lógica se va utilizar. .

4. Al finalizar el diagrama lo repasamos tomando en cuenta que la cadena solo deberá tener un fallo básico este será: humano, equipo electrónico o programa de computación.

1.8.3 DIAGRAMA DE PARETO¹⁴

El Diagrama de Pareto se basa en un principio que afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto, teniendo así que el 80 % de los problemas se pueden solucionar prestando atención al 20% de la causas.

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

Priorización: Esta característica es la encargada de identificar los elementos más importantes de un grupo.

Unificación de Criterios: Es encargada de orientar y dirigir el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.

Carácter objetivo: Fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas personales.

1.8.4 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE HOLMES¹⁵

La matriz de Holmes es un instrumento estadístico que ayuda en la selección de opciones sobre la base de la ponderación y ejecución de criterios, llegando

¹⁴Aiteco. “Matriz de priorización”. Disponible en: [http://www.aiteco.com/diagrama -Pareto/](http://www.aiteco.com/diagrama-Pareto/). [2014, 13 Septiembre]

¹⁵ Aiteco. “Matriz de priorización”. Disponible en: <http://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>. [2014, 17 Octubre]

a determinar alternativas y criterios adecuados para poder tomar una decisión. La matriz de priorización tiene un paso previo para la selección de opciones sobre las que decidir.

1.8.4.1 Metodología de la Matriz de Priorización

Para elaborar la matriz de priorización de debe seguir los siguientes puntos:

1. Definir el objetivo, de una forma clara y explícita.
2. Identificar las opciones, que pueden estar ya presentes, caso contrario el equipo tendrá que generar alternativas para poder alcanzar el objetivo.
3. Elaborar los criterios de decisión en una lista, los criterios deben ser definidos con claridad para que no surja ninguna duda entre los miembros del equipo.
4. Ponderar los criterios utilizando una matriz tipo “L”, esto se realiza comparando el primer criterio con los demás, de acuerdo a esto se les asigna el valor más apropiado mediante la tabla de valores existente.
- 5.- Comparar las opciones entre sí de acuerdo a cada uno de los criterios, por esto se crean tantas matrices como sea posible.
6. Seleccionar la mejor opción comparando cada opción sobre la base de la comparación de criterios, para esto se utiliza una matriz tipo “L” colocando los criterios y las opciones en los ejes vertical y horizontal respectivamente.

1.8.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE ESPINA DE PESCADO¹⁶

El Diagrama de Ishikawa se enfoca en relacionar un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan, también se lo conoce como Diagrama de Espina de Pescado por su similitud a un esqueleto de un pescado.

¹⁶Ministerio de salud del Ecuador. “Diagrama causa-efecto”. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 6 Noviembre]

Además clasifica las causas de un problema, las diferentes causas que se supone que afectan los resultados del trabajo, indicando con flechas la relación causa – efecto entre ellas; que se detallan en la Figura 1.5, a continuación.

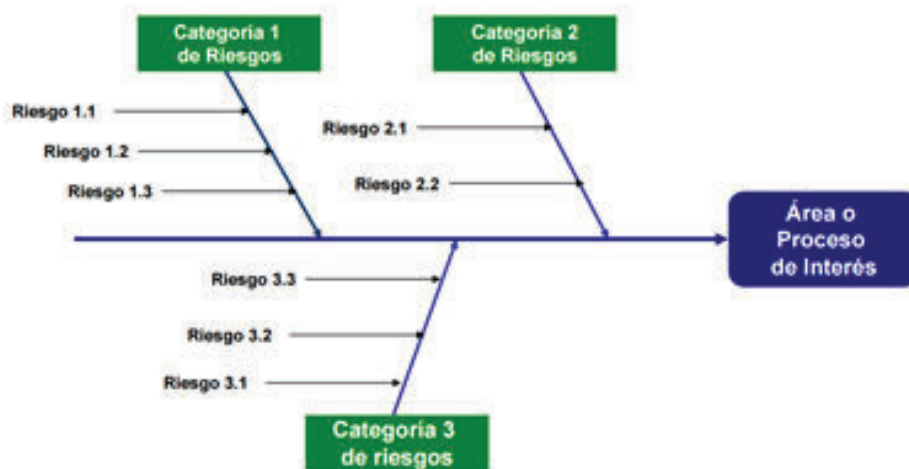


Fig. 1. 5 Diagrama Ishikawa

Entre las partes que constituyen el diagrama están: una casilla central conocida como cabeza, además cuenta con una línea principal identificada como columna vertebral, y líneas que se dirigen a la línea principal denominadas espinas principales. Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas o espinas, y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

1.8.6 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)¹⁷

Es una inventiva la cual se puede utilizar a la hora de crear nuevos productos y procesos. El objetivo principal es analizar los posibles fallos futuros de un producto para posteriormente clasificarlos según su importancia, además el análisis AMFE pretende obtener todos los posibles fallos controlados.

1.8.6.1 Metodología AMFE

Los puntos a seguir en análisis un AMFE son:

1. Detallar todos los potenciales tipos de fallo.
2. Implantar su índice de prioridad.

¹⁷ PDCA. “Análisis modal de fallos y efectos”. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 11 Noviembre]

Para cada modo de fallo se asigna tres valores según sea su importancia:

G: Nivel de severidad (gravedad del fallo percibida por el usuario).

F: Nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo).

D: Nivel de detección (probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use).

Al tipo de fallo analizado se asigna un valor de G, F y D entre 1 y 10.

Una vez estimados, se multiplica para obtener el IPR (Índice de Prioridad de Riesgo), que dará un valor entre 1 y 1000.

$$\text{IPR} = G * F * D \quad (5)$$

El resultado mostrará el grado del modo de fallo que se está analizando.

3. Prevaler los modos de fallo y buscar soluciones.

Al momento de obtener el IPR para todos los modos de fallo analizados, se clasificarán en orden descendente. Los tipos de fallo con alto IPR serán los que se deberá prestar mayor atención.

1.9 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Sabiendo que en una empresa, fábrica u otro recinto en el cual se brinde un servicio o se fabrique algún producto, las personas que realizan estas actividades son el pilar fundamental para el desarrollo y crecimiento de las mismas. La protección a la salud y seguridad del personal es un tema de gran importancia, la búsqueda e implementación de mecanismos que ayuden en la disminución tanto de enfermedades, accidentes y muertes laborales, es el objetivo principal que cada empresa junto con sus trabajadores tendrían que alcanzarlo. Llegando a este objetivo las empresas podrían obtener una reducción de gastos e incrementación en la producción; ya que no tendrían que capacitar a empleados de reemplazo ni requerir de horas extraordinarias para esta actividad.

Las empresas están en la obligación de impulsar programas de salud y seguridad industrial para identificar y eliminar adecuadamente condiciones de trabajo inseguras que generen riesgos para la salud de los trabajadores.

1.9.1 INTRODUCCIÓN:

Antiguamente eran muchos los empresarios a los que no les preocupaba demasiado la seguridad de los obreros. Sólo empezaron a prestar atención al tema con la aprobación de las leyes de compensación a los trabajadores por parte de los gobiernos, para; hacer más seguro el entorno del trabajo resultaba más barato que pagar compensaciones.

La seguridad social lleva con si medidas que la sociedad proporciona a sus integrantes teniendo como principal objetivo evitar desórdenes económicos y sociales que, de no poder resolverse, significarían la disminución o pérdida de los ingresos debido a contingencias como enfermedades, accidentes, desempleo, entre otras.

La seguridad social se identifica mediante las prestaciones y la asistencia médica, sin embargo, esas son solo algunas de las formas que están inmersas en la vida cotidiana. Además se encuentra en los actos solidarios e inclusivos de las personas hacia los demás, pues esos actos llevan en sí mismos la búsqueda del bienestar social.

1.9.2 OBJETIVOS:

Entre los objetivos de la seguridad industrial, es mejorar las condiciones referentes a seguridad y salud de los trabajadores de MINEROSA, tratando de incentivar una consciencia preventiva y hábitos de trabajo seguros tanto en empleadores y trabajadores, reduciendo daños a la salud provocados por el trabajo, con el fin de disminuir gastos debido a un accidente tales como indemnizaciones o gastos hospitalarios.

1.9.3 BENEFICIOS DEL PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Sin duda alguna un plan de seguridad industrial implementado de forma adecuada y estratégica, llena de beneficios a la organización que lo ha

efectuado, entre estos está la reducción de riesgos laborales que conlleva a que se eviten accidentes, además pone mucho énfasis en la seguridad de las máquinas manteniendo protegido al personal y de alguna manera aumenta de la eficiencia en el personal. Sin dejar de lado, que se aprovecha de mejor manera el potencial humano, mejorando el ambiente de trabajo y además incrementando el orden en el trabajo, y la limpieza en el lugar de trabajo.

1.9.4 PREVENCIÓN

La prevención es una acción primordial dentro del seguro de riesgos del trabajo en la que se integran un conjunto de actividades orientadas a promocionar y preservar la salud de la persona en su ambiente de trabajo como son los accidentes del trabajo y las enfermedades ocupacionales.

1.9.5 POLÍTICA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL¹⁸

Las políticas son herramientas que acoge una organización para puntualizar las medidas de conducta admisibles. Según su nivel de criterio, la presencia de esta política afectará a los derechos y deberes que la organización.

Para implementar la política de seguridad se necesita una serie de mecanismos de seguridad que constituyen instrumentos que ayuden a la conservación del sistema. Estos dispositivos con frecuencia se apoyan en normativas que abarcan áreas más concretas, destacándose en la Figura 1.6, a continuación.

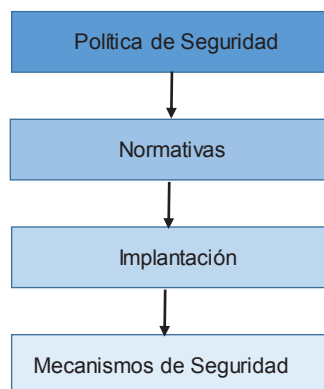


Fig. 1. 6 Esquema de la política de Seguridad

¹⁸ Observatorio tecnológico. "Políticas de seguridad". Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 17 Noviembre]www.minsa.gob.pe

1.9.6 ASPECTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Se debe determinar, registrar y conservar al día un procedimiento que analice los procesos y productos que pueden tener impactos reveladores en la seguridad industrial.

1.9.7 DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE TRABAJO

Pretende identificar los peligros potenciales y valorar los riesgos frecuentes en la empresa, teniendo como meta la medición del impacto de los mismos sobre el personal y su evolución en el tiempo.

1.9.8 OBJETIVOS Y METAS

Tanto los objetivos y metas de cada organización deben ser alcanzables, con respecto del tiempo, recursos y trabajo requerido para asegurar el cumplimiento. La organización debe hacer un estudio minucioso de los impactos referentes a seguridad.

Las actividades deberán estar plasmadas en un documento firmado por el representante legal de la organización y de terceros encargados en el desarrollarlo, se deberá actualizar y disponer para ser conocido por todo el personal.

1.9.9 INSTALACIONES DE MÁQUINAS FIJAS¹⁹

Para la instalación de máquinas fijas se debe considerar estratégicamente ciertos puntos como:

1.9.9.1 Ubicación

Para la ubicación de máquinas fijas se debe seguir las normas siguientes:

1. Se deberá situar las máquinas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones.
2. Su instalación será sobre pisos con la suficiente resistencia para soportar cargas estáticas y dinámicas.

¹⁹ IESS, (2014). “Decreto Ejecutivo 2393”. Ecuador, Título 3, Capítulo 1

3. Maquinaria que sea fuente de riesgo para la salud, se protegerán debidamente para evitarlos o reducirlos. Si ello no es posible, se instalarán en lugares aislantes o apartados del resto del proceso productivo.

1.9.9.2 Separación de las máquinas

1. Las máquinas deberán ser instaladas con la separación suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo holgadamente y sin riesgo, y estará en función:

De la amplitud de movimientos de los operarios y volumen del material de alimentación. Además de las necesidades de mantenimiento.

2. Si el operador debe trabajar entre una pared del local y la máquina, la distancia no podrá ser inferior a 800 mm.

3. Debe existir una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto en forma clara y visible para los trabajadores.

1.9.9.3 Interruptores

El diseño de los interruptores deberá ser estratégico, tanto para su colocación e identificación de forma que resulte difícil su accionamiento involuntario.

1.9.9.4 Pulsadores de puesta en marcha

No deben sobresalir ni estar al ras de la superficie de la caja de mandos, de tal manera que obliguen a introducir el extremo del dedo para accionarlos, dificultando los accionamientos involuntarios.

1.9.9.5 Pulsadores de parada

Estos deben ser de fácil accesibilidad desde cualquier punto del puesto de trabajo, sobresaliendo de la superficie en la que estén instalados.

1.9.9.6 Pedales

Deberán cumplir con las siguientes condiciones:

Tendrán dimensiones apropiadas para el ancho del pie.

Poseerán cubiertas protectoras que impidan los accionamientos involuntarios, además deben tener una presión moderada del pie, sin causar fatiga.

1.9.9.7 Palancas

Solamente se permitirán la colocación de palancas si: están protegidas de accionamientos involuntarios por medio de resguardos, por sistemas de bloqueo o por su emplazamiento, además deben tener conveniente señalización.

1.9.10 ADMINISTRACIÓN DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO Y ACCIDENTES LABORALES²⁰

Trabajar con lo desconocido hace difícil el trabajo del gerente de seguridad e higiene, si lucha por una inversión de capital para mejorar la seguridad. Las estadísticas de mejoramiento en lesiones y enfermedades ayudan, y a veces impresionan, pero realmente no justifican que la inversión de capital haya valido la pena, porque nadie sabe lo que las estadísticas habrían mostrado sin la inversión. Está en el reino de lo desconocido.

Dado que la seguridad y la higiene tratan con lo desconocido, no hay receta que indique los pasos para eliminar los riesgos en el trabajo, sino conceptos o enfoques para reducirlos gradualmente.

1.9.11 EL ENFOQUE COERCITIVO

Enfoque que empleó la OSHA, casi desde que la gente empezó a tratar con riesgos ha habido reglas de seguridad con castigos para los infractores. Menciona que la gente no evalúa correctamente los peligros ni toma las precauciones adecuadas, se le debe asignar reglas y sujetarla a sanciones.

Con el enfoque coercitivo, las OSHA ha obligado a miles de industrias a cumplir con las reglamentaciones que han transformado el lugar de trabajo y han hecho que millones de puestos sean más seguros y saludables.

²⁰ Asfahl, R. (2006) "Seguridad Industrial y salud" México: Pearson Educación, pg 77

El enfoque coercitivo tiene sus problemas cuando es la única forma de tratar con riesgos. A veces, una multa es una respuesta negativa e inapropiada, en un inútil intento por asignar responsabilidades cuando ya ha ocurrido un accidente.

1.9.12 ENFOQUE PSICOLÓGICO

Gratifica los comportamientos seguros mostrados en pancartas que recuerdan a los empleados mantener acciones seguras en sus labores diarias. Puede haber un letrero grande en la entrada principal de la planta que anote los días transcurridos desde que ocurrió la última lesión.

1.9.12.1 Religión o ciencia

Enfatiza la religión de la seguridad e higiene en comparación con la ciencia. El objetivo es premiar el trabajo seguro de sus empleados.

1.9.12.2 Apoyo de la dirección general

El enfoque psicológico es muy sensible al apoyo de la dirección. Los trabajadores miden el alcance del compromiso de la dirección con la seguridad en sus decisiones diarias.

1.9.12.3 Trabajadores jóvenes

Cuando se vinculan nuevos trabajadores y en particular los jóvenes, están más sujetos al influjo del enfoque psicológico.

Si sus compañeros mayores y de más experiencia usan equipos de protección personal, es más probable que las trabajadores jóvenes adopten también estos hábitos de seguridad; por el contrario, si éstos se ríen o ignoran los principios de seguridad, los jóvenes tendrán un mal comienzo, y nunca tomarán en serio la seguridad y la higiene.

1.9.13 EL ENFOQUE DE INGENIERÍA

La mayor parte de las lesiones laborales son provocadas por ingenieros de seguridad ya que se les atribuye los actos inseguros de los trabajadores, no a

las condiciones inseguras del puesto de trabajo; como se ilustra en la Tabla 1.2.

Tabla 1. 2 Enfoque de Ingeniería- Causas de los accidentes²¹

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES	PORCENTAJES
Actos inseguros del trabajador	88%
Condiciones inseguras del puesto de trabajo	10%
Causas inseguras	2%
Causas totales de accidentes en el lugar de trabajo	100%

Los análisis de los accidentes se profundizan para determinar si los accidentes que al principio parecieran causados por "descuidos del trabajador", hubieran sido evitados mediante un rediseño del proceso.

1.9.13.1 Tres líneas de defensa

Se contrasta en la profesión una preferencia definitiva por el enfoque de ingeniería para ocuparse de los riesgos a la salud. Cuando el proceso es ruidoso o presenta exposición a materiales tóxicos suspendidos, la empresa debería empezar por rediseñarlo o revisarlo para "eliminar mediante la ingeniería" el riesgo.

Tienen la prioridad en lo que llamaremos las tres líneas de defensa contra los riesgos a la higiene ocupacional, en este orden de prioridad:

1. Inspecciones de ingeniería.
2. Intervenciones administrativas o de prácticas de trabajo.
3. Equipos personales de protección.

Los controles de ingeniería, hacen que el lugar de trabajo sea seguro como las inspecciones de ingeniería que desalojan o suprimen los riesgos, en general, hacen que el lugar de trabajo sea seguro y saludable. Esto elimina la necesidad de vivir con los riesgos y de minimizar sus efectos, en contraste con estrategias de control administrativo y el uso de equipo personal de protección.

²¹ Asfahl, R. (2006) "Seguridad Industrial y salud" México: Pearson Educación, pg 85

1.9.13.2 Factores de seguridad

Especialistas han reconocido el elemento de incertidumbre en la seguridad y saben que tienen que aceptar márgenes de variación. El principio básico del diseño de ingeniería aparece en varios lugares en las normas de seguridad.

Sería bueno que todos los factores de seguridad pudieran ser de 10:1, pero hay desventajas que hacen que en algunas situaciones factores tan grandes sean irrazonables. El peso, la estructura de soporte, la velocidad, la potencia y el tamaño pueden ser afectados por la selección de un factor de seguridad demasiado elevado.

1.9.13.3 Principios de protección contra fallas

Conjuntamente con el principio de ingeniería de los factores de seguridad, hay otros principios de diseño de ingeniería que consideran las consecuencias de la falla de los componentes del sistema.

Principio general de protección contra fallas, principio de protección contra fallas por redundancia, principio del peor caso.

Este principio es en realidad un reconocimiento de la ley de Murphy, que dice que "si algo puede fallar, fallará". Esta ley es una simple observación del resultado de ocurrencias al azar durante un periodo largo.

El diseño de un sistema debe considerar la posibilidad de la ocurrencia de algún suceso inesperado que tenga un efecto adverso en la seguridad.

1.9.13.4 Principios de diseño

Los ingenieros confían en una diversidad de enfoques o "principios de ingeniería de diseño" para reducir o eliminar riesgos.

Eliminar el proceso o la causa del riesgo.- Es trabajo de los profesionales de la seguridad y la higiene poner en duda los procedimientos viejos y aceptados de hacer las cosas, si son riesgosos.

La nueva forma de pensamiento puede llegar a una conclusión distinta sobre qué tan determinante es la necesidad de un proceso particular.

Sustituir con otro proceso o material.- Si un proceso es esencial y debe conservarse, quizá sea posible cambiarlo por otro método o material no tan peligroso.

Proteger al personal de la exposición a los riesgos.- Cuando el proceso es absolutamente esencial para la operación de la planta y no hay forma de sustituirlo o cambiar los materiales peligrosos con los que se realiza, a veces es posible controlar la exposición al riesgo protegiendo al personal.

Instalar barreras para mantener al personal fuera del área.- A diferencia de la protección, que se acopla a la máquina o al proceso, hay otras barreras que se instalan alrededor del proceso o de la máquina a fin de mantener al personal fuera del área de peligro.

Advertir al personal con alarmas visibles o audibles.- En ausencia de otras características protectoras de diseño, el ingeniero diseña la máquina o el proceso de forma que el sistema advierta al operador o al resto del personal cuando la exposición a un riesgo importante es inminente o posible

Usar etiquetas de advertencia para prevenir al personal a fin de que evite el riesgo.- A veces una operación riesgosa esencial no puede ser eliminada, sustituida con un proceso o material menos riesgoso ni protegida adecuadamente a la exposición del personal. En estas situaciones, por lo menos es posible poner una etiqueta de advertencia que recuerde al personal los riesgos no controlados por la máquina ni por el proceso en sí.

Diseñar sistemas de ventilación para despejar las emanaciones del proceso.-

En otros casos, el mismo diseño del proceso o la máquina incluye características que emanan al exterior agentes dañinos conforme se producen.

Considerar el uso.-Estos puntos deben incluir los contactos tanto con el equipo como con el material, y hay que examinarlos de nuevo en busca de características de diseño que puedan controlar aún más los riesgos utilizando los principios de ingeniería ya enumerados.

1.9.13.5 Barreras de ingeniería

Es fácil quedar atrapado en la idea de que la tecnología resolverá los problemas, incluyendo la eliminación de riesgos de trabajo. Un problema del enfoque de ingeniería es que los trabajadores suprimen o anulan el propósito de los controles de ingeniería o de los dispositivos de seguridad. Por ejemplo, la eliminación de las protecciones en las máquinas. Antes de culpar al trabajador, observe con atención el diseño de las protecciones: algunas son tan

incómodas que hacen casi imposible el trabajo; otras, son tan imprácticas. Hay una razón legal para instalar protecciones imprácticas en una máquina nueva, de forma que los usuarios tengan que quitarlas antes de poner en servicio la máquina.

1.9.14 ANÁLISIS DE RIESGOS²²

El análisis de riesgos es el estudio de las posibles causas de amenaza y/o probables eventos no deseados, que conllevan consecuencias negativas o daños. La utilización de métodos para el análisis ayudan significativamente para obtener los posibles riesgos, que cuando ya se hayan identificado se podrán establecer acciones con el fin de disminuir los riesgos existentes.

1.9.15 CLASIFICACIÓN DE LO RIESGOS

La clasificación de los riesgos en el medio laboral del establecimiento se puede resumir de la siguiente manera:

1.9.15.1 Riesgos Mecánicos:

El riesgo mecánico es el conjunto de factores físicos que pueden originar una lesión por el trabajo mecánica las máquinas, herramientas, piezas a trabajar, sólidos o fluidos, teniendo en cuenta las condiciones de los espacios de trabajo, situación y actividad.

1.9.15.2 Riesgos de Incendio y/o Explosión:

Es la posibilidad de que produzca un incendio teniendo en cuenta las características de ciertas máquinas, materiales combustibles que se utilizan y almacenan en las instalaciones de la empresa.

1.9.15.3 Riesgos Físicos:

Se pueden definir como la exposición a la que está expuesto el trabajador en su área laboral, dentro de los principales riesgos están: ruido, iluminación, vibraciones, humedad, temperatura, ambiente térmico. Estos agentes físicos constituyen un factor negativo en las condiciones de trabajo.

²² Asfahl, R. (2006) “Seguridad Industrial y salud” México: Pearson Educación, pg 95-98

1.9.15.4 Riesgos Químicos:

Se puede definir como riesgos químicos aquellos susceptibles de ser producidos por una exposición no controlada a agentes químicos, la exposición constante o repetida a sustancias con efecto nocivo a corto o largo plazo.

En esta categoría también se pueden considerar a las emisiones de polvo metálico o polvo de arena utilizado en ciertos procesos industriales.

Los agentes químicos se pueden encontrar en forma de gases, vapores o aerosoles (polvo, fibras, humos, etc.), sustancias líquidas o sólidas.

1.9.15.5 Carga y Organización del Trabajo:

Son los riesgos en los cuales están presente el esfuerzo físico y mental que realiza el trabajador durante la ejecución de sus labores diarias, considerando que la fatiga muscular, las lumbalgias y las lesiones de extremidad superior e inferior son las que con más frecuencia se presentan en los trabajadores, estas alteraciones se presentan debido a la realización de grandes esfuerzos tanto estáticos como dinámicos, incluyendo también la adopción de posturas forzadas durante largos periodos de tiempo, la repetitividad de un movimiento, la falta de pausas, etc.

Todo esto a fin de establecer una valoración de los niveles de riesgo que se pueden generar en la empresa.

1.9.16 CATEGORIZACIÓN DE LOS RIESGOS EN FUNCIÓN DEL DAÑO A LAS PERSONAS

Se puede hacer una categorización de los riesgos en función del daño a las personas, como se muestra en la tabla 1.3.

Tabla 1. 3 Categorización de Riesgos²³

Nro.	Descripción
0	Ninguna lesión
1	Lesión leve Primeros auxilios - atención en lugar de trabajo y no afectan el rendimiento laboral ni causan incapacidad.
2	Lesión menor sin incapacidad (incluyendo casos de primeros auxilios y de tratamiento médico y enfermedades ocupacionales) - No afectan el rendimiento laboral ni causan incapacidad.
3	Incapacidad Temporal > 1 día (lesiones que producen tiempo perdido) Afectan el rendimiento laboral, como la limitación a ciertas actividades o requiere unos días para recuperarse completamente (casos con tiempo perdido). Efectos menores en la salud que son reversibles, por ejemplo: irritación en la piel, intoxicación por alimentos.
4	Incapacidad Permanente (incluyendo incapacidad parcial y permanente y enfermedades ocupacionales) - Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como una ausencia prolongada al trabajo. Daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de vida; por ejemplo: hipoacusia provocada por ruidos, lesiones lumbares crónicas, daño repetido por realizar esfuerzos, síndrome y sensibilización.
5	1 ó más fatalidades – por accidente o enfermedad laboral.

²³ Asfahl, R. (2006) "Seguridad Industrial y salud" México: Pearson Educación, pg 105

CAPÍTULO II

ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

2.1. PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO DE LA EMPRESA

El planteamiento estratégico de MINEROSA se ha establecido de tal manera que reflejan cual será la táctica a seguir en un plazo determinado. Por ello, se ha establecido lo siguiente:

2.1.1 MISIÓN²⁴

“MINEROSA es una empresa que tiene como misión explotar, industrializar y comercializar rocas ornamentales utilizando personal calificado y de alta experiencia, con la tecnología, maquinaria apropiada para brindar, la más variada gama de colores y diseños naturales que brindan la textura de estas piedras, con un amplio stock de alta calidad, lo que permite garantizar la satisfacción del cliente y comprometida con el mejoramiento continuo.”

2.1.2 VISIÓN

“Consolidar a MINEROSA como una empresa líder en la producción de rocas ornamentales en el mercado provincial, nacional y con proyección al mercado internacional sirviendo como referencia a las demás empresas nacionales.”

2.1.3 POLÍTICA EMPRESARIAL

“La empresa Minería y Rocas Ornamentales S.A, MINEROSA, actualmente dedicada a la industrialización y comercialización de rocas ornamentales a nivel nacional, se compromete a mejorar los procesos relacionados a calidad, ambiente, seguridad, salud ocupacional y garantizar su cumplimiento a través de sistemas efectivos de control, seguimiento y aportación de cambios positivos, donde su recurso humano estará involucrado de forma activa y continua.”

²⁴ FindThe Company. “Minería y Rocas Ornamentales S.A”. Disponible en: <http://fichas.findthecompany.com.mx/l/133052369/Mineria-y-Rocas-Ornamentales-S-A-Minerosa-en-Quito> [2014, 20 Octubre]

“La empresa y sus directivos realizarán los esfuerzos necesarios a efecto de cumplir con la normativa legal vigente, que involucra temas de seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente; procurando contar para ello con los recursos humanos, económicos y materiales necesarios.”

2.2 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa MINEROSA se encuentra ubicada en la parroquia San Antonio de Pichincha sector Mitad del Mundo; vía a Calacalí Km. 0.5 aledaño al monumento de la Mitad del Mundo. La ubicación de la empresa se puede observar detalladamente en la Figura 2.1.



Fig. 2. 1 Ubicación la empresa MINEROSA

2.3 MATERIA PRIMA

Para la elaboración de los diferentes productos que MINEROSA comercializa se utilizaba la piedra andesítica que provenía de la mina Catequillá, ubicada en la parroquia San Antonio de Pichincha, pero debido a fenómenos naturales (Temblor producido en Agosto del 2014) la mina cerró, provocando la

búsqueda de nuevos proveedores, llegando así a la utilización de las rocas extraídas de la mina ubicada en la parroquia de Aloag.

2.3.1. PIEDRA ANDESÍTICA

“La piedra Andesítica es una roca ornamental natural de origen ígneo, efusivo que por sus propiedades físicas de dureza y coloración ha sido utilizada desde hace mucho tiempo en la industria de la construcción y en nuestro medio desde la época de la colonia, por sus características específicas ha sido y es utilizada en pisos de alto tráfico, en exteriores, plazas, parques, avenidas, así como también en recubrimiento de exteriores.”

2.3.1.1. Características de la Piedra Andesítica

Origen.- Mina de Aloag

Color.- Gris-Rosado

2.3.1.2 Propiedades Físicas y Químicas

Peso Específico = 2.4 - 2.8 (kgf/m³)

Capacidad de Absorción = 1.8%

Resistencia a la Compresión = 500 - 600.00 (Kg / cm²)

Pérdida a la Abrasión = 40 a 48% (Después de 500 rpm).

2.3.1.3 Propiedades Mineralógicas

Composición Principal de: Silicatos (Sio₂) 50 – 60 %

Composición Secundaria de: Feldespatos

Textura: Fina (Felsítica).

2.3.1.4 Usos

Para pisos de alto tránsito, revestimiento de paredes, revestimiento de fachadas y escalones.

2.4 PRINCIPALES PRODUCTOS ELABORADOS

Entre los productos que elabora la empresa Minería y Rocas Ornamentales S.A están los mostrados en la Tabla 2.1, y su continuación en la Tabla 2.2.

Tabla 2. 1 Productos elaborados por MINEROSA







PIEDRA ANDESÍTICA			
Pisos	Planchas		<p>Características</p> <p>Las planchas son una excelente elección para la colocación en pisos exteriores por ser considerado un material de larga durabilidad y perfecto para el uso de alto tráfico.</p>
	Mosaicos		<p>Características</p> <p>Los Mosaicos de piedra andesitica natural son piezas que al juntarse unas con otras conforman una malla de diseño. Material de larga durabilidad con resistencia al alto tráfico.</p>
	Escalones		<p>Características</p> <p>La elegancia de los escalones de piedra natural han sido siempre parte decorativa de muchas obras arquitectónicas desde época colonial.</p>
	Cenefas		<p>Características</p> <p>Las cenefas son piezas delgadas utilizadas en combinación con pisos de piedra o madera</p>
	Bordillos		<p>Características</p> <p>Los bordillos son elementos primordiales en el diseño de los parques y plazas.</p>
	Pave		<p>Características</p> <p>El pave es una piedra de superficie irregular, excelente como elemento decorativo.</p>

Tabla 2. 2 Continuación Productos elaborados por MINEROSA

PIEDRA ANDESÍTICA			
Revestimientos	Planchas Martiladas		<p>Característica</p> <p>Las planchas martiladas de piedra andesítica natural son elementos planos de característica únicas y rústicas en gama de color gris a rosado</p>
	Espacatos		<p>Característica</p> <p>Llamamos espacato de piedra a las piezas de dimensiones pequeñas, cortadas con cizalla, que sirven para recubrir paredes a manera de mosaico.</p>
	Tapas		<p>Característica</p> <p>Las tapas son elementos rústicos de espesores variables, se ha convertido en una de las primeras opciones para lograr diseños arquitectónicos de calidad</p>
	Perfiles Rusticos		<p>Característica</p> <p>Llamamos perfiles al material de dimensiones pequeñas y alargadas, de textura irregular, se han convertido en un elemento impactante de fachadas.</p>
	Perfiles Martilados		<p>Característica</p> <p>Llamamos al material de dimensiones pequeñas y alargadas, de textura irregular. elemento impactante en el recubrimiento de fachadas</p>
	Granito		<p>Característica</p> <p>El granito es una roca ornamental natural, que por sus propiedades físicas de dureza alta, gran brillo y así como su coloración, ha sido utilizada desde el primer milenio hasta nuestros días.</p>

2.5 PROCESOS DE MANUFACTURA

Los procesos de manufactura son un conjunto de actividades organizadas y programadas para la transformación de insumos en bienes o servicios, logrando dar un valor agregado a la materia prima, con ayuda de la tecnología, por ende puede definirse en dos sentido; tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos o físicos que alteran las propiedades y la forma o el aspecto de un material para elaborar productos terminados y económicamente, es la

transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos.²⁵

En la empresa MINEROSA, mediante procesos de manufactura se da valor agregado mediante sistemas tecnológicos a la materia prima, que en este caso es la roca andesítica.

2.5.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Es definido como un conjunto de partes conectadas que existen para alcanzar un determinado objetivo y que cada elemento del sistema puede ser un departamento, organismo o subsistema.

Mediante el sistema una organización puede ser vista como un sistema con sus departamentos como subsistemas; teniendo los diferentes tipos de sistemas:

2.5.1.1 Sistema de Producción Continua

En este sistema de producción las instalaciones se adaptan a ciertos itinerarios y flujos de operación, que siguen una escala no afectada por interrupciones.

La característica de este sistema es que se reciben materias primas continuamente de los proveedores, son almacenados, y se trasladan para su procesamiento.

2.5.1.2 Sistema de Producción por Lotes

En este sistema se trabaja con un lote determinado de productos que se limita a un nivel de producción, seguido por otro lote de un producto diferente.

Se utiliza la producción intermitente cuando la demanda de explícito producto no es lo bastante amplia para utilizar el tiempo total de fabricación continua.

²⁵ Universidad Anáhuac. “Introducción a los procesos de manufactura”. Disponible en:<http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 22 Noviembre]

2.5.1.3 Sistema de Producción por Pedido

Solo se utiliza en la empresa después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos, además se puede utilizar después del contrato o encargo de un determinado producto. Al recibir el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis más detallado del trabajo que se efectuará.²⁶

Se debe considerar que el cumplimiento de estos tipos de producción está estrechamente ligados con el estado y disponibilidad de las máquinas, logrando esto con la implementación de un adecuado plan de mantenimiento.

2.5.2 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

La empresa MINEROSA trabaja con el sistema de producción por pedido, considerando que para el cumplimiento de este tipo de sistema se tiene los siguientes procesos:

Corte.- La materia prima es cortada con un determinado espesor, el mismo que va a depender del pedido, que a continuación muestra la Figura 2.2.



Fig. 2. 2 Proceso de Corte

Martilnado.- Es la característica superficial que se le da a la materia prima después de haber sido cortada, para aumentar su adherencia. El mismo que podrá ser visualizado en la Figura 2.3.

²⁶ Universidad Anáhuac. "Sistemas de producción". Disponible en:[http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/Sistemas de producción.pdf](http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/Sistemas%20de%20producci3n.pdf). [2014, 17 Diciembre]



Fig. 2. 3 Proceso de Martinado

Encuadre.- Este proceso consiste en cortar el producto con las dimensiones requeridas, dependiendo del pedido existente, el mismo que se verá detallado en la Figura 2.4.



Fig. 2. 4 Proceso de Encuadre

2.5.3 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

La empresa MINEROSA está distribuida con el fin de satisfacer las necesidades tanto administrativas como de producción. La distribución de la planta se muestra en el anexo 1.

2.6. MANTENIMIENTO

Para establecer la situación actual sobre el mantenimiento de la empresa, se han establecido los siguientes puntos:

2.6.1 LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO TÉCNICO

La maquinaria que conforma la fábrica MINEROSA, para los diferentes procesos de producción como para:

Corte se tiene la cortadora GP-800 se detalla en la Tabla 2.3, cortadora EP-700 detallada en la Tabla 2.4 y la cortadora T-1600 detallada en la Tabla 2.5.

Tabla 2.3 Máquina para el proceso de Corte GP-800


CORTE					
Equipo	Corta bloques				
Proceso	Corta el bloque de piedra, en planchas de diferentes espesores				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1992
Cantidad:	1	Motor Disco Vertical			150 HP
Código:	GP-800	Motor Desplazamiento transversal del cabezal			3,75 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica/Oleohidráulica	Motor Desplazamiento vertical de puente			4 HP
		Motor Central Oleohidráulica			5,5 HP

Tabla 2. 4 Máquina para el proceso de Corte EP-700



CORTE					
Equipo	Corta bloques				
Proceso	Corta el bloque de piedra, en planchas de diferentes espesores				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1986
Cantidad:	1	Overhaul			1992
Código:	EP-700	Motor Disco Vertical			75 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica/Oleohidráulica	Motor Desplazamiento transversal del cabezal			1,5 HP
		Motor Desplazamiento vertical de puente			3 HP
		Motor Central Oleohidráulica			5,5 HP

Tabla 2. 5 Máquina para el proceso de Corte T-1600

CORTE					
Equipo	Corta bloques				
Proceso	Corta el bloque de piedra, en planchas de diferentes espesores				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1986
Cantidad:	1	Overhaul			1992
Código:	T-1600	Motor del Disco Vertical			50 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica	Motor Desplazamiento del disco vertical			5 HP
		Motor Desplazamiento vertical de puente			1,5 HP

Para el Encuadre se tiene la encuadradora A-500 detallada en la Tabla 2.6, la encuadradora E-350 detallada en la Tabla 2.7, la encuadradora IM-50 detallada en la Tabla 2.8, la encuadradora G-350 detallada en la Tabla 2.9.

Tabla 2. 6 Máquina encuadradora A-500

ENCUADRE					
Equipo	Encuadradora				
Proceso	Corta las planchas de piedra dando su forma y dimensiones requeridas				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1986
Cantidad:	1	Overhaul			1992
Código:	A-500	Motor del Disco de Encuadre			10 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica				

Tabla 2. 7 Máquina encuadradora E-350


ENCUADRE					
Equipo	Encuadradora				
Proceso	Corta las planchas de piedra dando su forma y dimensiones requeridas				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1986
Cantidad:	1	Overhall			1992
Código:	E-350	Motor del Disco de Encuadre			7,5 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica				

Tabla 2. 8 Máquina encuadradora IM-50


ENCUADRE					
Equipo	Encuadradora				
Proceso	Corta las planchas de piedra dando su forma y dimensiones requeridas				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1986
Cantidad:	1	Overhaul			1992
Código:	IM-50	Motor del Disco de Encuadre			7,5 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica				

Tabla 2. 9 Máquina encuadradora G-350

ENCUADRE					
Equipo	Encuadradora				
Proceso	Corta las planchas de piedra dando su forma y dimensiones requeridas				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1992
Cantidad:	1	Motor del Disco de Encuadre			7,5 HP
Código:	G-350				
Características:	Mecánica/Eléctrica				


Para el Martilado se tiene martiniladoras E-350 detalladas en la Tabla 2.10.

Tabla 2. 10 Martiniladora E-350

MARTILINADO					
Equipo	Martiniladora				
Proceso	Corta las planchas de piedra dando su forma y dimensiones requeridas				
Fabricante:	Nacional	Origen:	Ecuador	Fabricación:	1992
Cantidad:	2	Motor principal			7,5 HP
Código:	E-350	Motor auxiliar			1,5 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica				

Y para la Manipulación de la Materia Prima se muestra en la Tabla 2.11.

Tabla 2. 11 Máquina de Manipulación de la Materia Prima

Ubicación de materia prima en cortadoras					
Equipo	Puente y Tecla				
Proceso	Facilita la colocación de la rocas en las máquinas cortadoras				
Fabricante:	Nacional	Origen:	Ecuador	Fabricación:	2002
Cantidad:	1	Motor Tecla			4 HP
Código:	Puente Grúa 5 TM	2 Motores para desplazamiento del puente			1 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica				

2.6.2 DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Se debe tener en cuenta que actualmente la fábrica MINEROSA está sujeta únicamente a un sistema de mantenimiento correctivo.

Para cada sistema y subsistema que conforman las diferentes maquinarias que se encuentran detallados en el inventario técnico sección 2.6.1, se debió haber establecido acciones o tareas de mantenimiento preventivo.

Considerando que en ciertos sistemas y subsistemas de las maquinarias no se generan tareas de mantenimiento preventivo, simplemente que se espera la falla de los mismos, para que puedan ser remplazados.

2.6.3 FRECUENCIA DE LAS ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Las acciones de mantenimiento van de la mano con la frecuencia que se realizan las mismas, determinadas de acuerdo a la recurrencia con las que suelen presentarse los desperfectos en las partes de cada máquina.

Estos datos se los ha obtenido mediante la experiencia de los operadores de las maquinarias, ya que, son ellos los que día a día trabajan con ellas y conocen los fallos más frecuentes, considerando además que los fallos graves son los que producen un paro imprevisto de la máquina por alrededor de 4 a 5 horas. La recopilación de datos se muestra en la siguiente Tabla 2.12.

Tabla 2. 12 Frecuencias de las Acciones del Mantenimiento

MÁQUINAS	CÓDIGO	FALLOS GRAVES 2013-2014
Cortadora	GP-800	14
Cortadora	T-1600	9
Cortadora	EP-700	7
Puente Grúa	PG-5 TM	6
Martilinadora 1	A-185	4
Martilinadora 2	A-220	3
Encuadradora	A-500	3
Encuadradora	G-350	2
Encuadradora	I-M50	2
Encuadradora	E-350	2

2.7 SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para establecer la situación actual sobre la seguridad industrial de la empresa, se han establecido los siguientes puntos:

2.7.1 RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTES EN MINEROSA

El trabajo cotidiano en la fábrica involucra varios riesgos laborales los mismos que son analizados a continuación.

2.7.1.1 En recepción y descarga del material

En la recepción de la materia prima se apreciaron los siguientes riesgos, los cuales pueden afectar a la integridad del trabajador, como de la maquinaria, determinados en la Tabla 2.13.

Tabla 2. 13 Riesgos potenciales en Recepción y descarga del Material

CAUSA	EFECTO
Descarga de la materia prima (Rocas)	Ruido por descarga
	Caídas y/o resbalones
	Exposición de material particulado
	Lesiones en trabajadores
	Muerte de trabajadores
	Daños en los mecanismos por la acumulación de polvo

2.7.1.2 En manipulación de la materia prima

En la manipulación de materia prima se presentan los siguientes riesgos los cuales pueden provocar accidentes y están determinados en la tabla 2.14.

Tabla 2. 14 Riesgos potenciales en manipulación de la materia prima

CAUSA	EFEECTO
Colocación de las cadenas del tecla en las rocas	Caídas y/o resbalones
	Atrapamiento de manos
	Lesiones del trabajador
Colocación de la roca en la máquina	Aplastamiento de trabajadores
	Muerte de trabajadores
	Daños de instalaciones



2.7.1.3 En el proceso de corte

En el proceso de corte hay que realizar un estudio minucioso, debido a que en la máquina se utiliza discos extremadamente grandes, y a este proceso se lo considera con alto porcentaje de riesgo, llegando a ocasionar algún tipo de accidente el mismo que se detalla en la Tabla 2.15.

Tabla 2. 15 Riesgos potenciales en el proceso de corte

CAUSA	EFEECTO
Corte de materia prima	Ruido
Desprendimiento de partículas rocosas	Daños en los mecanismos
	Lesiones en trabajadores
Acumulación de material particulado más agua	Caídas y/o resbalones
	Daños en los mecanismos



2.7.1.4 En el Proceso de Martilado

En el proceso de Martilado se presentan los siguientes riesgos los cuales pueden provocar accidentes especificados en la Tabla 2.16.

Tabla 2. 16 Riesgos potenciales en el proceso de martilado

CAUSA	EFEECTO
Colocación de la plancha de piedra en la máquina	Lesiones en trabajadores
	Caídas y/o resbalones
	Atrapamiento
Inutilización de mascara protectora	Presencia de fragmentos rocosos en ojos y cara




2.7.1.5 En el proceso de encuadre

En el proceso de encuadre se presentan los siguientes riesgos detallados en la Tabla 2.17 los cuales pueden provocar accidentes.

Tabla 2. 17 Riesgos potenciales en el proceso de encuadre

CAUSA	EFEECTO
Colocación de la plancha de piedra ya martilado en la máquina	Lesiones en trabajadores
	Cortaduras
	Atrapamiento
Inutilización de mascara protectora	Presencia de fragmentos rocosos en ojos y cara
Acumulación de material particulado más agua	Caídas y/o resbalones
	Daños en los mecanismos




2.7.1.6 En el recorrido del puente grúa

Por ser un puente grúa el mismo que atraviesa prácticamente toda el área de trabajo el riesgo que representa en toda el área de producción es de mucha importancia, teniendo así los siguientes riesgos de accidentes que se detallaran a continuación en la Tabla 2.18.

Tabla 2. 18 Riesgos potenciales en el recorrido del puente grúa

CAUSA	EFEECTO
Suspensión de la cadena de izaje y control del puente grúa	Golpes en trabajadores y maquinaria
	Atascamiento en maquinaria



2.7.1.7 En almacenamiento de producto terminado

En el proceso de almacenamiento se presentan los siguientes riesgos detallados en la Tabla 2.19, los cuales pueden provocar accidentes.

Tabla 2. 19 Riesgos potenciales en almacenamiento

CAUSA	EFEECTO
Movimiento del área de producción al lugar de almacenamiento	Caída de producto terminado
	Lesiones a trabajadores
	Daños en instalaciones
Mala ubicación del material terminado	Aplastamiento de trabajadores
	Caída de producto
	Daños en instalaciones



2.8 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS MINEROSA

Es inevitable que los riesgos estén presentes en la actividad laboral y estos son variados, debido que para ejecutar todas las fases del proceso productivo, es necesario la diversidad de operaciones, máquinas, útiles y herramientas, por eso es importante poner mucho énfasis tanto en la identificación como en la evaluación de riesgos para tomar acciones que de alguna manera ayuden a disminuirlos.

2.8.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

En base a la matriz de riesgos, se desglosa las actividades operacionales en la empresa MINEROSA, esta matriz permitirá identificar los tipos de riesgos a los cuales los trabajadores están expuestos al realizar sus diferentes labores diarias en sus áreas correspondientes. Dentro de la matriz están los tipos de riesgos laborales que se han reconocido en la empresa, teniendo en cuenta que para el estudio se designaran los riesgos más importantes, los cuales serán objetos de medición. La Matriz de Riesgos en MINEROSA se presenta en el anexo 2.

Y establecida la matriz de riesgos para actividades de MINEROSA, se tiene identificado los mismos para el desarrollo del estudio. Considerando que los factores de riesgo más importantes y que están presentes en las diferentes áreas de trabajo son: Material Particulado, en este caso el Polvo Inorgánico Mineral y el Ruido.

A partir de la investigación, es de mucha importancia incluir los factores mecánicos factores ergonómicos, y los vapores que se emanan cuando existe contacto del agua y los discos en los procesos que incluyen corte.

2.8.1.1 Factor Riesgo: Material Particulado (Polvo Inorgánico Mineral)

Ya que la empresa se dedicada a la industrialización de rocas ornamentales, el polvo inorgánico mineral está presente de manera permanente, desde la recepción de la materia prima y en todos los procesos que conlleva la

industrialización de la misma. Esta exposición conlleva a enfermedades pulmonares profesionales y ambientales es un problema sobreañadido por su complejidad, siendo fundamental la prevención.

2.8.1.2 Factor Riesgo: Ruido

Teniendo en cuenta que la mayoría de las actividades de la empresa en la industrialización de las rocas, necesitan de maquinaria tales como: cortadoras, encuadradoras, martelinadoras, y de varios equipos como: amoladora, taladros, soldadoras, etc), los mismos que generan ruido y pueden llegar a ser perjudiciales para el trabajador causando sensación de zumbido en los oídos, alteraciones del rendimiento laboral, molestias y disturbio.

2.8.1.3 Factor Riesgo: Factores Mecánicos

Debido a que se emplean máquinas y equipos industriales y se manipula rocas de considerable tamaño, los riesgos más comunes para la salud y la seguridad en cuanto a factores mecánicos son: atrapamientos, cortes, caídas y demás lesiones, que con gran frecuencia afectan a las manos y el rostro.

2.8.1.4 Factor Riesgo: Ergonómicos

Debido que en los procesos de encuadre, martilado, se manipula manualmente las planchas de piedras que tienen un peso considerable, lo que conlleva a movimientos repetitivos y un gran esfuerzo, los mismos que a un plazo determinado afectarán a las personas que realizan estas actividades presentando posibles trastornos músculos esqueléticos, restricción de la movilidad de las articulaciones.

2.8.1.5 Factor Riesgo: Factores Vapores

Teniendo en cuenta que se utiliza refrigerante al agua en la mayoría de los procesos para la industrialización de la roca, la presencia de humedad es considerable, podría llegar a provocar problemas respiratorios, alergias, asma, dolores e incluso enfermedades pulmonares.

2.8.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS

Se lleva a cabo la evaluación de los riesgos importantes de la empresa, los mismos que fueron determinados anteriormente; con la finalidad de determinar las acciones de prevención.

2.8.2.1 Evaluaciones de Riesgos Físicos

La matriz de evaluación de los riesgos físicos se presenta en el anexo 3.

Analizando la matriz anterior se puede llegar a la conclusión de que los riesgos físicos presentan un nivel de riesgo similar pues existen actividades que son de un nivel moderado por lo que no requieren mayores acciones de control sin embargo tenemos también un nivel de riesgo importantes que quiere decir que se no se necesita mejorar la acción preventiva.

Se debe tomar en cuenta implementar mejoras que no conlleven a una carga económica importante. Y se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.

2.8.2.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS

La matriz de evaluación de los riesgos químicos se presenta en el anexo 4.

Mediante el analizando de la matriz anterior, se determina que el riesgo químico que existe en la empresa de acuerdo a la valoración resultante, se estima como riesgo moderado, además se tiene un nivel de riesgo importante, por lo que se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Para disminuir el riesgo se debe implementar acciones en un período expreso, ya que como el riesgo moderado está asociado con efectos perjudiciales, se precisa una acción posterior para determinar medidas de control.

2.8.3 MAPA DE RIESGOS MINEROSA

Para determinar gráficamente los riesgos presentes en las áreas de trabajo a las que el personal de MINEROSA está expuesto, es de suma importancia el mapa de riesgos puesto que permite identificar con mayor facilidad cuales son estos riesgos. El mapa de riesgos de la empresa se presenta en el anexo 5.

CAPÍTULO III

ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

3.1 INTRODUCCIÓN

El plan de mantenimiento preventivo pretende solucionar los problemas con la maquinaria evitando los paros no programados así teniendo una producción continua y programada, consiguiendo disminuir las pérdidas económicas tanto por baja producción y por reparaciones violentas en los equipos.

3.2 ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL

Es importante conocer la situación actual del mantenimiento realizado en la fábrica MINEROSA, donde se aplica a toda maquinaria un mantenimiento correctivo. No existe un departamento de Ingeniería por lo cual esto genera varios problemas que afecta a la gestión de mantenimiento provocando una baja organización ya que no existe registros históricos de las actividades de mantenimiento

Al no tener un registro de actividades provoca una incertidumbre en los repuestos necesarios en stock, aumentando los tiempos del mantenimiento correctivo.

3.3 REQUERIMIENTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El presente plan de mantenimiento requiere de dos pilares, la selección de la maquinaria y/ o equipos, además la generación y registro de información.

3.3.1 SELECCIÓN DE LA MAQUINARIA Y/O EQUIPO.

Se llegará a priorizar la maquinaria problema o cuello de botella además de la generación y registro de información, mediante el análisis de ciertos criterios mencionados a continuación:

1. Detectabilidad de falla: Este factor permite prevenir fallos graves en las máquinas, considerando la vida útil del elemento y de la estadística. Llegando

a prevenir la avería, se reduce gastos económicos siendo un factor importante para la empresa.

2. Tiempo de reparación: Cuando se da una o varias fallas inesperadas en las máquinas, se producen pérdidas de tiempo en la producción; para esto, los datos que se disponen en el mantenimiento, son válidos para el presente estudio.

3. Incidencia en la producción: Es importante conocer la importancia que tiene la maquinaria haciendo una jerarquización para saber cuánto afectaría económicamente si hubiera un paro de cada una en la producción.

4. Años de funcionamiento: Este criterio ayuda a saber en qué punto se encuentra la maquinaria de la vida útil ya pudo haber concluido con este periodo y esto afectaría el normal desempeño de la misma.

5. Mantenimiento correctivo: Con el historial llevado por el departamento de mantenimiento, es posible conocer cuales maquinas tienen mayor cantidad de paros inesperados en un transcurso de tiempo y con esto saber a cuál se deberá poner mayor atención

6. Cantidad de máquinas: Este criterio ayuda a saber si una maquina es reemplazable así si llegaría a tener un paro se reemplazaría por otra de forma que no afectaría la producción.

7. Complejidad de equipo: Si la maquinaria tiene un alto nivel de tecnología necesitara mayor tiempo de mantenimiento y personas capacitadas.

Se puede observar que hay varios factores que están relacionados directamente e indirectamente con el funcionamiento de las máquinas e incidencia directa en la producción, por lo que se realizará una primera priorización para saber que factor o criterio es de mayor importancia mediante la Matriz de Priorización de Holmes.

A Continuación se presenta en la Tabla 3.1 la ponderación más común que se utiliza en la matriz de Holmes para proceder en la Tabla 3.2 a la priorización de los criterios.

Tabla 3. 1 Ponderación para la matriz de Holmes

PONDERACIÓN	IMPORTANCIA
0	MENOR
0,5	SEMEJANTE
1	MAYOR

Tabla 3. 2 Matriz de Priorización de Holmes de criterios o factores

	Detectabilidad de falla	Tiempo de reparación	Incidencia en la producción	Años de funcionamiento	Mantenimiento correctivo	Cantidad de maquinas	Complejidad de equipo			
Criterio	1	2	3	4	5	6	7	SUMA	PRIORIZACIÓN %	ORDEN
1 Detectabilidad de falla	0,5	1	0	0,5	0	0,5	0,5	3	11,54	5
2 Tiempo de reparación	0	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	4	15,38	4
3 Incidencia en la producción	0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	5	19,23	2
4 Años de funcionamiento	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3	11,54	5
5 Mantenimiento correctivo	0,5	1	0,5	1	0,5	1	1	5,5	21,15	1
6 Cantidad de máquinas	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	4,5	17,31	3
7 Complejidad de equipo	0	0	0,5	0	0	0	0,5	1	3,846	6

Del análisis que muestra la tabla de priorización se determina que los siguientes son los criterios de mayor prioridad los cuales son: Mantenimiento correctivo, Incidencia en la producción y Cantidad de maquinas

Para priorizar la maquinaria se utilizará la cantidad de fallos graves de cada una de las máquinas como se presenta en la Tabla 3.3 así se procederá a obtener las máquinas cuello de botella según el estudio por el diagrama de Pareto que se muestra en la Figura 3.1.

Tabla 3.3 Fallas graves de las máquinas en la planta MINEROSA

MÁQUINAS	CÓDIGO	FALLOS GRAVES 2013-2014	FRECUENCIAS	FRECUENCIAS ACUMULADAS
Cortadora	GP-800	14	26,42	26,42
Cortadora	T-1600	9	16,98	43,40
Cortadora	EP-700	7	13,21	56,61
Puente Grúa		6	11,32	67,93
Encuadradora	A500	4	7,55	75,48
Encuadradora	G 350	3	5,66	81,14
Encuadradora	IM50	3	5,66	86,80
Encuadradora	E350	2	3,77	90,57
Martiladoras	A220S	2	3,77	94,34
Martiladoras	A220S	2	3,77	98,12
Taladro Grande		1	1,89	100,00

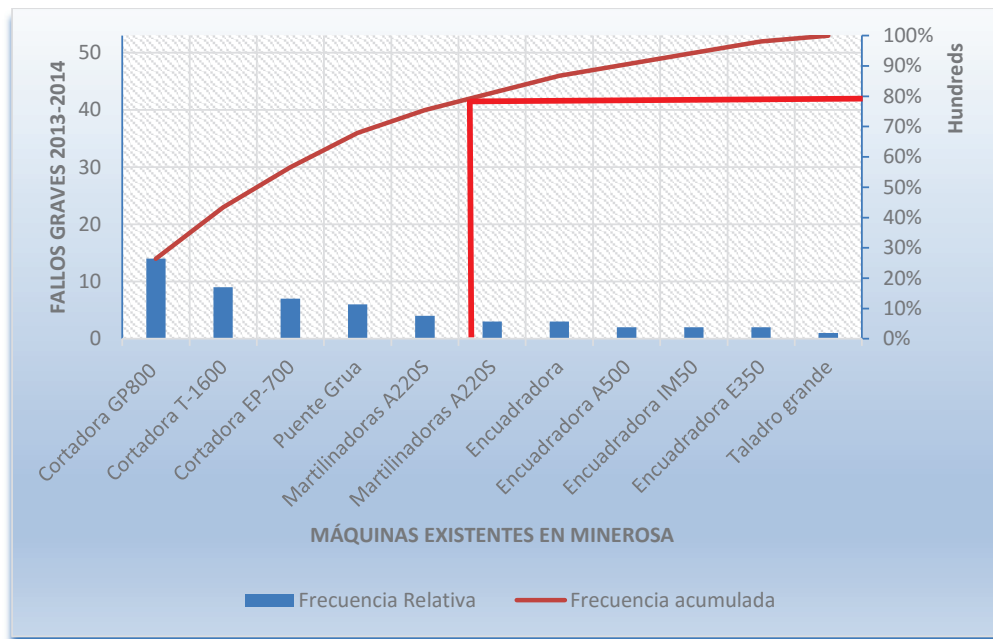


Fig.3. 1 Diagrama de Pareto para identificación máquinas problema

Mediante el análisis por medio del diagrama de Pareto se tiene como conclusión que el 80 % de los problemas se puede solucionar prestando atención al 20% de las máquinas como lo son las cortadoras GP800, T1600, el puente grúa y la Martiladora A220S.

Teniendo en cuenta los criterios y las máquinas a las que se debe prestar mayor atención se procederá a priorizar mediante la matriz de Holmes en la Tabla 3.4.

Tabla 3. 4 Priorización de maquinaria

		Cortadora T-1600	Cortadora EP-700	Cortadora GP800	Puente Grúa	Martiladoras A220S			
	Criterio	1	2	3	4	5	SUMA	PRIORIZACION%	ORDEN
1	Cortadora T-1600	0,5	0	0	1	1	2,5	11,54	5
2	Cortadora EP-700	1	0,5	0	1	1	3,5	15,38	4
3	Cortadora GP800	1	1	0,5	1	1	4,5	19,23	2
4	Puente Grúa	0	0	0	0,5	1	1,5	11,54	5
5	Martiladoras A220S	0	0	0	0	0,5	0,5	21,15	1

Como conclusión de la matriz de Holmes se tiene que la máquina de mayor importancia es la Cortadora GP-800 para la cual se realizara un estudio minucioso realizando un plan de mantenimiento preventivo que se presentara en lo restante del capítulo 3.

3.3.2 GENERACIÓN Y REGISTRO DE INFORMACIÓN


Se realizará la generación de registros que servirá para llevar un correcto mantenimiento cuenta con varios pasos como son registros de actividades, codificación de equipos y manuales e instructivos de mantenimiento.

3.3.2.1 Registro de actividades

En este documento se escribe toda información que se llevara a cabo en la máquina a ser inspeccionada por el personal del departamento de mantenimiento, también ayuda a tener control de los periodos de servicio y a priorizar las responsabilidades en los grupos de trabajo para el mantenimiento.

Este registro contará con algunos parámetros de mantenimiento como son causa de falla y efectos, repuestos necesarios, observaciones, recomendaciones y firma de responsabilidad entre otros. Se muestra a continuación el registro de actividades diarias de mantenimiento en la Tabla 3.5.

Tabla 3. 5 Informe de Actividades de Mantenimiento

 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.	ORDEN DE TRABAJO INFORME DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			Código	M-OT 01-IAM-MMTO
				Última actualización	25/03/2015
				Versión	1

Tipo de Mantenimiento: Preventivo Correctivo

Fecha de realización: _____ Área: _____

Tipo de Máquina: _____ Número de Máquina: _____

a. Reconocimiento Precedente

Descripción del problema

1 _____

2 _____

3 _____

Solución/es del problema

1 _____

2 _____

3 _____

b. Repuestos Usados por Tipo de Mantenimiento

	Descripción	Cantidad
1		
2		
3		

c. Ejecución del Mantenimiento

Número	Hora			De MMTO	Responsable
	Solicitada	Inicio	Fin		

Observaciones y Recomendaciones:

Nombre Supervisor: _____ Firma: _____

3.3.2.2 Recopilación de información

La información de manera ordenada permite generar un buen registro de las actividades de la maquinaria y esto ayuda al personal de mantenimiento a ahorrar tiempo y a priorizar tareas, con esto existe una reducción de gastos para la empresa. Los registros que serán parte del control de mantenimiento son los siguientes: Inventario de equipos, historial de equipos, orden de trabajo de mantenimiento, registro de mantenimiento de equipos y mantenimiento programado.

3.3.2.3 Codificación de equipos

El punto de partida es la codificación de equipos y sistemas para llevar una buena gestión de mantenimiento, aquí se indicara de forma detallada la estructura metodológica para la elaboración y codificación de la maquinaria.

Las metodologías son diversas pero se tiene claro que el código debe ir correctamente relacionado con los equipos, el código se debe poner en un lugar visible de la maquinaria y poner a conocimiento a todo el personal sea de mantenimiento u operarios. Este código se pondrá en los diferentes registros para identificar a que máquina se le está realizando el mantenimiento.

3.3.2.4 Manuales e instructivo de mantenimiento

El manual es importante por los siguientes aspectos que se muestran a continuación:

1. Inspeccionar las actividades de mantenimiento realizadas a instalaciones y equipos.
2. Tener un documento de apoyo para formación de personal nuevo
3. Controlar el servicio prestado por proveedores, mediante la normativa y procesos ordenados.
4. Inspeccionar normas de seguridad relacionadas con el trabajo de mantenimiento.

Es importante que la empresa cuente con un manual de mantenimiento para transmitir al personal todo lo concerniente a cómo preparar, ejecutar y controlar el mantenimiento en el campo de supervisión y operación.

3.4 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

Es necesario buscar una estrategia que permita determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe trabajando normalmente en su contexto operacional. Para el desarrollo del plan de mantenimiento de la planta de MINEROSA se empleará herramientas del RCM (AMFE) el cual ayudara a evitar los paros indebidos de la maquinaria obteniendo un óptimo plan de mantenimiento.

El RCM es una de las técnicas para realizar un plan de mantenimiento para cualquier organización industrial y que brinda algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Se fundamenta en elevar la disponibilidad y reducir costes de mantenimiento, con ello mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas.

3.4.1 SELECCIÓN DE MÁQUINAS Y/O EQUIPOS

La máquina o máquinas a las que se procederá realizar la estrategia de mantenimiento se las seleccionó en el punto 3.3.1 tomando en cuenta los criterios más importantes o influyentes en la empresa.

3.4.2 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

Con la ayuda de los planos de las máquinas seleccionadas y por inspección visual se determinará los distintos sistemas y subsistemas que constituyen la maquinaria.

3.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA

El objetivo de la implementación del plan de mantenimiento, es aumentar la vida útil de la maquinaria, garantizando su adecuado funcionamiento durante el proceso de producción. Gracias a la ayuda de métodos estadísticos, se puede determinar el equipo al que va determinado la implementación, ya que estos representan una mayor influencia en la producción, obteniendo así, que la máquina a las que se realizara el estudio es la cortadora GP-800 obteniendo

información de su funcionamiento como de sus partes, por parte de los técnico y operadores los cuales están día a día con las máquinas.

Ya que los operadores son el medio por el cual se informa de alguna falla con las máquinas antes mencionadas, se realizará la implementación con ayuda de ellos, incluyendo el técnico eléctrico como el mecánico para solucionar dichas fallas, considerando también al jefe mantenimiento para que pueda procesar la información obtenida y crear un enfoque preventivo del equipo designado.

Dentro de la verificación de validez del plan de mantenimiento se considera una serie de pruebas, para saber si los datos obtenidos han sido procesados correctamente, o si falta algún tipo de información. Con esto se podría ir efectuando los cambios respectivos e ir mejorando el mantenimiento del sistema.

3.6 DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA

La recopilación de información es decir conocimiento de funcionamiento de la GP-800 y la codificación de equipos, son el punto de partida para la obtención de datos iniciales en el desarrollo e implementación del plan, así como para control durante la vida útil del sistema, además se requiere del trabajo en conjunto de operarios, técnicos y encargados del área para que esta etapa sea exitosa.

Dentro de la estrategia del pan de mantenimiento, involucra la realización de mantenimientos en un tiempo determinado, debido a que se necesita preservar y tener disponible la maquinaria confiable y segura durante el proceso de producción, disminuyendo los paros no programados, considerando las circunstancias de operación de la empresa es preciso tomar en cuenta que existirá mantenimientos programados a tiempo variable sin exceder la fecha máximo de mantenimiento en el tiempo determinado.

Para determinar las máquinas que tienen mayor importancia se analizó mediante herramientas estadísticas, primero evaluando con la matriz de Holmes los criterios para priorizar las máquinas de la planta, luego utilizando el

diagrama de Pareto para determinar las máquinas que presentan problemas y por ende que afectan a la empresa, dando como resultado que, la implementación de la estrategia del mantenimiento preventivo se aplicará a la máquina cortadora GP-800.

3.6.1 MÁQUINA CORTADORA GP-800

La cortadora GP-800 es una máquina de origen Italiano en la cual se corta la roca en diferentes espesores según el producto final a obtener, primeramente se procede con la ayuda de un tecla a colocar la materia prima que viene en distintas dimensiones en la mesa porta bloque, la misma que es accionada por un sistema oleohidráulico dando un avance hacia el disco que está situado en el cabezal.

El motor principal eléctrico es de 150 HP que hace girar al disco alrededor de 1600 rpm para la realizar el proceso de corte.

El cabezal para su desplazamiento horizontal es accionado por medio de un tornillo sin fin horizontal que se encuentra en el puente, y para su movimiento vertical por un tornillo sin fin vertical que se encuentran situados en las torres.

En el puente u horizontal está situado un motor de 3.75 HP, el cual está conectado a una caja de mando transversal que permite la transmisión de movimiento al tornillo sin fin horizontal.

Un motor de 4 HP es utilizado para realizar el desplazamiento vertical, que tiene un tornillo sin fin que permite transmitir el movimiento a la corona de bronce que sujeta al tornillo sin fin vertical y como último un motor de 5,5 HP para el accionamiento de la bomba en el sistema oleohidráulico.

En el proceso de corte para que no exista desprendimiento de polvo la maquina tiene un sistema de alimentación de agua hacia el disco. A continuación se presenta en la Figura 3.2 la cortadora GP-800.

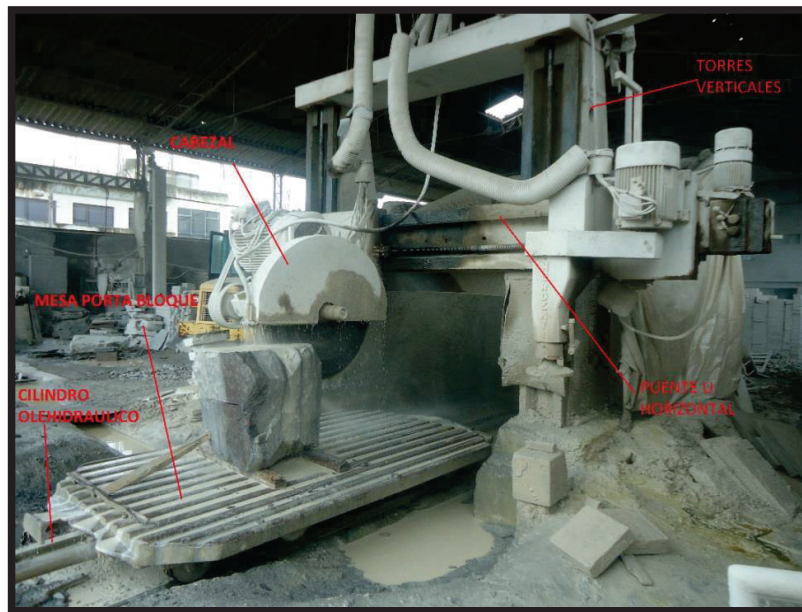



Fig.3. 2 Maquina Cortadora GP-800

Las especificaciones técnicas de la GP-800 se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3. 6 Especificaciones Técnicas

CORTE					
Equipo	Corta bloques				
Proceso	Corta el bloque de piedra, en planchas de diferentes espesores				
Fabricante:	FRATELLI MORDENTI	Origen:	Italia	Fabricación:	1992
Cantidad:	1	Motor Disco Vertical			150 HP
Código:	GP-800	Motor Desplazamiento transversal del cabezal			3,75 HP
Características:	Mecánica/Eléctrica/ Oleohidráulica	Motor Desplazamiento vertical de puente			4 HP
		Motor Central Oleohidráulica			5,5 HP

3.6.1.1 Sistemas y componentes

Los sistemas que forman parte de la máquina cortadora GP-800 para su funcionamiento son: Sistema Mecánico, Sistema Eléctrico y Sistema Oleo-hidráulico los cuales serán analizados de una manera más detallada a continuación.

3.6.1.1.1 Sistema Mecánico

Es aquel sistema que está constituido por dispositivos o elementos que están dinámicamente relacionados para cumplir la función principal que es transmitir, regular o transformar el movimiento. La máquina cortadora cuenta con los siguientes componentes principales como se muestra en la Figura 3.3.

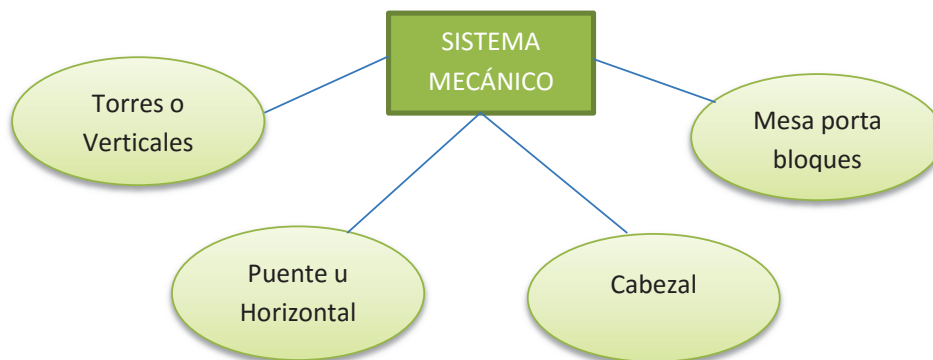


Fig.3. 3 Componentes Sistema Mecánico

1. Torres o verticales: En las cuales se encuentran alojados los tornillos sin fin que permiten el desplazamiento vertical como se observa en la Figura 3.4.



Fig.3. 4 Torres o verticales

2. Puente u Horizontal: Sirve de soporte para el cabezal y la caja de comando transversal, también permite el movimiento horizontal por medio de un tornillo sin fin. A continuación en la Figura 3.5 se muestra el puente u horizontal.



Fig.3. 5 Puente u horizontal

3. Cabezal: Es el conjunto que es accionado por el tornillo sin fin horizontal y permite el corte por medio del disco como se observa en la Figura 3.6



Fig.3. 6 Cabezal

4. Mesa porta bloques: Sirve para transportar la materia prima hacia el disco para que se realice el corte como se aprecia en la Figura 3.7.



Fig.3. 7 Mesa porta bloques

3.6.1.1.2 Sistema Oleohidráulico

La oleohidráulica se define como la tecnología que trata de la producción, transmisión y control de movimientos y esfuerzos por medio de líquidos a presión, principalmente aceites, ayudados o no por elementos eléctricos y electrónicos.²⁷

Se muestra en la Figura 3.8 los principales componentes del sistema hidráulico:

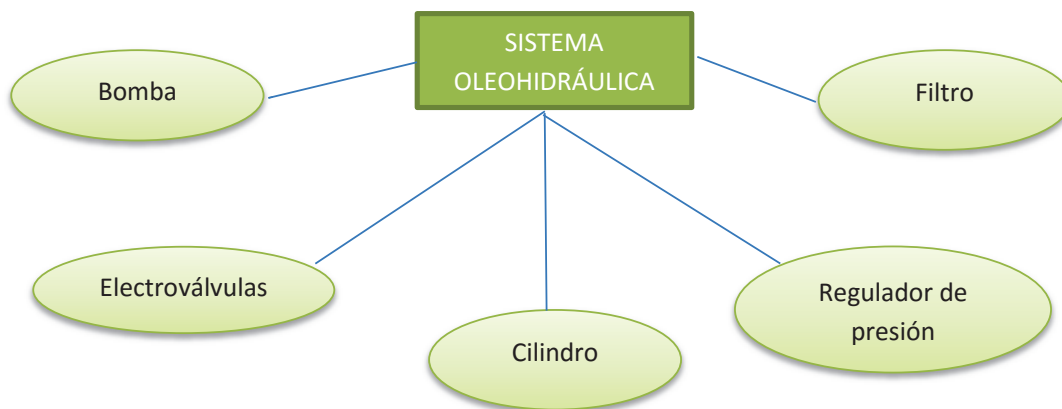


Fig.3. 8 Componentes Sistema Oleohidráulico

Los componentes de un sistema son todos aquellos elementos que incorpora el sistema para su correcto funcionamiento, mantenimiento y control, y pueden agruparse en cuatro grupos:

1. Bombas o elementos que transforman la energía mecánica en hidráulica.

²⁷ Academia. "Oleohidráulica". Disponible en: <http://www.academia.edu/8256584/Oleohidraulica>. [2014, 27 Noviembre]

2. Elementos de regulación y control, encargados de regular y controlar los parámetros del sistema (presión, caudal, temperatura, dirección, etc.).
3. Accionadores, que son los elementos que vuelven a transformar la energía hidráulica en mecánica.
4. Acondicionadores y accesorios, que son el resto de elementos que configuran el sistema (filtros, intercambiadores de calor, depósitos, acumuladores de presión, manómetros, etc.)²⁸

En la Figura 3.9 se muestra detallado los componentes de un sistema oleohidráulico

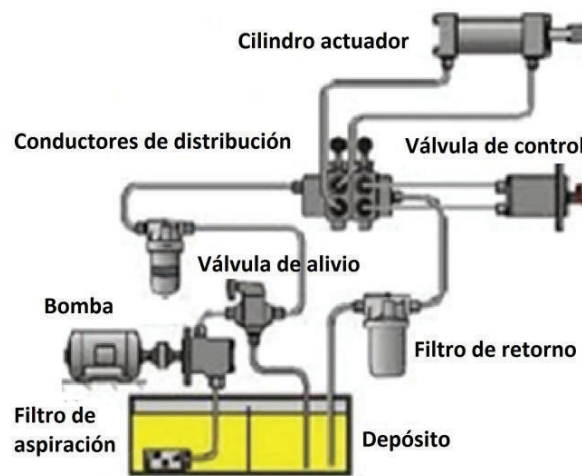


Fig.3. 9 Sistema Oleohidráulica

3.6.1.1.3 Sistema Eléctrico

Es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas.²⁹

²⁸ Ingemecánica. "Sistemas hidráulicos de transmisión de potencia" Disponible en: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>. [2015, 12 Enero]

²⁹ Monografias.com. "Sistema eléctrico". Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-electrico/sistema-electrico.shtml>. [2015, 15 Enero]

A continuación en la Figura 3.10 se muestra los componentes generales que se utilizan en el sistema eléctrico para el control del correcto funcionamiento de la Cortadora GP-800.

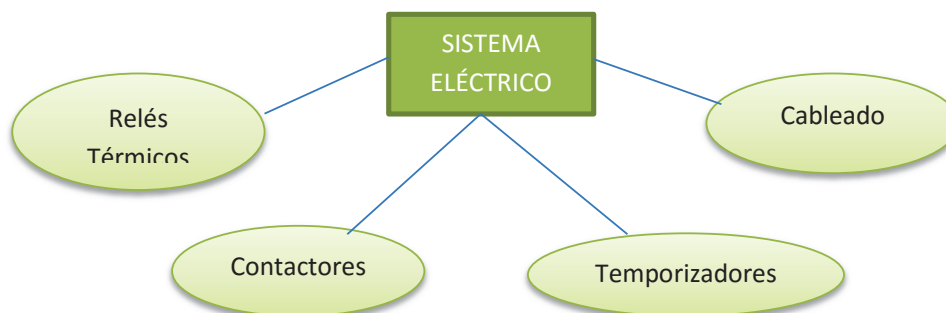


Fig.3. 10 Componentes Sistema Eléctrico

Relés Térmicos: son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua.

Contactores: Son componentes electromecánicos que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

Temporizadores: Son aparatos mediante los cuales, podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico pasado un tiempo desde que se le dio dicha orden³⁰.

Cableado: Permiten transportar la electricidad por todo el circuito.

3.6.2 CODIFICACIÓN DE SISTEMAS, SUBSISTEMAS Y COMPONENTES

La codificación permite describir y unificar la estructura metodológica de la máquina cortadora, para lo cual se partirá del código inicial de la máquina que es GP-800. La estructura de la codificación total es la siguiente como se presenta en la Figura 3.11.

³⁰ Profesor Molina. “Temporizadores”. Disponible en: <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/temporizadores.htm>. [2015, 20 Enero]

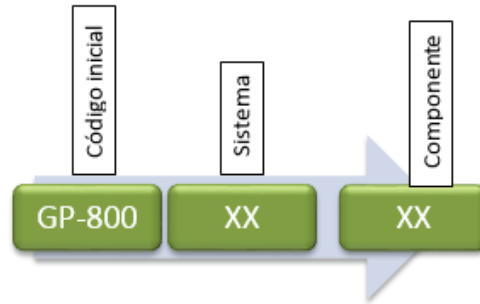


Fig.3. 11 Estructura de codificación

3.6.2.1 Sistema

Mediante dos dígitos se codificará para hacer referencias al sistema como se muestra a continuación en la Tabla 3.7.

Tabla 3. 7 Codificación de los sistemas

SUBSISTEMA	CÓDIGO
Sistema Mecánico	SM
Sistema Oleohidráulica	SO
Sistema Eléctrico	SE

3.6.2.2 Componentes

En la Tabla 3.8 se detalla la codificación mediante una combinación de dos dígitos para designar el componente del sistema.

Tabla 3. 8 Codificación de componentes

	Componente	Código
Sistema Mecánico	Torres Verticales	TV
	Puente u Horizontal	P/H
	Cabezal	CB
	Mesa Porta Bloque	MP
Sistema Oleohidráulica	Bomba	BO
	Electroválvulas	EV
	Regulador de Presión	RP
	Cilindro	CL
	Filtro	FL
Sistema Eléctrico	Contactores	CN
	Relés Térmicos	RT
	Temporizadores	TM
	Cabina de control	CC
	Cableado	CB

En la Figura 3.12 se presenta un ejemplo de la codificación en el área mecánica para la mesa porta bloque.



Fig.3. 12 Ejemplo de Estructura de codificación

3.6.3 HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO DE FALLO

Son herramientas que permiten analizar las causas de fallos comenzando con la causa más grade hasta llegar a la causa origen a continuación las herramientas que se utilizaran para analizar los fallos de la GP800.

3.6.3.1 Diagrama de Ishikawa

La forma gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen para que exista el fallo de la máquina se presenta a continuación de una forma general en la Fig.3.13 y una más específica para cada sistema en la Fig.3.14.

3.6.3.2 Árbol de fallos

Es una herramienta que se muestra en el anexo 6 para la máquina GP-800, siendo un método deductivo de análisis que parte prefijando el “evento que se pretende evitar” y luego se desarrolla escalón a escalón los sucesos más básicos que concatenadas dan aparición al “suceso no deseado”. En el sistema que se desea analizar como evento indeseable será el paro imprevisto de la máquina.

3.6.3.3 Análisis modal de falla y efecto (AMFE)

Se pretende identificar y prevenir las posibles causas que tienen mayor incidencia en desencadenar un paro en la máquina para eso desde la Tabla 3.9 hasta la Tabla 3.12 se muestra el análisis modal de falla para la maquina Cortadora GP-800.

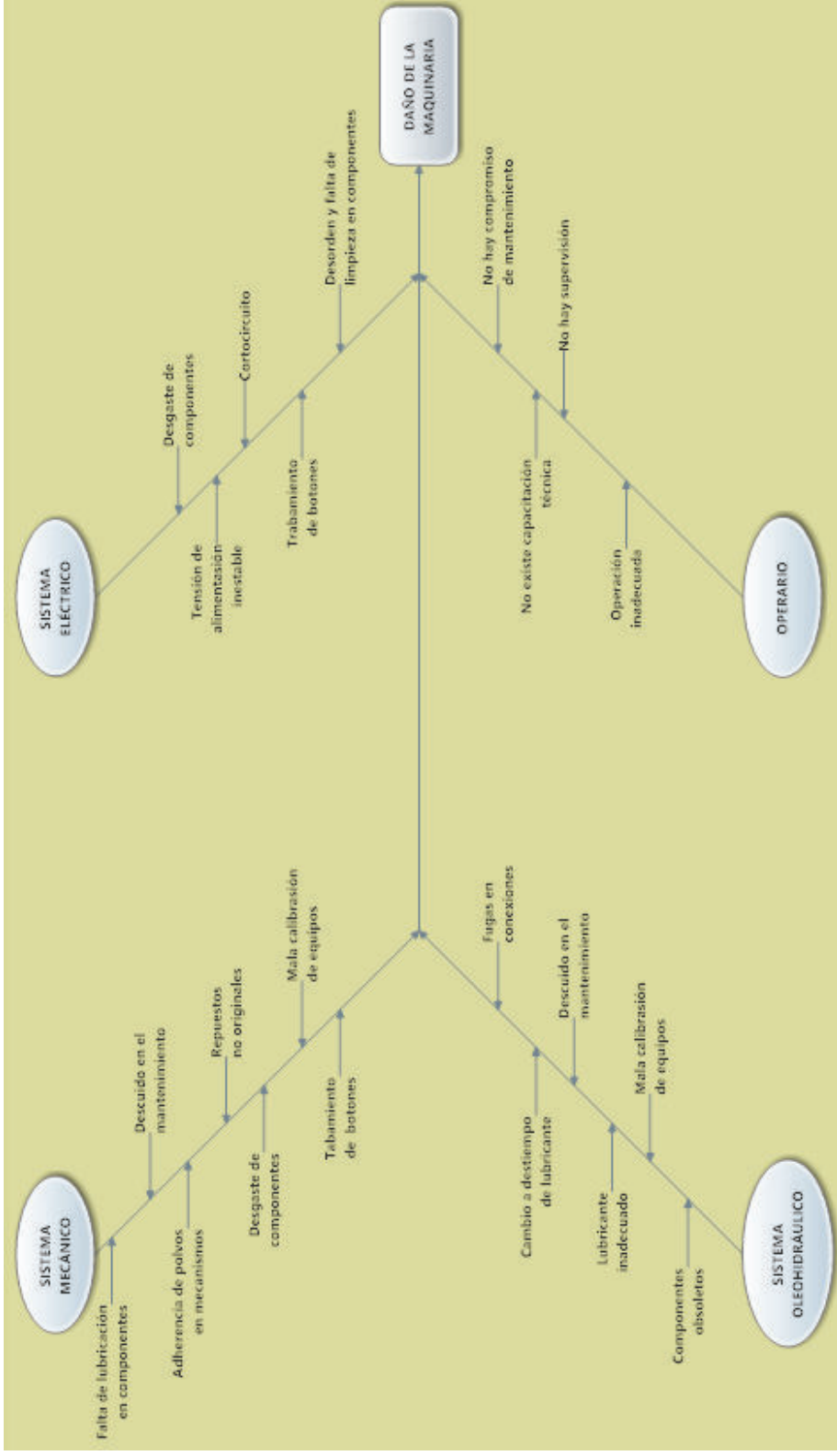


Fig.3. 14 Diagrama de Ishikawa específico para cada sistema de la máquina cortadora GP-800

Tabla 3. 9 AMFE para el Sistema Mecánico de la Cortadora GP-800


 Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO						Facilitador:					
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica										
Sistema:		Cortadora	Código:		GP-800		Auditor:						
Subsistema:		Mecánico	Código:		SM		Hoja N° : 1						
Componente	Código	Nombre	Modo de fallo	Efecto de fallo	Causas de fallo	Condiciones							
						F	D	G	IPR	Estado			
SM-TV	A1	Torres Verticales	Tornillo sin fin en mal estado	Desplazamineto inadecuado	1	Adherencia de polvo (lodo)	9	5	2	90	Normal		
					2	Desalineamineto	3	5	1	15	Normal		
					3	Vibraciones	2	5	3	30	Normal		
					4	Falta de lubricación	3	6	5	90	Normal		
					5	Sobrecarga	3	4	6	72	Normal		
	A2	No transmite movimiento al sin fin	1	Rodamientos en mal estado	2	5	6	60	Normal				
			2	Sobrecarga	7	4	3	84	Normal				
			3	Desgaste dientes de la corona de bronce	3	5	6	90	Normal				
	A3	Caída de puente	4	Desgaste de retenedores de aceite	6	4	6	144	Fallo Potencial				
			1	Sobrecarga	5	3	6	90	Normal				
			2	Esfuerzos cíclicos	5	4	4	80	Normal				
			3	Vibraciones	6	5	3	90	Normal				
1			Esfuerzos cíclicos	5	4	4	80	Normal					
2			Desgaste de rodamiento	4	4	8	128	Fallo Potencial					
B1	Puente u Horizontal	Rotación inadecuada de tornillo sin fin	3	Desgaste de dientes	5	3	6	90	Normal				
			4	Adherencia de polvo(lodo)	9	5	2	90	Normal				
			5	Falta de lubricación	5	5	3	75	Normal				
			6	Vibraciones	6	3	3	54	Normal				

Tabla 3. 10 AMFE para el sistema Mecánico de la Cortadora GP-800


 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO					Facilitador:				
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica				F	D	G	IPR	Estado
Sistema:	Cortadora	Código:	GP-800			Auditor:					
Subsistema:	Mecánico	Código:	SM			Hoja N° : 1					
Componente	Modo de fallo	Efecto de fallo	Causas de fallo								
Código	Nombre					F	D	G	IPR	Estado	
SM-P/H	Puente u Horizontal	B2	Trabamiento en la Caja de cambios	No transmite movimiento al sin fin	1	Cambio de lubricante a destiempo	5	5	3	75	Normal
					2	Mal acople del eje con el sin fin	3	4	6	72	Normal
					3	Desgaste de dientes de la corona de bronce	4	5	7	140	Fallo Potencial
					4	Desgaste de retenedores y/o Bocín	6	4	5	120	Fallo Potencial
SM-BD	Banco porta disco de corte	C1	Fatiga en el eje de transmisión	Rotura del eje porta discos	1	Propiedades del material	5	3	4	60	Normal
					2	Vibraciones	3	4	5	60	Normal
					3	Cargas dinámicas	6	5	3	90	Normal
					1	Mucha tensión en las bandas	7	4	3	84	Normal
SM-MP	Mesa porta bloques	A1	Trabamiento del coche	No se desplaza correctamente	2	Desgaste	5	3	6	90	Normal
					3	Rotura	7	5	5	175	Fallo Potencial
					4	Exceso contacto de bandas con aceite o grasa	3	4	6	72	Normal
					1	Inadecuada lubricación	5	3	6	90	Normal
SM-MP	Mesa porta bloques	A1	Trabamiento del coche	No se desplaza correctamente	2	Carga excesiva	5	4	8	160	Fallo Potencial
					3	Montaje inadecuado	4	7	3	84	Normal
					4	Sobrecalentamiento	3	2	4	24	Normal
					1	Impregnación de partículas en las guías	5	5	3	75	Normal
SM-MP	Mesa porta bloques	A1	Trabamiento del coche	No se desplaza correctamente	2	Rodamientos defectuosos en las ruedas	4	5	7	140	Fallo Potencial
					3	Guías abolladas	6	3	5	90	Normal
					4	Ruedas en mal estado	4	7	3	84	Normal

Tabla 3. 11 AMFE para el sistema Oleohidráulica de la Cortadora GP-800



 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO				Facilitador:					
		Sección:	Procesamiento de rocas			F	D	G	IPR		
Sistema:		Cortadora	Código:	GP-800	Auditor:						
Subsistema:		Oleohidráulico	Código:		Hoja N° : 1						
Código	Componente Nombre	Modo de fallo	Effecto de fallo	Causas de fallo							
				F	D	G	IPR				
SOH-BOL	Bomba Oleohidráulica	A1	Rotura de Ejes y Dientes de Engranajes	No existe desplazamiento de la mesa porta bloque	1	Válvula limitadora de presión en mal estado	5	3	4	60	Normal
					2	Sobre carga	4	3	5	60	Normal
		A2	Desgaste prematuro de bomba	Bajo rendimiento	3	Considereable juego entre cuerpo bomba y eje	5	3	4	60	Normal
					1	Aire en el circuito	3	6	4	72	Normal
					2	Filtro obstruido	5	7	8	280	Fallo Potencial
					3	Cambio de lubricante a destiempo	4	3	6	72	Normal
					4	Reten de la tapa de la bomba en mal estado	3	5	6	90	Normal
					5		5	3	4	60	Normal
					3	Cortocircuito	3	2	6	36	Normal
SOH-EV	Electroválvula	B1	Funcionamiento incorrecto	No controla el paso del fluido	2	Sobre calentamiento de la bobina	7	3	3	63	Normal
					3	Por suciedad	5	5	2	50	Normal
					4	Elementos internos dañados	4	8	6	192	Fallo Potencial
					1	Diafragma roto	3	5	5	75	Normal
SOH-RP	Regulador de Presión	C1	Presiones bajas o elevadas	No mantiene la presión constante	2	Amortiguador en mal estado	3	5	6	90	Normal
					4	Falta de lubricación	4	6	2	48	Normal
					1	Bajo nivel de líquido en el deposito	4	7	8	224	Fallo Potencial
					2	Retenedores del émbolo en mal estado	4	7	7	196	Fallo Potencial
SOH-CL	Cilindro	D1	Bajas presiones	No empuja la mesa porta bloque	3	Cilindro golpeado	5	6	2	60	Normal
					1	Acoples en mal estado	5	3	5	75	Normal
					2	Suciedad atrapada	5	3	3	45	Normal
SOH-T	Tubería de Salida y Retorno	E1	Inadecuado suministro de fluido	Baja presión	3	Obsolescencia	2	4	6	48	Normal

Tabla 3. 12 AMFE para el Sistema Eléctrico de la Cortadora GP-800

 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO										Facilitador:					
		Sección:		Procesamiento de Rocas								Código:		GP-800		Auditor:	
Componente		Modo de fallo		Efecto de fallo		Causas de fallo		Condiciones				Estado					
Código	Nombre							F	D	G	IPR						
SE-CN	Contactor	A1	No enclava	No cierra ni abre circuitos	1	Tensión fuera de rango	4	3	6	72		Normal					
					2	Desgaste de pastillas interiores	5	7	7	245		Fallo Potencial					
					3	Suciedad en el tablero	4	6	3	72		Normal					
SE-TM	Temporizador	B1	No coordina el arranque entre el contactor principal y el de estrella	Consumo elevado de corriente	1	Tensiones fuera de rango	4	5	6	120		Fallo Potencial					
					2	Descalibrado	2	3	5	30		Normal					
					3	No recibe señal del relé	4	6	3	72		Normal					
SE-RT	Relé Térmico	C1	No protege al motor	Daño del motor	1	Amperaje fuera de rango	3	4	5	60		Normal					
					2	Rodamientos en mal estado	5	4	8	160		Fallo Potencial					
					3	Desgastado	2	5	3	30		Normal					
SE-CL	Cableado	D1	Cortocircuitos	Daño de componentes	1	Malas conexiones	4	6	3	72		Normal					
					2	Deterioro	4	3	5	60		Normal					
					3	Falta de limpieza	4	5	2	40		Normal					
SE-RE	Resistencias	E1	Inesactitud	Sobrecarga de corriente	1	Resistencias quemadas	4	3	5	60		Normal					
					2	Circuito abierto	3	6	3	54		Normal					
					3	Exceso de disipación potencia	2	5	4	40		Normal					

3.6.3.4 Cuadros Correctivos

Como paso siguiente es analizar las causas cuyo valor de los índices de prioridad y riesgo (IPR) sean mayor a cien, para realizar un plan de contingencia que tenga como objetivo dar soluciones para eliminar dichas causas que provocan paros inesperados en la maquina GP-800.

Realizando las acciones correctivas lo que pretende es reducir el IPR, que sea menor a 100 de manera que pueda eliminar de raíz la causa que a futuro traerá consecuencias en forma de fallos y con ello pérdidas económicas a la empresa.

Los cuadros correctivos se muestran desde la Tabla 3.13 hasta la Tabla 3.16 para los diferentes sistemas de la máquina.


3.6.3.5 Actividades de mantenimiento

Son acciones de mantenimiento que tiene como objetivo implantarse para corregir las causas problema para los diferentes sistemas de la maquina tratando de reducir al mínimo la probabilidad que exista un paro imprevisto por fallos, también permiten detallar la actividad que se tendrá para solucionar los problemas analizados, utilizando materiales, repuestos, personal para las distintas áreas, frecuencia de aplicación y tiempo de ejecución.

Las decisiones para la actividad de mantenimiento serán basadas en las recomendaciones de los fabricantes de la maquina GP-800 y de normas sujetas a la corrección de cada uno de los problemas.

En las Tablas 3.17 hasta la 3.30 se muestran los cuadros de actividades de mantenimiento para cada uno de los sistemas analizados que componen la máquina GP-800.

Tabla 3. 13 Cuadro Correctivo para el Sistema Mecánico de la Cortadora GP800

 Minería y Rocas Ornamentales S.A.		AMFE, Acciones Correctivas													
		Sección:		Procesamiento de roca andesítica		Código:		Acción Correctiva		Condiciones		Estado			
Componente		Sistema:		Código:		Código:		Código:		Código:		Código:			
Nombre		Cortadora		GP-800		SM		F		D		G		IPR	
Código		Modo		Causa		Acción Correctiva		F		D		G		IPR	
SM-TV	Torres Verticales	Trabamiento en la caja de cambios		Desgaste de retenedores de aceite		Se debe realizar el seguimiento de las horas de trabajo del retenedor especificadas en catálogo (2000 horas), para realizar el cambio oportuno antes de que se produzca el fallo		2	3	4	24	Normal			
SM-P/H	Puente u Horizontal	Rotación inadecuada de tornillo sin fin		Desgaste de rodamiento		Se debe realizar una inspección minuciosa para proceder con la limpieza y lubricación correcta		2	3	5	30	Normal			

Siendo:

F: Nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo).

D: Nivel de detección (probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use).

G: Nivel de severidad (gravedad del fallo percibida por el usuario).

IPR (Índice de Prioridad de Riesgo): Resulta de la multiplicación de F*D*G, que dará un valor entre 1 y 1000.

Tabla 3. 14 Cuadro Correctivo para el Sistema Mecánico de la Cortadora GP800


 Minería y Rocas Ornamentales S.A.		AMFE, Acciones Correctivas									
		Sección: Procesamiento de roca andesítica		Sistema: Cortadora GP-800		Subsistema: Mecánico SM		Hoja N°: 1			Estado
Código	Componente Nombre	Modo	Causa	Acción Correctiva	F	D	G	IPR			
SM-P/H	Puente u Horizontal	Trabamiento en la Caja de acoples	Desgaste de dientes de la corona de bronce	Mantener con aceite ISO 320 la caja para evitar el contacto directo del engrane de bronce con el sin fin de acero	2	3	5	30			Normal
			Desgaste de retenedores y/o Bocin	Seguir las horas de funcionamiento para realizar un cambio a tiempo	4	3	5	60			
SM-CB	Cabezal	Bandas de transmisión inadecuadas	Rotura	Seleccionar adecuadamente el tipo de banda, partiendo de la potencia que se va a transmitir, además colocar la cantidad correcta de bandas, que para este caso son nueve, y de esta manera se evitara que fallen a destiempo	5	3	3	45			Normal
				Rodamientos en mal estado	Tener presente la carga o el esfuerzo al que va a trabajar el rodamiento, y seleccionar el correcto	3	2	5	30		
SM-MP	Mesa porta bloques	Trabamiento del coche	Rodamientos defectuosos en las ruedas	Cambiar rodamientos siguiendo las especificaciones de los catálogos, mantener correctamente lubricados	2	3	5	30			Normal

Tabla 3. 15 Cuadro Correctivo para el Sistema Oleohidráulico de la Cortadora GP800


 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		AMFE, Acciones Correctivas																
		Industrialización de rocas			Acción Correctiva			Acciones Correctivas										
Sección:		Cortadora			Causa			F	D	G	IPR	Hoja N°: 2						
Sistema:		Oleohipráulico			Filtro obstruido			4	2	6	48							
Subsistema:		Código:			Retenedores del émbolo en mal estado			3	6	4	72							
		Código:			Bajo nivel de líquido en el depósito			4	3	5	60							
Componente		Modo			Elementos internos dañados			3	4	2	24	Normal						
Nombre		Desgaste prematuro de bomba			Funcionamiento incorrecto								Normal					
Código		Bomba			Bajas presiones													
SOH-BO																		
SOH-CL																		
SOH-CL																		
SOH-BO	Bomba	Desgaste prematuro de bomba	Filtro obstruido	Retenedores del émbolo en mal estado	Bajas presiones	Elementos internos dañados	Funcionamiento incorrecto	4	2	6	48	4	2	6	4	2	24	Normal
SOH-CL	Cilindro	Bajas presiones	Retenedores del émbolo en mal estado	Bajo nivel de líquido en el depósito				3	6	4	72	4	3	5	60			Normal
SOH-CL	Electroválvula	Funcionamiento incorrecto	Elementos internos dañados					3	4	2	24	3	4	2	24			Normal

Tabla 3. 16 Cuadro Correctivo para el Sistema Eléctrico de la Cortadora GP800


 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		AMFE, Acciones Correctivas						Hoja N°: 2			
		Procesamiento de rocas			Acción Correctiva						
Sección:		Cortadora	Código:	Acción Correctiva			F	D	G	IPR	Estado
Sistema:		Oleohidráulico	Código:	Acción Correctiva			3	6	4	72	Normal
Subsistema:			Código:	Acción Correctiva			4	2	5	40	Normal
Componente		Modo	Causa	Acción Correctiva			5	3	6	90	Normal
Código	Nombre										
SE-CN	Contactador	No enclava	Desgaste de pastillas interiores	Dar mantenimiento en contactores grandes y en pequeños cambiar			3	6	4	72	Normal
SE-TM	Temporizador	No coordina el arranque entre el contactor principal y el de estrella	Tensiones fuera de rango	Cambio de tensión de alimentación			4	2	5	40	Normal
SE-RT	Relé Térmico	No protege al motor	Rodamientos en mal estado	Revisión y cabio de relé			5	3	6	90	Normal

Tabla 3. 17 Actividades de mantenimiento, cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples


		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Hoja	Período:	Genera	Observaciones
		Procesamiento de roca andesítica	1	Pogramación trimestral		
Sistema:		Cortadora		GP-800		
Subsistema:		Mecánico		SM		
Componente:		Torres verticales		SM-TV		
Actividad:		Cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples				
Responsable:		Jefe de Mantenimiento				
Proceder:		Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar				
N°	Descripción	Simbología	Tiempo (s)	Observaciones		
1	Detener el funcionamiento de la máquina	○	30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina		
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	→	10			
3	Trasladar herramientas	⬇	240			
4	Destornillar y separar las tuercas de montaje de la carcasa	⬇	240			
5	Desmontar la corona	⬇	1200	Emplear herramientas apropiadas		
6	Desmontar retenedor	⬇	60			
7	Limpieza general del sistema	⬇	600			
8	Inspección visual del retenedor	⬇	90	Medio adecuado		
9	Cambio de retenedores de aceite	⬇	900	Emplear retenedores según especificaciones del catálogo, utilizar Lubricante ISO 680		
10	Montar la corona	⬆	1200	Inspección visual de la corona		
11	Montaje de carcasa	⬆	240			
12	Conectar máquina	⬆	10	Tomar medidas de seguridad		
13	Verificar funcionamiento	⬆	30			
14	Colocar herramientas en su lugar	⬆	240			
Tiempo Total:			5690	1h 20 min		
Materiales:		Guaípe, gasolina, grasa				
Repuestos:		Retenedor 25*42*10				
Equipos y Herramientas:		Herramientas mecánicas				

Tabla 3. 18 Actividades de mantenimiento, cambio de rodamiento del tornillo sin fin.


		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Industrialización de roca andesítica	Hoja N°:	1	
Sistema:		Cortadora	Periodo:	Programació trimestral		
Subsistema:		Mecánico	Código:	GP-800		
Componente:		Puente u Horizontal	Código:	SM		
Actividad:	Cambio de rodamiento del tornillo sin fin	Actividad	Operación	Símbolo	Genera	
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Actividad	Transporte	Símbolo	Genera	
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Actividad	Espera	Símbolo	Genera	
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Actividad	Inspección	Símbolo	Genera	
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Actividad	Almacenamiento	Símbolo	Genera	
N°	Descripción	Simbología		Tiempo (s)	Observaciones	
1	Detener el funcionamiento de la máquina	●	○	30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina	
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	●	○	10		
3	Trasladar herramientas	●	○	240		
4	Desmontar la caja de acoples	●	○	600	Emplear herramientas apropiadas	
5	Desmontar rodamientos de los extremos	●	○	300		
6	Limpieza general del mecanismo	●	○	200		
7	Inspección visual del mantenimiento	●	○	30		
8	Cambio de rodamientos	●	○	200	Emplear herramientas apropiadas y observar que este bien acoplado	
9	Montar caja de acoples	●	○	450		
10	Conectar máquina	●	○	10		
11	Verificar funcionamiento	●	○	30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad	
13	Colocar herramientas en su lugar	●	○	240		
Tiempo Total:				2340	39 min	
Materiales:	Guaipe, gasolina, grasa					
Repuestos:	Extremo izquierdo Rodamiento 6206, Extremo derecho 3207.					
Equipos y Herramientas:	Herramientas mecánicas					

Tabla 3. 19 Actividades de mantenimiento, cambio de corona de bronce de la caja de cambios


 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja	1	
Sistema:	Cortadora	Período:	Pogramación anual			
Subsistema:	Mecánico	Código:	GP-800			
Componente:	Puente u Horizontal	Código:	SM			
Actividad:	Cambio de corona de bronce de la caja de cambios	Código:	SM-TV			
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Actividad	Simbolo	Genera	Observaciones	
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Operación	○	9		
		Transporte	➔	1		
		Espera	⏸	0		
		Inspección	□	2		
		Almacenamiento	▽	1		
N°	Descripción	Simbología	Simbolo	Tiempo (s)	Observaciones	
1	Detener el funcionamiento de la máquina	○	○	30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina	
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	○	○	10		
3	Trasladar herramientas	➔	➔	240		
4	Desacoplar tornillo sin el eje de transmisión	○	○	20		
5	Destornillar y separar las tuercas de montaje de la carcasa	○	○	600	Emplear herramientas apropiadas	
6	Desmontar corona	○	○	900		
7	Limpieza general del sistema	○	○	600		
8	Inspección visual de la corona	○	○	90	Medio adecuado	
9	Cambio de corona	○	○	900	Se maquina según las especificaciones, utilizar Lubrificante ISO 320	
10	Montaje de carcasa	○	○	240		
11	Conectar máquina	○	○	10	Tomar medidas de seguridad	
12	Verificar funcionamiento	○	○	30		
13	Colocar herramientas en su lugar	○	○	240		
Tiempo Total:				3910	1h 5 min	
Material:	Guaípe, gasolina, grasa					
Repuestos:	Corona Helicoidal					
Equipos y Herramientas:	Herramientas mecánicas					

Tabla 3. 20 Actividades de mantenimiento, Cambio de retenedores y bocin de la caja de cambios
















 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A. Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Hoja	Período:	Código:	Genera
Actividad: Cambio de retenedores y bocin de la caja cambios Responsable: Jefe de Mantenimiento		Procesamiento de roca andesítica	1	Pogramación trimestral		
Proceder: Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar		Cortadora		GP-800		
		Mecánico		SM		
		Puente u Horizontal		SM-P/H		
N°	Descripción	Simbología	Tiempo (s)	Observaciones		
1	Detener el funcionamiento de la máquina		30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina		
2	Suspender el suministro de energía eléctrica		10			
3	Trasladar herramientas		240			
4	Destornillar y separar las turecas de montaje de la carcasa		240			
5	Desmontar la corona		1200	Emplear herramientas apropiadas		
6	Desmontar retenedores y/o bocin		60			
7	Limpieza general del sistema		600			
8	Inspección visual del retenedor		90	Medio adecuado		
9	Cambio de retenedores de aceite		600	Emplear retenedores según especificaciones del catálogo		
10	Montar la corona		1200	Inspección visual de la corona		
11	Montaje de carcasa		240			
12	Conectar máquina		10	Tomar medidas de seguridad		
13	Verificar funcionamiento		30			
14	Colocar herramientas en su lugar		240			
Tiempo Total:			4790	1h 20 min		
Materiales:		Guaípe, gasolina, grasa				
Repuestos:		Extremo izquierdo 50*32*10, Extremo derecho Retenedor 42*28*7 y Bocin				
Equipos y Herramientas:		Herramientas mecánicas				

Tabla 3. 21 Actividades de mantenimiento, Cambio de rodamientos en el eje porta disco


		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Hoja N°:	Período:	Genera	
Responsable: Jefe de Mantenimiento		Procesamiento de roca andesítica	1	Pogramación trimestral		
Sistema: Cortadora				GP-800		
Subsistema: Mecánico				SM		
Componente: Cabezal				SM-BD		
Actividad: Cambio de rodamiento en el eje porta disco						
Proceder: Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar						
N°	Descripción	Simbología			Tiempo (s)	Observaciones
		○	→	▾		
1	Detener el funcionamiento de la máquina	●			30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	●			10	
3	Trasladar herramientas	●	●		240	
4	Desmontar bandas y polea	●			1260	
5	Desmontar disco de corte	●			1200	
6	Desmontar rodamientos	●			1200	Emplear herramientas apropiadas
7	Inspección de rodamientos	●	●		240	
8	Limpieza general de partes	●			300	Medio adecuado
9	Montaje de rodamientos nuevos	●			900	Emplear rodamientos según especificaciones del catálogo
10	Colocar polea y bandas	●			1560	
11	Colocar disco corte	●			1440	
12	Encendido de máquina	●			10	Tomar medidas de seguridad
13	Inspeccionar funcionamiento	●	●		60	
14	Colocar herramientas en su lugar	●			240	
Tiempo Total:					8690	2h 25 min
Materiales:		Guaipe, gasolina, grasa				
Repuestos:		Extremo izquierdo Rodamiento NU2217 y Extremo Derecho 3217				
Equipos y Herramientas:		Herramientas mecánicas				

Tabla 3. 22 Actividades de mantenimiento, Cambio de bandas de transmisión de potencia


		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja N°:	1	
Responsable:		Sistema:	Cortadora	Período:	Pogramación trimestral	
Actividad:		Subsistema:	Mecánico	Código:	GP-800	
Actividad:		Componente:	Cabezal	Código:	SM	
Actividad:		Componente:	Cabezal	Código:	SM-BD	
Proceder:		Cambio bandas de transmisión de potencia				
Proceder:		Jefe de Mantenimiento				
Proceder:		Desconecta, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar				
N°	Descripción	Simbología	Actividad	Simbolo	Genera	Observaciones
1	Detener el funcionamiento de la máquina	○ → □ ▽	Operación	○	9	
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	○ → □ ▽	Operación	→	1	
3	Trasladar herramientas	○ → □ ▽	Operación	□	0	
4	Desajustar tuerca de seguridad para desmontar bandas	○ → □ ▽	Operación	□	2	
5	Inspección de bandas	○ → □ ▽	Operación	▽	1	
6	Retirar todas las bandas	○ → □ ▽	Operación	○		
7	Limpieza general de partes	○ → □ ▽	Operación	→		
8	Montaje de bandas de transmisión nuevas	○ → □ ▽	Operación	□		
9	Templado de bandas	○ → □ ▽	Operación	▽		
10	Asegurar de tuerca de seguridad	○ → □ ▽	Operación	○		
11	Encendido de máquina	○ → □ ▽	Operación	→		
12	Inspeccionar funcionamiento	○ → □ ▽	Operación	□		
13	Colocar herramientas en su lugar	○ → □ ▽	Operación	▽		
Tiempo Total:						Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina
Materiales:		Guaipe				Emplear herramientas apropiadas
Repuestos:		Bandas tipo Pix B 82				Medio adecuado
Equipos y Herramientas:		Herramientas mecánicas				Emplear tipo de bandas según especificaciones del catálogo
						Tomar medidas de seguridad
						1h 2 mim

Tabla 3. 23 Actividades de mantenimiento, Cambio de rodamientos en la mesa porta bloques














		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja N°:	1	
Sistema:	Cortadora	Código:	GP-800	Período:	Pogramación trimestral	
Subsistema:	Mecánico	Código:	SM	Código:	SM	
Componente:	Coche porta bloques	Código:	SM-	Código:	SM-	
Actividad:	Cambio de rodamiento en las ruedas de la mesa porta bloque	Actividad	Operación	Genera	9	
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Actividad	Transporte	Genera	1	
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Actividad	Espera	Genera	0	
Proceder:		Actividad	Inspección	Genera	2	
Proceder:		Actividad	Almacenamiento	Genera	1	
N°	Descripción	Simbología	Tiempo (s)	Observaciones		
1	Detener el funcionamiento de la máquina		30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina		
2	Suspender el suministro de energía eléctrica		10			
3	Trasladar herramientas		240			
5	Desmontar ruedas		3600	Tomar en cuenta , normas de seguridad para evitar lesiones		
6	Desmontar rodamientos		1200			
7	Inspección de rodamientos		240			
8	Limpieza general de partes		300	Medio adecuado		
9	Montaje de rodamientos nuevos		900	Emplear rodamientos según especificaciones del catálogo		
10	Montaje de ruedas		4500			
11	Encendido de máquina		10	Tomar medidas de seguridad		
12	Inspeccionar funcionamiento		60			
13	Colocar herramientas en su lugar		240			
Tiempo Total:			11330	3h 8 min		
Materiales:	Guaípe, gasolina, grasa					
Repuestos:	Rodamientos cónico de rodillos 30212,					
Equipos y Herramientas:	Herramientas mecánicas					

Tabla 3. 24 Actividades de mantenimiento, Limpieza o cambio de filtro


 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Hoja N°:	Período:	Código:	Genera
Responsable: Jefe de Mantenimiento		Procesamiento de roca andesítica	2	Pogramación semestral		
Proceder: Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar		Cortadora		GP-800		
		Subsistema: Oleohidráulico		SOH		
		Componente: Bomba		SOH-BO		
Actividad: Limpieza o cambio de filtro			Actividad	Simbolo	Genera	
			Operación	○	12	
			Transporte	→	1	
			Espera	⏸	10	
			Inspección	□	2	
			Almacenamiento	▽	1	
N°	Descripción	Simbología			Observaciones	
		○	→	□	▽	
1	Detener el funcionamiento de la máquina	●			30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina
2	Suspender el suministro de energía eléctrica	●			10	
3	Bloquear el paso de aceite	●			10	
4	Trasladar herramientas	●	●		240	
5	Purgar todas las líneas que conducen al filtro	●	●		900	Emplear herramientas apropiadas
6	Desmontar el filtro	●			15	
7	Desmontar la tapa	●			20	
8	Limpieza del filtro con gasolina				1800	Intrducción completa
9	Demora en la conexión del soplete				600	
10	Limpiar con aire comprimido el filtro	●	●		90	
11	Montar la tapa	●			25	Emplear herramientas apropiadas
12	Montar el filtro	●			30	
13	Reponer el suministro de aceite	●			10	Utilizar aceite Mobil Valvoline 1405
14	Inspección de posibles fugas	●			30	
15	Encender la máquina	●			10	Tomar medidas de seguridad
16	Inspeccionar el funcionamiento correcto	●			20	
17	Colocar herramientas en su lugar	●			240	
Tiempo Total:					4080	1h 8 min
Materiales:	Guaipe, gasolina					
Repuestos:	Filtro Ø= 100 mm H=150 mm					
Equipos y Herramientas:	Herramientas mecánicas, compresor					

Tabla 3. 25 Actividades de mantenimiento, Revisión y remplazo de retenedores
















		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja N°:	2	Período:	Pogramación semestral
Sistema:	Cortadora	Código:	GP-800	Código:	SOH	Código:	SOH-CL
Subsistema:	Oleohidráulico	Actividad	Operación	Simbolo	Genera	10	
Componente:	Cilindro	Actividad	Transporte	Simbolo	1		
Actividad:	Revisión y reemplazo de retenedores	Actividad	Espera	Simbolo	0		
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Actividad	Inspección	Simbolo	2		
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Actividad	Almacenamiento	Simbolo	1		
N°	Descripción	Simbología	Tiempo (s)	Observaciones			
1	Detener el funcionamiento de la máquina		30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad en el manual de la máquina			
2	Suspender el suministro de energía eléctrica		10				
3	Trasladar herramientas		240				
4	Eliminar presión existente en el sistema		90				
5	Bloquear el paso de aceite		10				
6	Desmontar el émbolo de cilindro		1800	Emplear herramientas apropiadas			
7	Inspección visual de retenedores		300				
8	Cambio de retenedores		900	Cumplimiento de especificaciones			
9	Lubricar el retenedor		60				
10	Montar el embolo en el cilindro		1500	Emplear herramientas apropiadas			
11	Reponer el suministro de aceite		10				
12	Encender la máquina		10	Tomar medidas de seguridad			
13	Inspeccionar posibles fugas		20				
14	Colocar herramientas en su lugar		240				
Tiempo Total:			5220	1h 27 min			
Materiales:	Guaipe, gasolina, aceite lubricador						
Repuestos:	Retenedores R5439						
Equipos y Herramientas:	Herramienta mecánicas						

Tabla 3. 26 Actividades de mantenimiento, Revisión o cambio de electroválvulas


 Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
		Sección:	Hoja N°:	Período:	Código:	Código:	Genera
Actividad: Revisión o cambio de electroválvula Responsable: Jefe de Mantenimiento		Procesamiento de roca andesítica	2	Pogramación semestral	GP-800	SOH	SOH-EV
Sistema: Cortadora Subistema: Oleohidráulico Componente: Electroválvula							
Proceder: Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar							
N°	Descripción	Simbología			Tiempo (s)	Observaciones	
1	Detener el funcionamiento de la máquina				30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad	
2	Suspender el suministro de energía eléctrica				10		
3	Trasladar herramientas				240		
4	Bloquear el paso de aceite				90		
5	Acceder al panel oleohidráulica				10	Tomar medidas de seguridad	
6	Inspección visual de la válvula				600		
7	Desmontar electroválvula				350	Emplear herramientas apropiadas	
8	Desarmar electroválvula				900		
9	Inspección visual de resorte , cellos y empaques				600	En caso de fallo de resorte, ciliar electroválvula	
10	Engrasar electroválvula				90		
11	Limpiar acoples				300		
12	Armar la electroválvula				600	Emplear herramientas apropiadas	
13	Montar electroválvula				350		
14	Cerrar panel oleohidráulica				120	Tomar medidas de seguridad	
15	Encender la máquina				10		
16	Inspeccionar funcionamiento				300		
17	Colocar herramientas en su lugar				240		
Tiempo Total:					4840	1h 20 min	
Materiales:		Guaípe, gasolina, aceite lubricador					
Re puestos:		Electroválvula DUPLOMATIC 2E4P4-S921/D-E/40, resortes, cellos, empaques					
Equipos y Herramientas:		Herramienta mecánicas					

Tabla 3. 27 Actividades de mantenimiento, Purgado del sistema























































		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja N°:	2		
Sistema:		Cortadora	Período:	Programación semestral			
Subsistema:		Oleo hidráulico	Código:	GP-800			
Componente:		Cilindro	Código:	SOH			
Actividad:	Purgado del sistema		Actividad	Simbolo	Genera		
Responsable:	Jefe de Mantenimiento		Operación		9		
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar		Transporte		1		
			Espera		0		
			Inspección		1		
			Almacenamiento		1		
N°	Descripción	Simbología			Tiempo (s)	Observaciones	
1	Detener el funcionamiento de la máquina					30	Tomar en cuenta las especificaciones
2	Suspender el suministro de energía eléctrica					10	de seguridad
3	Trasladar herramientas					240	
4	Bloquear el paso de aceite					10	
5	Quitar el tapón de llenado de aceite					10	Emplear herramientas apropiadas
6	Llenar el depósito de aceite					600	Considerar especificaciones
7	Soltar el tornillo de desaireado del bloque oleohidráulico					10	Emplear herramientas apropiadas
8	Bombear aceite					500	
9	Cerrar el tornillo de desaireado cuando empiece a salir					10	Emplear herramientas apropiadas
10	Encender la máquina					10	Tomar medidas de seguridad
11	Inspeccionar funcionamiento					120	
12	Colocar herramientas en su lugar					240	
Tiempo Total:						1790	30 min
Materiales:	Guaípe, recipiente, aceite						
Repuestos:							
Equipos y Herramientas:	Herramienta mecánicas						

Tabla 3. 28 Actividades de mantenimiento, Revisión y cambio de Contactores














 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Hoja N°:	Período:	Código:	Genera
Responsable: Jefe de Mantenimiento		Procesamiento de roca andesítica	3	Pogramación semestral		
Sistema: Cortadora				GP-800		
Subsistema: Eléctrico				SE		
Componente: Contactor				SOH-CN		
Actividad: Revisión y cambio de contactores						
Proceder: Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar						
N°	Descripción	Simbología	Tiempo (s)	Observaciones		
1	Detener el funcionamiento de la máquina		30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad		
2	Suspender el suministro de energía eléctrica		10			
3	Trasladar herramientas		240			
4	Inspección visual de contactores		30			
5	Desmontar el contactores de su base		60	Emplear herramientas apropiadas		
6	Cambiar los contactos dañados		300	Para los contactores de estrella triángulo usar juego de contactos LC1FH43, Motor desplazamiento Horizontal y Vertical Contactor 40 A.		
7	Alinear los contactos		300			
8	Verificar que todos los tornillos y tuercas estén bien ajustados		30	Emplear herramientas apropiadas		
9	Colocar sus contactos a su base		60			
10	Encender la máquina		10	Tomar medidas de seguridad		
11	Inspeccionar funcionamiento		120			
12	Colocar herramientas en su lugar		240			
Tiempo Total:			1400	24 min		
Materiales:		Franela				
Repuestos:		Juego de contactos LC1FH43, 2 Contactores de 40 A				
Equipos y Herramientas:		Herramienta mecánicas				

Tabla 3. 29 Actividades de mantenimiento, Cambio de la tensión de alimentación



























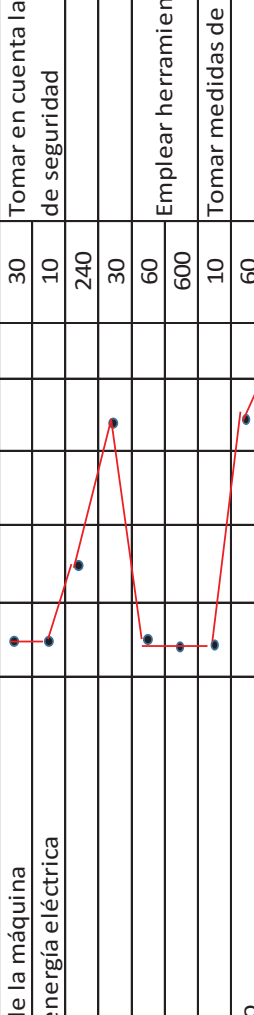
























		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja N°:	3	
Sistema:	Cortadora	Período:	Pogramación semestral			
Subsistema:	Eléctrico	Código:	GP-800			
Componente:	Temporizador	Código:	TM			
Actividad:	Cambio de la tensión de alimentación	Código:	SE-TM			
Responsable:	Jefe de Mantenimiento	Actividad	Simbolo	Genera		
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar, probar	Operación		10		
		Transporte		1		
		Espera		0		
		Inspección		1		
		Almacenamiento		1		
N°	Descripción	Simbología	Tiempo (s)	Observaciones		
1	Detener el funcionamiento de la máquina		30	Tomar en cuenta las especificaciones de seguridad		
2	Suspender el suministro de energía eléctrica		10			
3	Trasladar herramientas		240			
4	Desenchufar el temporizador de su base		30			
5	Sacar la cubierta trasera		600	Emplear herramientas apropiadas		
6	Deslizar hacia afuera la placa del circuito impreso		15			
7	Seleccionar el voltaje adecuado en el selector		600	Considerar la red de alimentación		
8	Colocar la placa del circuito impreso		15			
9	Colocar la cubierta trasera		600			
10	Enchufar el controlador a su base		30			
11	Encender la máquina		10	Tomar medidas de seguridad		
12	Inspeccionar funcionamiento		120			
13	Colocar herramientas en su lugar		240			
Tiempo Total:			2540	43 min		
Materiales:	Franela					
Repuestos:	Temporizador					
Equipos y Herramientas:	Herramienta mecánicas					

Tabla 3. 30 Actividades de mantenimiento, Revisión y cambio de Relés térmicos

		ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
		Sección:	Procesamiento de roca andesítica	Hoja N° :	3		
Sistema:		Cortadora	Período:	Pogramación semestral			
Subsistema:		Eléctrico	Código:	GP-800			
Componnte:		Réle Térmico	Código:	SE			
Actividad:	Revisión y cambio de relés termicos						
Responsable:	Jefe de Mantenimiento						
Proceder:	Desconectar, desarmar, desmontar, limpiar, revisar, cambiar, montar, armar, conectar,probar						
N°	Descripción	Simbología			Tiempo (s)	Observaciones	
							
1	Detener el funcionamiento de la máquina				30		
2	Suspender el suministro de energía eléctrica				10		
3	Trasladar herramientas				240		
4	Inspección visual de relés				30		
5	Retirar relés dañados				60		
6	Cambiar los relés				600		
11	Encender la máquina				10		
12	Inspeccionar funcionamiento				60		
13	Colocar herramientas en su lugar				240		
Tiempo Total:					1280		21 min
Materiales:	Franela						
Repuestos:	Relé Térmico 18-25 A						
Equipos y Herramientas:	Herramienta mecánicas						

3.6.4 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO MÁQUINA CORTADORA GP-800

A continuación en la tabla 3.31 y en su continuación en la Tabla 3.32 se presenta las tareas de mantenimiento preventivo en programación anual de una manera armónica, logrando distribuir en partes iguales el trabajo para que no existan fechas en donde no se alcancen a realizar el mantenimiento.

Tabla 3. 31 Cronograma de mantenimiento Cortadora GP-800


		CRONOGRAMA	
		Código: CR	
		Fecha:	
		Rev: 0	
ENERO			
1	Cambio de rodamiento del tornillo sin fin PH	Mecánico	Responsable
2	Cambio de corona de bronce de la caja de cambios PH		
3	Cambio de retenedores y bocin de la caja cambios PH		
FEBRERO			
1	Cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples TV	Mecánico	Responsable
2	Cambio de rodamiento en las ruedas de la mesa porta bloques MP		
3	Revisión y reemplazo de retenedores en el cilindro CL		
MARZO			
1	Cambio de rodamiento en el eje porta disco CB	Mecánico	Responsable
2	Cambio bandas de transmisión de potencia CB		
3	Revisión o cambio de electroválvula EV	Eléctrico	Responsable
ABRIL			
1	Purgado del sistema Oleohidráulico	Mecánico	Responsable
2	Cambio de rodamiento del tornillo sin fin PH		
3	Revisión y cambio de contactores CN	Eléctrico	Responsable
MAYO			
1	Cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples TV	Mecánico	Responsable
2	Cambio de rodamiento en las ruedas de la mesa porta bloques MP		
3	Revisión y reemplazo de retenedores en el cilindro CL		
JUNIO			
1	Cambio de rodamiento en el eje porta disco CB	Mecánico	Responsable
2	Cambio bandas de transmisión de potencia CB		
3	Revisión de la tensión de alimentación	Eléctrico	Responsable
JULIO			
1	Revisión o cambio de electroválvula EV	Eléctrico	Responsable
2	Cambio de rodamiento del tornillo sin fin PH	Mecánico	Responsable
3	Revisión y cambio de relés termicos RT	Eléctrico	Responsable
AGOSTO			
1	Cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples TV	Mecánico	Responsable
2	Cambio de rodamiento en las ruedas de la mesa porta bloques MP		
3	Revisión y reemplazo de retenedores en el cilindro CL		
SEPTIEMBRE			
1	Cambio de rodamiento en el eje porta disco CB	Mecánico	Responsable
2	Cambio bandas de transmisión de potencia CB		
3	Limpieza o cambio de filtro FL		

Tabla 3. 32 Continuación Cronograma de mantenimiento Cortadora GP-800

OCTUBRE		
1	Purgado del sistema Oleohidráulico	Mecánico
2	Cambio de rodamiento del tornillo sin fin PH	
3	Revisión y cambio de contactores CN	Eléctrico
NOVIEMBRE		
1	Cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples TV	Mecánico
2	Cambio de rodamiento en las ruedas de la mesa porta bloques MP	
3	Revisión y reemplazo de retenedores en el cilindro CL	
DICIEMBRE		
1	Cambio de rodamiento en el eje porta disco CB	Mecánico
2	Cambio bandas de transmisión de potencia CB	
3	Revisión de la tensión de alimentación	Eléctrico
4	Revisión y cambio de relés termicos RT	

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDA INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que la calidad de un producto está estrechamente ligada con la seguridad industrial, se ve la necesidad de precautelar la integridad física del personal, ya que es la base fundamental de la organización.

Motivo por el cual toda organización debe tener un sistema de seguridad de acuerdo al tipo de proceso y/o actividad que se realice dentro de la empresa, tanto para trabajadores como para terceros.

4.1 PLAN DE SEGURIDAD INTEGRAL

Basado en el resultado de la investigación elaborada y bajo las medidas de cumplimiento reglamentario, se realizará el diseño del Plan de Seguridad Integral de MINEROSA.

4.1.1 DETERMINACIÓN DE LA POLÍTICA EMPRESARIAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

La empresa Minería y Rocas Ornamentales S.A., a través de la Gerencia General, optará como Política de Seguridad y Salud Ocupacional lo siguiente:

Desarrollar sus actividades dentro del marco legal del Ecuador, cumpliendo con todas las leyes y regulaciones en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, promoviendo la mejora continua a través del Plan de Seguridad Integral, capacitando

a su personal como a terceros en la prevención permanente de accidentes e incidentes.

Efectuar trabajos y condiciones de Seguridad y Salud, en todos los procesos, con claras responsabilidades a todo nivel. Se deberá identificar, evaluar y controlar los riesgos existentes en cada sitio de trabajo, con el fin de reducir y optimizar mediante la implementación de acciones correctivas.

4.1.2 OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGURIDAD INTEGRAL MINEROSA

Para el desarrollo del Plan de Seguridad Integral se debe tomar en cuenta los siguientes objetivos:

Comunicar los riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales imponiendo normas y disposiciones para la debida aplicación de los principios de la prevención de accidentes laborales.

Instruir permanentemente a empleados y contratistas sobre los mejores métodos para prevenir los riesgos laborales, facilitando a la empresa como a los trabajadores de una herramienta que guíe en el cumplimiento de todas normas de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, para conseguir el mejoramiento de la industrialización, a través de la mejora continua de todos sus procesos.

4.1.3 DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS

La empresa Minería y Rocas Ornamentales S.A. estará obligada a:

Implantar todos los medios posibles de seguridad que eviten el peligro para la salud o vida de su personal, para lo cual organizará adecuados programas de prevención de riesgos profesionales e instruirá sobre ellos, acogiendo medidas encomendadas y expuestas por el Servicio Médico de la Empresa o de la Unidad de Seguridad Industrial. Se dará a conocer a sus empleados el mapa de riesgos de las áreas de trabajo y establecer de todos los mecanismos necesarios para garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido la capacitación adecuada, puedan acceder a las áreas de que presentan un nivel de alto riesgo.

MINEROSA deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, los equipos de protección individual adecuados.

Deberá cumplir y hacer cumplir las leyes, normas y más disposiciones sobre la Seguridad, Salud Ocupacional contempladas en este trabajo de investigación, y demás normas actuales en materia de prevención de riesgos.

Se debe conformar y controlar el funcionamiento de las brigadas de emergencia y rescate.

4.1.3.1 Obligaciones de los Trabajadores

Los trabajadores deben participar en los comités paritarios, programas de capacitaciones destinadas a prevenir los riesgos laborales, y así acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene, y medio ambiente determinadas en la ley, y el presente plan, cumpliendo con las normas, reglamentos e instrucciones del Plan Seguridad Integral y las instrucciones que les impartan sus superiores directos, tomando en cuenta que se deberán someter a los exámenes médicos y cumplir con los tratamientos prescritos.

4.1.4 SANCIONES

Si no son acatadas las normas establecidas en el presente Plan, los trabajadores serán sancionados de acuerdo con las faltas cometidas o la gravedad de sus consecuencias. Para la aplicación de las sanciones, las infracciones se dividen en faltas leves o faltas graves:

Faltas leves.- Acción que quebrantan con el Plan, pero que no ponen en peligro la seguridad o salud del trabajador, ni de otras personas.

Faltas graves.-Acción que por desgano, desobediencia o ineptitud, el trabajador y/o terceros, ponen en peligro su integridad física o de los demás que además podrían poner en peligro la infraestructura de la empresa. De acuerdo al reglamento interno de trabajo de la Empresa y demás normas legales aplicables, se aplicarán las respectivas sanciones.

4.2 ACTIVIDADES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Dentro del plan están inmersas ciertas actividades, las mismas que se deben seguir con la finalidad de preservar la integridad del personal como de las instalaciones.

4.2.1 REUNIONES DE ORGANISMOS PARITARIOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SST).

En la Figura.4.1 se presenta un organigrama de todos los organismos que forman los paritarios de Seguridad y Salud en el Trabajo:

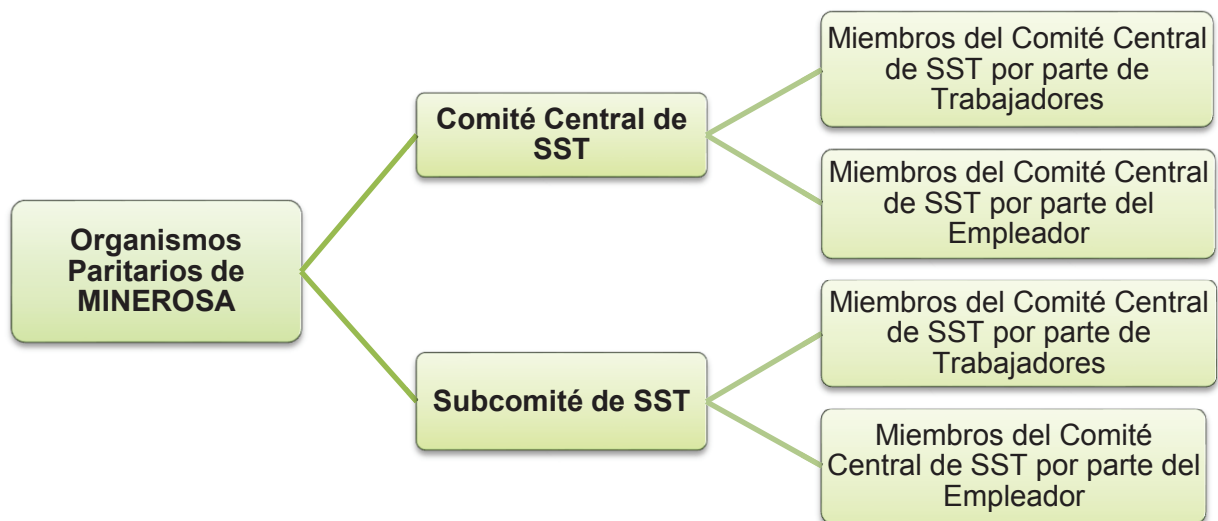


Fig.4. 1 Organigrama de Organismos Paritarios de Seguridad y Salud en el Trabajo

4.2.1.1 Cronograma de Reuniones de Organismos Paritarios

Las reuniones del Comité Central de SST se realizarán los 1er y 3er miércoles de cada mes. Se citarán a reuniones vía correo electrónico y se llevará un registro de firmas de asistencia. Las reuniones podrán comenzar con la presencia del Presidente y Secretario del Comité Central de SST.

Las reuniones del Subcomité de SST se realizarán una vez al mes. Se citarán a reuniones vía física y se llevará un registro de firmas de asistencia. Las reuniones

podrán comenzar con la presencia del Presidente y Secretario del Subcomité Central de SST.

Toda reunión de los organismos paritarios, contará con un acta de reunión con firma de los miembros de los organismos.

4.2.2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

La entrega de equipo de protección personal se realizará de manera continua dependiendo del área de trabajo y equipos asignados. Debido a que los equipos son utilizados diariamente por el personal, se entregarán sin registrar la entrega.

Aquellos equipos como orejeras y zapatos, se les entregará con registro de firma de entrega y recepción.

4.2.3 CHARLAS EN SEGURIDAD Y SALUD

Se realizarán charlas diarias de 5 minutos en temas de seguridad y salud. Las charlas serán realizadas por los Jefes, Gerentes o Supervisores de área.

Los temas de las charlas serán proporcionadas por el Jefe de Seguridad y Salud; de igual manera, será la persona encargada de realizar el seguimiento del cumplimiento de las charlas.

4.2.4 CAMPAÑAS DE VIGILANCIA DE LA SALUD

El Departamento Médico junto con el Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) serán los responsables de realizar mensualmente una campaña de vigilancia de la salud de acuerdo a la necesidad y cronograma establecido por el médico ocupacional.

4.2.5 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Se renovará el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en el Ministerio de relaciones Laborales (MRL).

4.2.6 INFORMES EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Se entregará mensualmente al Directivo de la empresa la estadística mensual de accidentabilidad, condiciones y actos inseguros y capacitaciones realizadas.

Los informes semestrales de estadísticas en SST se entregarán a los Organismos de Control como el MRL y Riesgos de Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

4.2.7 EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

Mensualmente se realizará una inspección general de los equipos contra incendios de la planta verificando condiciones físicas. El mantenimiento de equipos se realizará bimensualmente con una empresa externa especializada.

4.2.8 INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Se realizarán inspecciones de seguridad en la planta enfocado en condiciones y actos inseguros. Estas inspecciones serán notificadas por correo electrónico y evidencia fotográfica a los Jefes y Gerentes de área al igual que a las Gerencia de Producción y General.

La frecuencia de las inspecciones será semanal y serán realizadas por el encargado de Seguridad y Salud. El seguimiento de las observaciones de seguridad de realizarán en las reuniones de organismo paritarios.

4.2.9 ENTRENAMIENTO DE BRIGADAS

Se capacitará al personal brigadista en el mes de junio 2015. Las capacitaciones serán internas enfocadas en la realidad de la empresa. En el mes de mayo del 2015 se presentará el Plan de Emergencia y Contingencia a los brigadistas.

4.2.10 DIFUSIÓN DE SEGURIDAD

Se entregará a los trabajadores los Reglamentos de Seguridad y Salud en el trabajo aprobado por el Ministerio de Relaciones Laborales. La entrega se realizará durante todo el año 2015.

4.2.11 EXÁMENES MÉDICOS OCUPACIONALES

Se realizarán exámenes médicos ocupacionales a los trabajadores con el fin de determinar el estado de salud de los trabajadores. Los exámenes serán determinados de acuerdo a necesidades de cada área.

4.2.12 LEMAS DE SEGURIDAD

Se colocarán en las carteleras los lemas de seguridad. Los lemas ayudarán a generar una cultura de seguridad durante los trabajos diarios. Se trabajará de la mano con Trabajo Social para la colocación de estos lemas.

4.2.13 AUDITORIAS EN SEGURIDAD Y SALUD

En los dos primeros meses del año (disposición para el año siguiente), se realizará la evaluación interna del sistema de gestión de seguridad y salud de acuerdo al nuevo requerimiento legal firmado entre el MRL y el IESS.

4.2.14 SIMULACROS

Se realizará un simulacro al año en temas de emergencia de incendio, evacuación y primeros auxilios.

4.2.15 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para la renovación del reglamento interno de seguridad y salud, se actualizará la matriz de identificación y evaluación de riesgos laborales por cada puesto de trabajo de acuerdo a la nueva matriz del MRL.

4.3 PREVENCIÓN DE RIESGOS EN POBLACIONES VULNERABLES

Como poblaciones vulnerables se entenderá a las mujeres que presten sus servicios en la empresa y discapacitados.

4.3.1 MUJERES

La empresa Minería y Rocas Ornamentales S.A. respetará y observará las leyes y normas nacionales sobre el trabajo de la mujer, especialmente las normas aplicables a las etapas de embarazo, parto y lactancia. La vigilancia médica en aquellas trabajadoras que supongan posiciones forzadas e incómodas durante la realización de sus labores diarias, las mismas que se encuentren en estado de gestación.

Tendrá en cuenta en las evaluaciones del plan integral de prevención de riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos identificados en la investigación, con el fin de adoptar medidas preventivas necesarias.

A pesar de efectuar correctas prácticas de higiene, deben existir prohibiciones laborales para aquellas tareas con riesgo alto de exposición.

4.3.2 DISCAPACITADOS

Para los empleados con capacidades especiales, la empresa debe garantizar la debida accesibilidad y diseño ergonómico en los puestos de trabajo.

4.4 RIESGOS DEL TRABAJO DE MINEROSA

Se pondrán en conocimiento y, a disposición de todos los trabajadores los factores de riesgos identificados en el diagnóstico, así como las reglas y control de ellos, en el mapa de riesgos respectivo.

4.4.1 FACTORES FÍSICOS RUIDO

Si el proceso de producción lo permite, todas las máquinas que provoquen ruidos se las deberá ubicar en sitios aislados, y será necesario realizar un programa de mantenimiento adecuado que disminuya en lo posible la exposición de tales contaminantes físicos detectados, llevando a cabo mediciones de control de ruido a fin de garantizar la salud de trabajadores, definiendo una frecuencia anual. La señalización de prevención debe constar en todas las áreas donde haya ruido.

A todo el personal de la nave de producción se dotará de elementos de protección personal como orejeras o tapones auditivos para la prevención de ruido industrial, con el fin de disminuir este riesgo en el individuo sin tomar en cuenta la modalidad de duración de su contrato o personas que trabajen por cuenta ajena.

4.4.2 FACTORES FÍSICOS HUMEDAD

En las áreas de corte, encuadre, martilado donde los pisos se encuentren húmedos (lodosos), se deberá limpiar dos veces al mes para que el trabajador pueda realizar sus tareas sin dificultad, estas áreas húmedas dispondrán de la debida señalización, la misma que indicará el riesgo de posibles caídas, así mismo se dotará de delantal y botas de caucho con suela antideslizante para que los trabajadores realicen sus trabajos eficientemente.

4.4.3 FACTORES FÍSICOS POLVO INORGÁNICO MINERAL

Se deberá retirar constantemente los escombros para despejar todas las áreas para evitar la formación de nubes de polvo, además siempre se deberá utilizar protección ocular y facial.

Delimitar el área de trabajo e informar a los operarios la presencia de material particulado.

4.4.4 FACTORES FÍSICOS ILUMINACIÓN

Los niveles mínimos de intensidad luminosa se aplicarán según lo indicado en el artículo 56 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, teniendo en cuenta que los lugares de trabajo y tránsito estarán dotados de la suficiente iluminación natural o artificial, con la finalidad de que el trabajador pueda realizar su trabajo en una forma segura y libre de riesgo.

En todas las áreas se deberá realizar mediciones de la intensidad luminosa de sus instalaciones, para garantizar un nivel de iluminación dentro de norma (500 luxes). Debe haber limpieza periódica y/o renovación, en caso necesario, de las superficies iluminantes para asegurar su constante transparencia.

4.4.5 FACTORES FÍSICOS ELÉCTRICOS

Nunca realizar actividades que presenten riesgo eléctrico si no se cuenta con el equipo de seguridad personal requerido para estos trabajos como: botas de cuero con suela de caucho (aislantes), guantes aislantes, casco, si se trabaja en altura se tiene que utilizar arnés de seguridad y herramientas con mangos aislantes.

Las reparaciones y/o mantenimiento a motores, paneles de control, generadores, etc, los harán solamente el personal especializado teniendo en cuenta apagar, desconectar y trabar dichos equipos.

No deberá bajo ninguna circunstancia tocar, mover o intentar conectar cables eléctricos vivos cualquier empleado o subcontratista que no sea electricista.

Los trabajos en redes eléctricas solo podrán ser realizados por personal de mantenimiento, el cual debe ser calificado y trabajará cumpliendo las disposiciones específicas de seguridad.

4.4.6 FACTORES BIOLÓGICOS

Se establecerán procedimientos de trabajo adecuados y adoptar medidas de protección colectiva o individual con el objetivo de evitar o minimizar el riesgo de accidente biológico como:

1. Vacunación, inmunización activa
2. Normas de higiene personal como el lavado de las manos al inicio y fin del trabajo, con agua y jabón líquido.
3. El secado de las manos con papel desechable o corriente de aire.
4. Emplear elementos de protección de barrera apropiados como: guantes de uso obligatorio en todas las actividades
5. Manejar con precaución los objetos cortantes, y punzantes como agujas, jeringuillas y otros puntiagudos.
6. Uso de mascarillas, y protección ocular, para evitar las salpicaduras

La eliminación de desechos sólidos y gaseosos se realizará en estricto cumplimiento con la legislación en medio ambiente. Se mantendrá las instalaciones sanitarias como inodoros, urinarios y duchas en número suficiente para el personal, y bajo condiciones de limpieza.

4.4.7 FACTORES ERGONÓMICOS

Enfocados en la monotonía se rotará al personal con adecuados turnos de trabajo, teniendo en cuenta, el aumentar la frecuencia y duración de los descansos y mejorar las técnicas de trabajo.

Preparar físicamente al personal para que responda a las demandas de las tareas y limitar la sobrecarga de trabajo.

Desarrollar un programa de auto-mantenimiento por parte de los operarios para el equipo, maquinaria y herramientas, para disminuir algún tipo de inadecuación que influya en la ergonomía del personal.

4.4.8 FACTORES PSICO-SOCIALES

Dentro de las actividades de la empresa se implementará actividades deportivas y culturales, teniendo como finalidad la integración de todos sus colaboradores. La empresa realizará un programa de incentivos a todos los trabajadores que cumplen y mantienen altos estándares de producción.

Mediante la fomentación de estrategias de comunicación entre los distintos niveles se establecerá sistemas de resolución de conflictos.

Incentivar el potencial creativo y capacidades del personal para obtener mejoras en la calidad de las relaciones laborales.

4.4.9 FACTORES MECÁNICOS

Por ningún motivo se realizará reparación, lubricado o limpieza mientras esté en marcha la maquinaria. Cualquier falla o daño en el equipo o herramienta deberá ser reportado inmediatamente, para su inmediata corrección.

No se realizarán estas actividades sin contar con el equipo de protección personal y colectiva, en las áreas determinadas por el mapa de riesgos de la empresa. Deberá inspeccionar bien su equipo antes de empezar a trabajar y usar únicamente herramientas que estén en buenas condiciones.

Todos los dispositivos de arranque de los equipos estarán ubicados y protegidos de manera que no haya riesgo de accionamiento involuntario.

Nunca se deberá transportar herramientas o materiales en las manos, al momento de subir por escaleras; transpórtelas con ayuda de una cuerda.

Se manipularán objetos corto-punzantes y máquinas con precaución para evitar cortes y golpes en sus extremidades, siempre las máquinas portátiles al dejar de utilizarlas deberán desconectarse de su fuente de alimentación eléctrica.

4.5 SEÑALIZACIÓN EN ÁREAS DE TRABAJO

Es de suma importancia las señalizaciones adecuadas en las diferentes áreas de trabajo para mantener informado de los riesgo a los que este expuesto tanto al personal de planta como a personas que realicen visitas, las mismas que deben estar estratégicamente colocadas y en buen estado.

4.5.1 LUGARES CON PRESENCIA DE RIESGOS





Se debe realizar la señalización en todos los puestos o áreas de trabajo, esto comprende:

Nave de Producción, Bodegas de almacenamiento, Taller de mantenimiento, Transformador, y en todos los lugares donde exista presencia de personas propias o ajenas a la institución, se utilizaran señales reglamentarias y de advertencia.

4.5.1.1 Señales Reglamentarias

Prohibición.- Órdenes para cumplir una acción, las cuales se representan en la Tabla 4.1.

Tabla 4. 1 Señales Reglamentarias de Prohibición

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	SEÑAL
<p>Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Rojo Forma: Círculo Símbolo: Silueta de una persona con la mano izquierda de tamaño considerable</p>	 <p>PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA</p>
<p>Prohibido fumar</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Rojo Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Imagen de un cigarillo humeante</p>	 <p>PROHIBIDO FUMAR</p>
<p>Prohibido el uso del calzado de tacón</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Rojo Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Silueta de pies utilizando calzado de tacón</p>	 <p>PROHIBIDO EL USO DEL CALZADO DE TACÓN</p>
<p>Prohibido consumir alimentos</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Rojo Forma: Círculo Símbolo: Imagen de alimento (hamburguesa y bebida)</p>	 <p>PROHIBIDO CONSUMIR ALIMENTOS EN ESTA AREA</p>

Obligatorias.- Ordenes requiriendo una acción, las mismas que se podrán visualizar en la Tabla 4.2.





Tabla 4. 2 Señales Reglamentarias Obligatorias

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	SEÑAL
Usar Protección en los oídos	Color: Seguridad: Fondo azul, Contraste: Blanco Forma: Rectangular Símbolo: Rostro de una persona utilizando orejeras	
Usar lentes protectores	Color: Seguridad: Fondo azul, Contraste: Blanco Forma: Rectangular Símbolo: Rostro de una persona utilizando lentes	
Usar casco	Color: Seguridad: Fondo azul, Contraste: Blanco Forma: Rectangular Símbolo: Rostro de una persona utilizando casco	
Usar guantes	Color: Seguridad: Fondo azul, Contraste: Blanco Forma: Rectangular Símbolo: Imagen de un par de guantes	
Usar botas	Color: Seguridad: Fondo azul, Contraste: Blanco Forma: Rectangular Símbolo: Imagen de un par de botas	

4.5.1.2 Señales de Advertencia

Precaución.- Identifican riesgo potencial, las que se podrán observar en la Tabla 4.3.

Tabla 4. 3 Señales de advertencia de Precaución

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	SEÑAL
Peligro caída al mismo nivel	Color: Seguridad: Fondo amarillo, Contraste: Negro Forma: Triangular Símbolo: Silueta de una persona inclinada hacia adelante	 PELIGRO CAIDAS AL MISMO NIVEL
Área de ruido	Color: Seguridad: Fondo amarillo, Contraste: Negro Forma: Triangular Símbolo: Rostro de una persona con las manos en lo oídos	 ¡ATENCIÓN! AREA DE RUIDO PELIGROSO
Usar casco Peligro riesgo eléctrico	Color: Seguridad: Fondo amarillo, Contraste: Negro Forma: Triangular Símbolo: Imagen de un rayo	 PELIGRO RIESGO ELECTRICO
Peligro caída a distinto nivel	Color: Seguridad: Fondo amarillo, Contraste: Negro Forma: Triangular Símbolo: Silueta de una persona inclinada hacia atrás	 PELIGRO CAIDAS A DISTINTO NIVEL




4.5.1.3 Señalización en Áreas de Circulación

Se debe contar con vías de circulación, desde o hacia distintos lugares, transporte de materiales, herramientas, etc. haciendo que en muchos de los casos se produzcan

accidentes por no contar con la señalización respectiva que identifique las diferentes áreas de circulación.

Para este tipo de señalización se utilizaran franjas de seguridad, claramente apreciables en la Tabla 4.4.

Tabla 4. 4 Señalización de áreas de circulación

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	SEÑAL
Zona de peligro	Color: Seguridad: Fondo amarillo, Contraste: Negro Forma: Rectangular Símbolo: Franjas negras orientadas a 45 °, colocadas paralelamente	
Zona prohibida o zona de equipo contra incendio	Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Rojo Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Franjas rojas orientadas a 45 °, colocadas paralelamente	
Zona que indica instrucción obligatoria	Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Verde Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Franjas azules orientadas a 45 °, colocadas paralelamente	
Zona que indica condición de emergencia	Color: Seguridad: Fondo blanco, Contraste: Verde Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Franjas verdes orientadas a 45 °, colocadas paralelamente	

4.5.1.4 Señalización de Medios de Escape o Evacuación.

Emergencias.- Manifiestan rutas de escapa primeros auxilios, salud, equipos de emergencia, etc, las que se mostraran en la Tabla 4.5.

Tabla 4. 5 Señalización de medios de escape o evacuación

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	SEÑAL
Dirección de una ruta de evacuación en el sentido requerido	Color: Seguridad: Fondo verde, Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Flecha indicando el sentido requerido y, en su caso, el número de la ruta de evacuación Texto: RUTA DE EVACUACIÓN	
Zona de Seguridad	Color: Seguridad: Fondo verde, Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Silueta humana resguardándose Texto: ZONA DE SEGURIDAD	
Ubicación del lugar donde se dan los primeros auxilios	Color: Seguridad: Fondo verde, Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Cruz equidistante Texto: PRIMEROS AUXILIOS	
Ubicación del punto de reunión o zona de conteo	Color: Seguridad: Fondo verde, Contraste: Blanco Forma: Cuadrada o rectangular Símbolo: Cuatro flechas equidistantes dirigidas hacia un punto y, en su caso, el numero del punto de reunión Texto: PUNTO DE REUNIÓN	

La señalización en la nave de producción con en el resto de la planta debe ser colocada estratégicamente, debe ser entendida e identificada con facilidad por todo el personal que presta sus servicio, caso contrario el inspector de Seguridad y Salud ocupacional tiene la obligación de capacitar a los trabajadores, y realizar

evaluaciones inesperadamente o en lapsos de tiempos determinados sobre las mismas.

Además la señalización de seguridad no sustituirá en ningún caso la admisión obligatoria de las medidas preventivas, colectivas y personales, necesarias para la eliminación de los riesgos existentes, sino que será complementaria a las mismas.

Algunos de estos símbolos también se incluirán, en el mapa de riesgo elaborado, teniendo como objeto establecer colores, señales y símbolos de seguridad para poder prevenir peligros para la integridad física y la salud y/o accidentes.

Se deberá realizar inspecciones semestralmente a las señalización para identificar si muestra deterioro o por algún motivo no pueda ser identificada con facilidad, si llegase a dar este caso tiene que ser reemplazada inmediatamente

4.6 ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO

Antes de que un trabajo se realice se deberá realizar un Análisis de Trabajo Seguro (ATS) para prevenir accidentes, detectando, eliminando o minimizando los riesgos.

El ATS debe ser usado como guía para el entrenamiento de los empleados nuevos y como referencia para re-entrenamiento de los empleados antiguos. El ATS debe actualizarse y ejecutar siempre la última versión.

4.6.1 INSTRUCCIONES Y FORMATO PARA REALIZAR UN ATS

Para realizar el Análisis de Trabajo Seguro se debe seguir paso a paso las instrucciones mostradas en la Tabla 4.6 y su continuación en la tabla 4.7 y utilizar correctamente el formato realizado, el mismo que se muestra en la Tabla 4.8.

Tabla 4. 6 Instrucciones a seguir para realizar un ATS

SECUENCIA BÁSICA DE ETAPAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA TAREA	RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO Y ACCIONES RECOMENDADAS PARA ELIMINAR LOS RIESGOS POTENCIALES
<p>Divida la tarea en etapas. Cada etapa debe cumplir con un objetivo propuesto. La tarea consistirá en un conjunto de actividades, las cuales deben seguir una secuencia lógica.</p>	<p>Para realizar un ATS eficazmente, usted debe identificar tanto los riesgos potenciales como los existentes. Por ello es importante distinguir entre un riesgo, un accidente y una lesión. Cada uno de estos términos tiene un significado específico.</p>	<p>Utilice las primeras dos columnas como guía, decida qué acciones son necesarias para eliminar y/o minimizar los peligros que podrían llevar a un accidente, lesión o enfermedad profesional. Entre las acciones que pueden tomarse están:</p>
<p>Por ejemplo, el trabajo consiste en mover una carga desde un transporte hacia el área de almacenamiento. ¿Cómo desglosar los pasos requeridos de la tarea?</p>	<p>Identifique los riesgos asociados con cada etapa. Examine cada paso para encontrar e identificar riesgos, acciones, condiciones y posibilidades que podrían llevar a un accidente.</p>	<p>(1) Mitigar el peligro.</p>
<p>Las actividades pueden ser:</p>	<p>No es suficiente el buscar los riesgos obvios, también es importante mirar el ambiente completo y descubrir cada riesgo concebible que podría existir.</p>	<p>(2) Entrenar y dar instrucciones necesarias para ejecutar el trabajo.</p>
<p>1. Identificar la carga, peso, forma y tamaño.</p>	<p>Asegúrese de registrar los riesgos a la salud, aunque el efecto negativo pueda ser a largo plazo. Un buen ejemplo es el efecto negativo de inhalar un solvente o polvo químico por un lapso de tiempo.</p>	<p>(3) Verificar controles de ingeniería. (Guardas, protección de partes rotatorias, etc.)</p>
<p>2. Identificar la ruta y sitio de almacenamiento.</p>	<p>Es importante registrar todo los riesgos. Los riesgos contribuyen a los accidentes, lesiones y enfermedades profesionales.</p>	<p>(4) Mantener orden y limpieza en el área de trabajo.</p>

Tabla 4. 7 Continuación Instrucciones a seguir para realizar un ATS

SECUENCIA BÁSICA DE ETAPAS PARA LA EJECUCIÓN DE UNA TAREA	RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO Y ACCIONES RECOMENDADAS PARA ELIMINAR LOS RIESGOS POTENCIALES
3. Definir ayuda mecánica si se requiere.	RIESGO – Combinación de probabilidades y consecuencias (o gravedad) de la ocurrencia de un evento peligroso especificado.	(5) Mantener buenas prácticas ergonómicas (posición de las personas) en las tareas asignadas.
4. Movilizar la carga al sitio de almacenamiento.	PELIGRO – Cualquier fuente o situación en un proceso, producto o servicio que al interactuar con las personas tiene el potencial de causarles daños en términos de lesión aguda. La grasa en el suelo es un peligro.	(6) Proporcionar equipo de protección personal adecuado.
5. Devolver las herramientas utilizadas para la tarea a su área asignada.	ACCIDENTE - Un acontecimiento imprevisto que puede producir lesión, pérdida o daño. El Resbalar en el aceite es un accidente. LESIÓN – Es el resultado de un accidente. Una muñeca dislocada al caer se consideraría una lesión.	Registre las recomendaciones o procedimientos operativos junto con el equipo de protección personal requerido para cada etapa o paso del trabajo. Sea específico, determine con exactitud lo que se necesita hacer para eliminar y/o minimizar el peligro. Evite dar instrucciones generales como por ejemplo "tenga cuidado." Recomiende una acción preventiva/correctiva o procedimiento para cada peligro, si el peligro es grave, debe corregirse inmediatamente.
Algunos pasos no podrían hacerse o determinarse siempre, por ejemplo la lista de chequeo de las herramientas la cual debe registrarse y analizarse.	Algunas personas encuentran más fácil el identificar posibles accidentes y enfermedades de trabajo asociados con los riesgos. Si usted puede, registre el accidente y la enfermedad dentro del paréntesis subsiguiente al riesgo. Sin embargo, la identificación del riesgo debe enfocarse en el desarrollo de acciones correctivas recomendadas y procedimientos seguros de trabajo.	

4.7 PERMISOS DE TRABAJO

Para cualquier actividad que conlleve un riesgo alto para la salud, la integridad o la vida de los trabajadores deberán ser objeto de una cuidadosa planificación, la misma que debe estar a cargo del Inspector de Seguridad, y siempre estará coordinado al menos entre dos personas.

Entre los trabajos que conllevan alto riesgo están: trabajos en espacios confinados (cisternas, tanques), excavaciones, trabajos en altura, en caliente, trabajos con electricidad de alta tensión, etc.

4.7.1 PERMISO DE TRABAJO EN FRÍO

Cuando se ejecuten actividades que no involucran el uso de fuego abierto, o con equipos que puedan ser causa de un incendio o chispa, teniendo ejemplos como el mantenimiento de instrumental, trabajos de pintura, reparación de válvulas, albañilería, limpieza de tanques, armado de andamios, para esto se debe seguir obligatoriamente los siguientes puntos:


- a) Es obligatorio tener el permiso o autorización respectiva por parte del Supervisor de Seguridad antes de iniciar cualquier trabajo en frío por medio de una Orden de Trabajo o permiso de trabajo de alto riesgo, que se presenta en la Tabla 4.9.
- b) Persona que ejecuta el trabajo, en caso de ser más de una persona, el ejecutante que figurará en el permiso será la persona de mayor cualificación.
- c) El Supervisor de Seguridad debe proveer los equipos de protección personal y verificar que por ningún motivo el personal realice el trabajo en frío sin no cuenta o utiliza correctamente el equipo mencionado.
- d) Antes, durante y después del trabajo, el Supervisor de Seguridad debe inspeccionar el área y los equipos con la finalidad de detectar toda condición sub-estándar.

4.7.2 PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE

Para realizar un trabajo en caliente como: la soldadura, corte con gas, limpieza a presión, excavaciones, picar concreto, corte con herramientas y equipos portátiles u otra fuente de incendio como las amoladoras o pulidoras, equipos o procedimientos que generen llama abierta, para esto se debe seguir obligatoriamente los siguientes puntos:

- a) Es obligatorio tener el permiso o autorización respectiva por parte del Supervisor de Seguridad antes de iniciar cualquier trabajo en caliente por medio de una Orden de Trabajo o permiso de trabajo de alto riesgo, que se realizó y se presenta en la Tabla 4.10.
- b) En caso de ser más de una persona, el ejecutante que figurará en el permiso será la persona de mayor cualificación.
- c) El Supervisor de Seguridad debe proveer los equipos de protección personal y verificar que por ningún motivo el personal realice el trabajo en caliente sin no cuenta o utiliza correctamente el equipo mencionado.
- d) Cualquiera que sea el peligro de incendio o explosión (gases comprimidos, pinturas, aceites, grasas, solventes, metales en polvo, vapores, gases explosivos, etc), debe ser retirado fuera de un radio de 20 metros.
- e) Antes, durante y después del trabajo, el Supervisor de Seguridad debe inspeccionar el área y los equipos con la finalidad de detectar toda condición sub-estándar.

Tabla 4. 10 Permiso de Trabajo en Caliente

 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.	ORDEN DE TRABAJO PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL		Código M-OT 01-PTC-DSSO
			Última actualización 25/04/2015
			Versión 1

DATOS DEL PERMISO:

Localización: _____ Equipo No: _____ Área / Sitio: _____
 Tarea: _____ Equipo a ser intervenido: _____
 Solicitante (Nombre y Empresa): _____

VALIDACIÓN

Ejecutor (Nombre y Firma): _____
 AUTORIDAD DE APROBACIÓN (Nombre y Firma): _____
 Fecha de Emisión: _____ Hora de Emisión: _____
 Fecha de Vencimiento: _____ Hora de Vencimiento: _____

Para ser llenado al concluir el trabajo
 Fecha y hora de finalización (mes/ día/ año). ___/___/___ ___ AM ___ PM
 Ejecutor (Nombre y Firma): _____
 Autoridad de Aprobación (Nombre y Firma): _____

IDENTIFICACION DE RIESGOS

<input type="checkbox"/> Uso de químicos	<input type="checkbox"/> Golpeado por / Atrapado entre	<input type="checkbox"/> Cargas Suspendidas
<input type="checkbox"/> Gases tóxicos	<input type="checkbox"/> Uso de herramientas eléctricas	<input type="checkbox"/> Esfuerzo Excesivo / Levantamiento
<input type="checkbox"/> Exposición a Radiaciones	<input type="checkbox"/> Alta Presión	<input type="checkbox"/> Descarga / Emisiones
<input type="checkbox"/> Mal tiempo	<input type="checkbox"/> Resbalón / Tropezón / Caída	<input type="checkbox"/> Hidrocarburos/Material Inflamable
<input type="checkbox"/> Explosivos	<input type="checkbox"/> Temperaturas Extremas	<input type="checkbox"/> Uso de grúas (Canasta)
<input type="checkbox"/> Trabajo en espacio confinado	<input type="checkbox"/> Potencial de derrames	<input type="checkbox"/> Espacios Confinados
<input type="checkbox"/> Trabajos en Altura	<input type="checkbox"/> Ingreso de vehículos a área clasificada	<input type="checkbox"/> Otros _____

PRECAUCIONES ESPECIALES (Marque Si para lo requerido y NO para lo no requerido.)

Si	No	Si	No
<input type="checkbox"/>	Se hizo reunión pre tarea y se revisó un ATS	<input type="checkbox"/>	El equipo se debe ventilar
<input type="checkbox"/>	Se llenó lista de chequeo de operaciones de corte y soldadura	<input type="checkbox"/>	El equipo se debe drenar y lavar
<input type="checkbox"/>	Área de soldadura (11 mts) libre de materiales inflamables.	<input type="checkbox"/>	Equipo despresurizado
<input type="checkbox"/>	Todas las paredes y espacios abiertos cubiertos	<input type="checkbox"/>	El equipo debe ser des-energizado
<input type="checkbox"/>	Deben instalarse lonas contra chispas	<input type="checkbox"/>	Equipo debe ser enfriado
<input type="checkbox"/>	Deben cubrirse fosas, zanjas y drenajes ubicados hasta 11 mts alrededor que puedan transportar chispas a otros lugares	<input type="checkbox"/>	Construcción, aislamientos y cobertizos alrededor de área de soldadura son de material no combustible
<input type="checkbox"/>	Piso combustible humedecido o cubierto.	<input type="checkbox"/>	Equipo debe ser purgado
<input type="checkbox"/>	Extintor contra incendio disponible y en buenas condiciones	<input type="checkbox"/>	Colocar línea a tierra a equipo que genera electricidad estática
<input type="checkbox"/>	Se requiere de una persona de guardia	<input type="checkbox"/>	Se requiere de arnés y línea de vida
<input type="checkbox"/>	Es necesario hacer mediciones continuas de gases	<input type="checkbox"/>	Se requiere restringir el trabajo bajo el área de trabajo
<input type="checkbox"/>	Se requiere de aislamiento eléctrico	<input type="checkbox"/>	Se debe señalizar el área con barreras
<input type="checkbox"/>	Se requiere de aislamiento mecánico	<input type="checkbox"/>	Espacio confinado

4.7.3 PERMISO DE TRABAJO EN ALTURA


Al momento de realizar algún tipo de mantenimiento en máquinas de altura considerable o alguna obra civil, etc, y que involucre un riesgo potencial a una caída de más de dos metros de altura, por consiguiente se deberá utilizar arnés de seguridad para minimizar la posibilidad de riesgo, se deberá seguir obligatoriamente los siguientes puntos:

- a) Es obligatorio tener el permiso o autorización respectiva por parte del Supervisor de Seguridad antes de iniciar cualquier trabajo en altura por medio de una Orden de Trabajo o permiso de trabajo de alto riesgo realizado, que se presenta en la Tabla 4.11.
- b) El Supervisor de Seguridad debe proveer los equipos de protección personal y verificar que por ningún motivo el personal realice el trabajo en altura sin no cuenta o utiliza correctamente el equipo mencionado.
- c) En caso de ser más de una persona, el ejecutante que figurará en el permiso será la persona de mayor cualificación.
- d) Antes, durante y después del trabajo, el Supervisor de Seguridad debe inspeccionar el área y los equipos con la finalidad de detectar toda condición sub-estándar.

4.8 REGISTRO DE ACCIDENTES

Para identificar las áreas donde concurra con más frecuencia algún tipo de accidentes y establecer el control implementando debidas acciones correctivas se llevará a cabo con un formato realizado y expuesto en la Tabla 4.12.

Tabla 4. 12 Reporte de Accidentes

 MINEROSA Minería y Rocas Ornamentales S.A.		ORDEN DE TRABAJO REPORTE DE ACCIDENTES DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL				Código	M-OT 01-RA-DSSO
						Última actualización	25/03/2015
						Versión	1
NOMBRE DEL ACCIDENTADO		REGISTRO N°	CARGO:	ESTADO CIVIL		TIPO DE PERSONAL	
						DIRECTO	CONTRATISTA
DATOS DEL SUCESO	DEPENDENCIA	LUGAR	DÍA DE LA SEMANA	HORA		FECHA	
				AM	PM	DÍA	MESES
A ACCIDENTES OCURRIDOS A LOS TRABAJADORES				A ACCIDENTE OCURRIDO A LA S PROPIEDADES			
CASI ACCIDENTE <input type="checkbox"/>		EN EL TRABAJO <input type="checkbox"/>	CON PERDIDA DE TIEMPO <input type="checkbox"/>	CASI ACCIDENTE <input type="checkbox"/>		DAÑO A LA PROPIEDAD <input type="checkbox"/>	
LESIÓN <input type="checkbox"/>		FUERA DEL TRABAJO <input type="checkbox"/>	SIN PERDIDA DE TIEMPO <input type="checkbox"/>	DERRAME Y/O FUGA <input type="checkbox"/>		INCENDIO Y/O EXPLOSIÓN <input type="checkbox"/>	
NOMBRE DEL LESIONADO O INFORMANTE DEL CASI ACCIDENTE				BIENES AFECTADOS PROPIEDAD DE: MINEROSA <input type="checkbox"/> TERCEROS <input type="checkbox"/>			
REGISTRO N°	CARGO:	EDAD:	ANTIGÜEDAD:		NOMBRE DEL EQUIPO Y/O INSTALACIÓN AFECTADA:		
EXPERIENCIA EN EL CARGO:		AÑOS	MESES	DIAS	DAÑO:		
TURNO	AM <input type="checkbox"/>	PM <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	AM <input type="checkbox"/>	PM <input type="checkbox"/>		
COSTO TOTAL DEL CASI ACCIDENTE O ACCIDENTE \$							
ESTE RECLUTRO SE LLENARÁ ÚNICAMENTE PARA ACCIDENTES QUE AFECTAN AL TRABAJADOR							
PRESENTACIONAL MEDICO (DDMM/AAAA)		DESCRIPCIÓN DE LESIÓN O PERTURBACIÓN					
HORA							
NOVEDAD		NATURALEZA DE LA LESIÓN					
REGRESO AL TRABAJO	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>					
PRIMEROS AUXILIOS	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>					
INCAPACIDAD AMBULATORIA	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>					
HOSPITALIZADO	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	PARTE DEL CUERPO AFECTADA:				
N° de días de Incapacidad							
NOMBRE DEL MEDICO:		FIRMA _____ REGISTRO C.C. _____ NÚMERO: _____					
DEBE DESCRIBIR CLARAMENTE COMO SUCEDIÓ EL INCIDENTE/A ACCIDENTE (QUÉ, CÓMO Y POR QUÉ)							
FIRMA DEL ACCIDENTADO, TESTIGO O INFORMANTE		REGISTRO O C.C. N°		Fecha de Presentación del Informe Día Mes Año			
SI HUBO TESTIGOS QUE PRESENCIARON EL INCIDENTE COLOCAR SUS DATOS EN ESTE RECLUTRO							
NOMBRE		REGISTRO		CÉDULA			

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 INTRODUCCIÓN

Los gastos de mantenimiento, realmente son esenciales para la buena marcha de una industria por estas razones en este capítulo se tiene como objetivo principal conocer cuál es el costo-beneficio de la implementación del plan de mantenimiento preventivo de la Cortadora GP-800, y referente al plan de seguridad industrial se obvió el análisis económico debido a que no se implementaran equipos de seguridad sino que se enfocara más al seguimiento de normativas expuestas en el plan.

La producción anual de la fábrica MINEROSA dedicada a elaborar diferentes productos terminados a base de piedra como materia prima, tiene como soporte para la producción basado principalmente en tres máquinas que tienen como función cortar la piedra, de estas tres se tiene que la principal máquina es la Cortadora GP-800 ya que cubre con el 50% de la producción.

5.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Se presenta en la Tabla 5.1 los costos de repuestos y materiales que se necesitaran para llevar a cabo el plan de mantenimiento en el transcurso de un año. Estos costos se los obtuvo del registro del ingeniero de mantenimiento.

El costo anual en el ámbito de repuestos se estima en un aproximado de 3506,53 USD, se realizó mediante la cooperación de los técnicos encargados de la planta ya que cuentan con una gran experiencia para saber con qué frecuencia se cambian ciertos repuestos y así obtener los que se necesitaran anualmente.

Tabla 5. 1 Costos de anual de repuestos de la Cortadora GP-800

LOCALIZACIÓN	NOMBRE	TIPO	PROVEEDOR	CANTIDAD POR AÑO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
TV	Retenedores	25*42*10	Supercaucho	4	u	5,80	23,20
P/H	Rodamientos	6206	Reelectric	4	u	76,35	305,40
	Rodamientos	3207	Reelectric	4	u	76,35	305,40
	Corona de Bronce		Maquinado	1	u	100	100,00
	Retenedores	50*32*10	Supercaucho	8	u	1,75	14,00
CB	Bandas	Pix B 82	Hugo Guerrero	32	u	9,65	308,80
	Rodamientos	3217	Reelectric	4	u	45,78	183,12
	Rodamientos	NU2217	Reelectric	4	u	45,78	183,12
MP	Rodamiento Cónico de rodillos	30212	Reelectric	12	u	33,17	398,04
CL	Empaques del pistón	R5439	Supercaucho	12	u	9,56	114,72
	Retenedores	R5439	Supercaucho	6	u	9,56	57,36
	Electroválvula	2E4P4-S921/D-E/40,	IMATIC SA	2	u	80,00	160,00
Eléctrico	Contactores Motor 7,5 HP D	40 A	Reelectric	4	u	50,00	200,00
	Juego de contactos		Reelectric	1	u	626,49	626,49
	Temporizadores		Reelectric	2	u	38,64	77,28
	Relés		Reelectric	2	u	40,00	80,00
Otros	Lubricante	BP 37-205	DILUCA	55	glon	5,92	325,60
	Grasa	30C (5/1)	DILUCA	25	lb	1,76	44,00
COSTO TOTAL ANUAL EN REPUESTOS							3506,53

A continuación se presenta los costos de mano de obra para la puesta en marcha del proyecto en la Tabla 5.2.

Tabla 5. 2 Costo de mano de obra del departamento de mantenimiento

CARGO	NOMBRES	SUELDO	VACACIONES	DECIMO TERCERO	DECIMO CUARTO	IESS	COSTO TOTAL
Jefe de Mantenimiento	Ing Byron Encalada	900,00	630,00	900,00	354,00	109,35	13996,20
Técnico Eléctrico	Sr Amable Duran	600,00	420,00	600,00	354,00	72,9	9448,80
Técnico Mecánico	Sr Carlos Jaramillo	500,00	350,00	500,00	354,00	60,75	7933,00
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA							31378,00

El costo aproximado que presenta la mano de obra anualmente para mantenimiento es de 31378,00 USD pero hay que tomar en cuenta que el jefe de producción también está a cargo del departamento de mantenimiento y los técnicos tanto eléctrico como mecánico son destinados para problemas que haya en toda la nave industrial no solamente para el mantenimiento de la Cortadora GP-800.

En la Tabla 5.3 se muestra el tiempo empleado para realizar las tareas de mantenimiento durante un año. Estos tiempos se tomaron de cada una de las actividades de mantenimiento planteadas.

Tabla 5.3 Tiempo empleado para mantenimiento de la Cortadora GP-800

ACTIVIDAD	TIEMPO [min]	FRECUENCIA	TIEMPO PARCIAL [min]
Cambio de retenedores de aceite de la caja de acoples	80	4	320
Cambio de rodamiento del tornillo sin fin	39	4	156
Cambio de corona de bronce de la caja de cambios	65	1	65
Cambio de retenedores y bocín de la caja cambios	80	4	320
Cambio de rodamiento en el eje porta disco	145	4	580
Cambio bandas de transmisión de potencia	62	4	248
Cambio de rodamiento en las ruedas del coche porta bloques	188	4	752
Limpieza o cambio de filtro	68	2	136
Revisión y reemplazo de retenedores	87	2	174
Revisión o cambio de electroválvula	80	2	160
Purgado del sistema	30	2	60
Revisión y cambio de contactores	24	2	48
Cambio de la tensión de alimentación	43	2	86
Revisión y cambio de relés termicos	21	2	42
TIEMPO TOTAL			3147

Teniendo un aproximado de 52,75 horas, el tiempo total anual dedicado a mantenimiento, las horas totales de un trabajador anualmente es de 1800 h, con estos datos se procederá a obtener un proporcional del dinero invertido de costo de mano de obra que es un inmediato de 919,55 USD que se necesitará para la implementación del plan de mantenimiento preventivo

El costo total de mantenimiento durante un año para la Cortadora GP-800 es tendrá un aproximado de 4426,08 USD.

5.3 INGRESO ANUAL

En esta sección se analizará el ingreso anual por ventas que se tiene gracias a la producción de distintos productos, según el departamento de contabilidad los ingresos en el año 2014 para cada mes son los siguientes como se muestra en la Tabla 5.4.

Tabla 5. 4 Ingresos por ventas en el año 2014

MES	VENTAS
ene-14	52.438,09
feb-14	47.514,92
mar-14	64.643,00
abr-14	54.862,88
may-14	99.403,57
jun-14	77.074,32
jul-14	55.591,84
ago-14	44.640,85
sep-14	127.946,76
oct-14	29.289,70
nov-14	34.555,68
dic-14	31.536,06
Total	719.497,67

En el año 2014 se alcanzó un valor por ventas de 719.497,67 USD, sabiendo que todo producto vendido debe pasar por el proceso de corte, para esto existen tres máquinas cortadoras y según el departamento de producción el porcentaje de productividad en el proceso de corte de cada máquina es como se muestra en la Tabla 5.5

Tabla 5. 5 Porcentaje de producción de las tres cortadoras

Máquina	Porcentaje total de producción
Cortadora GP800	50%
Cortadora T100	20%
Cortadora EP700	30%

Por consiguiente se tiene que la máquina cortadora GP-800 realiza la mitad de la producción total, sabiendo que los ingresos por ventas anuales es de 719.497,67 USD por lo tanto gracias al funcionamiento de la máquina estudiada ayuda con 359.748,84 USD siendo un aporte muy considerable.

5.4 COSTO BENEFICO

En el capítulo tres en la sección 3.3.1 se tiene los paros que han existido en la máquina Cortadora GP-800 y son 14 fallos en los dos últimos años y para su reparación se invirtió cerca de 56 horas provocando una disminución en la producción y consigo una pérdida económica. A continuación en la Tabla 5.6 se muestra el valor de cada hora de funcionamiento de la máquina cortadora.

Tabla 5. 6 Valor por hora de funcionamiento de la máquina GP-800

Máquina	Porcentaje total de producción	Valor anual en la producción. [USD]	Horas de trabajo diario	Días laborables al año	Valor por Hora [USD]
Cortadora GP800	50%	359748,84	8	240	187,37
Cortadora T100	20%	215849,30	8	240	112,42
Cortadora EP700	30%	143899,53	8	240	74,95
		719497,67			

Por lo que en las 52 horas se perdió un valor de 9743,24 USD que es superior al dinero que se pretende invertir para el plan de mantenimiento que es de 4426,08 USD debido a este análisis existe un gran beneficio implementar el plan de mantenimiento.

La relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales de un proyecto.

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad.³¹

$$B/C > 1 \rightarrow \text{el proyecto es rentable}$$

³¹ Crecernegocios. "Costo beneficio". Disponible en: <http://www.crecernegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>. [2015, 10 Febrero]

En el proyecto el beneficio será que no exista paros de la máquina cortadora GP-800 ahorrado un valor de 9743,24 USD, a continuación el análisis costo-beneficio.

$$\frac{B}{C} = \frac{9743,24}{4426,08} = 2,2$$

Se aprecia que el valor costo-beneficio es mayor que uno por lo tanto es viable la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina cortadora GP-800.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 INTRODUCCIÓN

Después de la minuciosa investigación en la empresa Minería y Rocas Ornamentales S.A, se han determinado ciertas conclusiones y recomendaciones detalladas a continuación

6.2 CONCLUSIONES

MINEROSA es una empresa establecida hace algunos años que a través de trabajo duro ha logrado alcanzar un nivel de estabilidad importante, por tal motivo el diseño del Plan de mantenimiento Preventivo tuvo la aceptación y apoyo de Gerencia y Presidencia desde un inicio, pues el cambio se espera sea beneficioso para los trabajadores y la Empresa, aportando así con la fijación de dicha estabilidad.

EL desarrollo del plan de mantenimiento preventivo y la estratégica planificación de actividades para su implementación en la nave de producción de MINEROSA ha cumplido con los objetivos del proyecto.

La aplicación del plan de mantenimiento preventivo permitirá al departamento de mantenimiento garantizar la prolongación de la vida útil y estudiar mejor el comportamiento de las máquinas, para poder diseñar planes de mantenimiento más completos, crear soluciones a problemas frecuentes y lograr mantener un stock de repuestos eficiente en especial porque muchas de las máquinas son de procedencia Italiana, lo que ha causado muchas demoras en la adquisición de los repuestos y ha producido paros prolongados de las máquinas en tiempo de producción.

La máquina cortadora GP-800 representa el 50 % en la producción de la empresa por ende la implementación del plan de mantenimiento preventivo es de mucha utilidad ya que se disminuirán los paros imprevistos en la producción, y perdidas económicas para la empresa.

La empresa realiza mantenimiento correctivo en toda la maquinaria que conforma la nave de producción, debido a esto la implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo de la maquina cortadora GP-800 muestra el ejemplo práctico para aplicar a toda la maquinaria.

La guía seguida ayuda a iniciar el desarrollo de la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, necesarios para cumplir los compromisos y objetivos propuestos en el Plan de Seguridad Integral, lo que resultará en la afirmación del prestigio de MINEROSA ante la competencia.

El análisis de trabajo seguro es una herramienta fundamental para reducir un probable accidente, identificando las condiciones inseguras obteniendo así medidas de seguridad antes de realizar algún tipo de trabajo de alto nivel de riesgo.

Los permisos de trabajo implementados tanto para trabajos en frio, caliente y altura son de mucha importancia ya que el personal debe tomar las precauciones correspondientes antes de realizar el trabajo disminuyendo así la probabilidad de que ocurra un accidente.

Se controlara los accidentes ya que gracias al registro de reporte de accidentes implementado, se puede identificar cuáles son las áreas con mayor incidencia y efectuar las acciones preventivas y correctivas correspondientes.

6.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación del presente Plan de Mantenimiento Preventivo para poder lograr una mejora continua y una buena producción debido a que se aumenta la vida útil de la maquinaria que para el presente caso está enfocado en la máquina GP-800.

Es necesario que los administrativos de la que la empresa designen una persona capacitada para llevar el seguimiento del plan de mantenimiento preventivo y establecer un stock de repuestos, para evitar paros imprevistos.

Es importante que el departamento de mantenimiento se enfoque en las máquinas que representan un alto índice de producción para la empresa y lleve a cabo las diferentes acciones preventivas ya impuestas en el plan, sin dejar a un lado la revisión de las demás máquinas que conforman la planta.

Se recomienda implementar el mantenimiento correctivo en las diferentes máquinas que conforman la planta para de que esta manera aumente la producción reduciendo en un alto porcentaje algún tipo de fallo y/o para inesperado.

Es necesario la conformación del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional, y que cumpla las funciones que se han designado con la finalidad de mantener un registro que permita identificar todas las posibles causas de riesgo.

Se recomienda efectuar cronogramas de trabajos con el área de mantenimiento, ya que parte de la Seguridad Integral va de la mano con la ejecución de un buen Plan de Mantenimiento Preventivo.

Antes de realizar algún tipo de trabajo que implique riesgos se recomienda seguir ordenadamente con los formatos realizados, empezando con el análisis

de trabajo seguro, para luego acceder al permiso de trabajo según sea el caso y finalmente ejecutar la actividad.

Si se llegase a dar un accidente es recomendable seguir con todos los puntos especificados en el formato implementado de reporte de accidentes, para profundizar la investigación e identificar la o las causas por las cuales se produjeron el accidente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguinaga, A. (2008). *"Ingeniería del Mantenimiento"*; EPN: Folleto de clases Ingeniería de mantenimiento. EPN. FIM.
2. Asfahl, R. (2006) *"Seguridad Industrial y salud"* México: Pearson Educación.
3. IESS, (2014). *"Decreto Ejecutivo 2393"*. Ecuador.
4. Jácome, L. (2008). *"Ingeniería del Mantenimiento"*; EPN: Folleto de clases Ingeniería de mantenimiento. EPN. FIM.
5. Mora, A. (2004). *"Mantenimiento, Planificación, Ejecución y Control"* España.
6. Principios de Mantenimiento USB. *"Principios de mantenimiento"*. Disponible en:
<http://principiosdemantenimientousb.wikispaces.com/01.+Caracter%C3%ADsticas+de+principios+de+mantenimiento>. [2014, 7 Octubre].
7. Rodeller, A. (1998). *"Seguridad e higiene en el trabajo"*. España: Maicombo.
8. Sánchez, F. (2006). *"Mantenimiento mecánico de máquinas"*. México: Universidad Jaume.
9. Academia. *"Oleohidráulica"*. Disponible en:
<http://www.academia.edu/8256584/Oleohidraulica>. [2014, 27 Noviembre]
10. Aiteco. *"Matriz de priorización"*. Disponible en:
<http://www.aiteco.com/matriz-de-priorizacion/>. [2014, 17 Octubre]
11. Campuscurico. *"Análisis causa raíz"*. Disponible en:
<http://campuscurico.utalca.cl/~fepinos/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20%20%28RCA%29.pdf>. [2014, 15 de Octubre].
12. Catarina. *"Administración del mantenimiento"* Disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/arias_s_II/capitulo2.pdf. [2014, 15 Octubre].
13. Crecenegocios. *"Costo beneficio"*. Disponible en:
<http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>. [2015, 10 Febrero].

14. FindThe Company. "Minería y Rocas Ornamentales S.A". Disponible en: <http://fichas.findthecompany.com.mx/l/133052369/Mineria-y-Rocas-Ornamentales-S-A-Minerosa-en-Quito> [2014, 20 Octubre]
15. Ingemecánica. "Sistemas hidráulicos de transmisión de potencia" Disponible en: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>. [2015, 12 Enero]
16. Mantenimiento petro química. "Que es RCM". Disponible en: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/rcm.html>. [2014, 9 Octubre].
17. Ministerio de salud del Ecuador. "*Diagrama causa-efecto*". Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 6 Noviembre].
18. Monografias.com. "*Sistema eléctrico*". Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-electrico/sistema-electrico.shtml>. [2015, 15 Enero].
19. Observatorio tecnológico. "*Políticas de seguridad*". Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 17 Noviembre].
20. PDCA. "*Análisis modal de fallos y efectos*". Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 11 Noviembre].
21. Profesor Molina. "*Temporizadores*". Disponible en: <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/temporizadores.htm>. [2015, 20 Enero].
22. Quality Progress. "*Que es un análisis árbol de fallo*". Disponible en: <http://asq.org/quality-progress/2002/03/problem-solving/que-es-un-analisis-arbol-de-falla.html>.
23. Renovetec. "*Indicadores de mantenimiento*". Disponible en: <http://www.mantenimiento.renovetec.com/118-indicadores-de-mantenimiento> [2014, 9 Octubre].
24. Tuveras. "*Gestión de proyectos PPM*". Disponible en: http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento_gestion.htm. [2014, 7 Octubre].

25. Universidad Anáhuac. *“Introducción a los procesos de manufactura”*.

Disponible

en:<http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. [2014, 22 Noviembre].

ANEXO 1: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA MINEROSA

ANEXO 2: LA MATRIZ DE RIESGOS EN MINEROSA

ANEXO 3: EVALUACIÓN DE RIESGOS FÍSICOS

ANEXO 4: EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS

**ANEXO 5: MAPA DE RIESGOS
MINEROSA**

ANEXO 6: ÁRBOL DE FALLOS