

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## UNIDAD DE POSTGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



### “IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO AREQUIPA SRLda.”

#### Presentado por:

El Bachiller en Ing. Mecánica CARPIO RIVERA, Marco Antonio para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias con mención en Ingeniería de Mantenimiento.

AREQUIPA – PERU

2016

## INDICE

RESÚMEN.....	1
INTRODUCCIÓN .....	5
CAPÍTULO I.....	7
RESULTADOS E IMPLEMENTACIÓN.....	7
1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS .....	7
1.1. RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA, ANÁLISIS.7	
1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y ACTIVIDAD A INVESTIGAR.....	7
1.1.2. MISIÓN DEL TALLER .....	8
1.1.3. VISIÓN DEL TALLER.....	10
1.1.4. OBJETIVOS DEL TALLER.....	12
1.1.5. ESTRATEGIA DEL TALLER.....	14
1.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TALLER .....	17
1.1.7. FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER .....	19
1.1.8. ANÁLISIS DEL AREA DE RECTIFICADO .....	21
1.1.9. FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	23
1.1.10. FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA .....	25
1.1.11. FALLAS FUNCIONALES ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN .....	30
1.1.12. CAUSAS DE FALLAS .....	33
1.1.13. EFECTO DE FALLAS.....	37
1.1.14. CONSECUENCIAS DE FALLA .....	41
1.1.15. PREDICCIÓN / PREVENCIÓN DE FALLAS .....	43
1.1.16. ACCIONES PREDETERMINADAS.....	46
1.1.17. IMPLEMENTACIÓN.....	47
2. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
2.1. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE LA ESTRATÉGIA RCM AL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNCENTRO AREQUIPA.....	50
2.1.0. GRUPO DE TRABAJO RCM.....	53
2.1.1. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL EQUIPO RCM .....	55
2.1.2. REUNIONES DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE RCM EN EL TALLER DE MAESTRANZA.....	57
2.1.3. REGISTRO DE EQUIPOS.....	58
2.1. CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS .....	62
2.2. METODOLOGÍA DE CODIFICACIÓN .....	62
2.2.1. ÁREAS DE TRABAJO.....	62
2.2.2. NOMENCLATURA DE LOS NOMBRES DE LAS MAQUINAS .....	62
2.2.3. NUMERACIÓN DE LOS EQUIPOS POR ÁREA .....	64

2.2.4.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	65
2.2.5.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE MAESTRANZA .....	73
2.2.6.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS. .	74
2.2.7.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	74
2.2.8.	CONTEXTO OPERACIONAL .....	74
2.2.9.	TAXONOMIA DEL EQUIPO.....	77
2.2.10.	IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA RCM .....	78
2.2.11.	SISTEMAS , COMPONENTES Y PARTES DE LA MÁQUINA.....	81
2.2.12.	DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DEL EQUIPO Y SUS SISTEMAS .....	84
2.2.13.	ANÁLISIS DE FALLAS TOTAL Y PARCIAL DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS.....	92
2.2.14.	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA .....	96
2.2.15.	EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLA .....	97
2.2.16.	IMPLEMENTACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	102
2.2.17.	TAREAS PROPUESTAS DE MANTENIMIENTO.....	104
2.2.18.	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	109
2.2.19.	TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	111
2.2.20.	DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	111
2.2.21.	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	112
2.2.22.	TAREAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	114
2.2.23.	DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	115
2.2.24.	HOJA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.....	117
2.2.25.	CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	120
2.2.26.	TIPO DE MANTENIMIENTO .....	120
2.2.27.	TIPO DE TAREA DE MANTENIMIENTO .....	120
2.2.28.	NÚMERO DE TAREA .....	121
2.2.29.	TIPO DE SISTEMA , COMPONENTE Y PARTE.....	121
2.2.30.	ESTRUCTURA DE LA CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO .....	121
2.2.31.	INTERVALOS INICIALES DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO .....	122
2.2.32.	RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO. ...	124
2.2.33.	CALENDARIO DE MANTENIMIENTO.....	124
	CONCLUSIONES .....	126
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	130
	ANEXOS.....	132
	Anexo Nro. 1.....	133
	PROYECTO DE TESIS.....	133
3.	PLANTEAMIENTO TEORICO .....	134
3.1.	PROBLEMA .....	134
3.1.1.	ENUNCIADO .....	134



3.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	134
3.3.	CAMPO, ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	135
3.4.	TIPO DE PROBLEMA. ....	135
3.5.	VARIABLES .....	135
3.5.1.	ANÁLISIS DE VARIABLES .....	135
3.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE .....	135
3.5.3.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	135
3.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	135
3.7.	INTERROGANTE BÁSICA.....	138
3.8.	INTERROGANTES ESPECÍFICAS .....	138
3.9.	JUSTIFICACIÓN .....	139
3.10.	OBJETIVOS .....	139
3.10.1.	OBJETIVO GENERAL.....	139
3.10.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	139
3.11.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	140
3.12.	ESTADO DEL ARTE.....	140
3.12.1.	OBJETIVO DEL ESTADO DEL ARTE .....	140
3.13.	BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS .....	140
3.14.	BASE FILOSÓFICA .....	140
3.15.	BASE LEGAL .....	141
3.16.	MARCO CONCEPTUAL .....	141
3.16.1.	CONCEPTUALIZACIÓN ELEMENTAL .....	141
3.16.2.	EL MANTENIMIENTO.....	141
3.17.	EL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) .....	144
3.17.1.	DEFINICIÓN .....	144
3.18.	EVOLUCIÓN DEL RCM .....	144
3.19.	LAS SIETE PREGUNTAS BÁSICAS DEL RCM .....	148
3.20.	METODOLOGÍA LÓGICA DEL RCM.....	149
3.21.	FASES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL RCM.....	150
3.22.	BENEFICIOS AL APLICAR RCM .....	151
3.23.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	153
3.24.	TAXONOMÍA DE LOS EQUIPOS.....	159
3.25.	LA TEORÍA DE FALLAS EN MANTENIMIENTO .....	161
3.25.1.	FUNCIONES .....	161
3.26.	ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO .....	161
3.27.	CONTEXTO OPERACIONAL .....	164
3.28.	TIPOS DE FUNCIONES.....	164
3.29.	FALLAS FUNCIONALES .....	168
3.29.1.	CONCEPTO DE FALLA .....	168

3.29.2.	CONCEPTO DE FALLA FUNCIONAL.....	169
3.29.3.	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS.....	170
3.29.4.	CATEGORÍAS DE MODOS DE FALLA.....	171
3.29.5.	DETALLES DE LOS MODOS DE FALLA.....	173
3.29.6.	EFECTOS DE FALLA.....	174
3.29.7.	FUENTES DE INFORMACIÓN DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS.....	175
3.29.8.	CONSECUENCIAS DE FALLA.....	176
3.29.9.	FALLAS OCULTAS Y EVIDENTES.....	178
3.29.10.	FUNCIONES OCULTAS Y EVIDENTES.....	178
3.29.11.	CONSECUENCIAS PARA LA SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	178
3.30.	CONSECUENCIAS OPERACIONALES.....	179
3.31.	CONSECUENCIAS NO OPERACIONALES.....	180
3.32.	PREVENCIÓN DE FALLAS OCULTAS.....	181
3.33.	TAREAS PROACTIVAS.....	182
3.34.	ACCIONES “A FALTA DE”.....	183
3.35.	SELECCIÓN DE TAREAS DE RCM.....	183
	EDAD Y DETERIORO.....	184
3.36.	FALLAS RELACIONADAS CON LA EDAD.....	186
3.37.	LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	188
3.38.	INDICADORES DE EFECTIVIDAD.....	189
3.39.	DEFINICION DE RECTIFICADO.....	192
3.40.	DEFINICION DE LA MAQUINA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	192
3.41.	OPRERACION DE RECTIFICADORA.....	192
3.42.	TEORÍA DE PROCESOS.....	193
3.43.	TEORÍA DE LA CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	197
	Figura Nro. 1: CUADRO DE LA IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y LA ACTIVIDAD A INVESTIGAR.....	7
	Figura Nro. 2: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - MISIÓN DEL TALLER.....	9
	Figura Nro. 3: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA MISIÓN DEL TALLER.....	9
	Figura Nro. 4: CUADRO DE LA VISIÓN DEL TALLER.....	10
	Figura Nro. 5: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - VISIÓN DEL TALLER.....	11
	Figura Nro. 6: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA VISIÓN DEL TALLER.....	12
	Figura Nro. 7: CUADRO DE LOS OBJETIVOS DEL TALLER.....	12
	Figura Nro. 8: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - OBJETIVOS TALLER.....	13
	Figura Nro. 9: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LOS OBJETIVOS DEL TALLER.....	14

Figura Nro. 10: CUADRO DE LA ESTRATEGIA DEL TALLER.....	15
Figura Nro. 11: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - ESTRATEGIA DEL TALLER.....	16
Figura Nro. 12: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA ESTRATEGIA DEL TALLER..	16
Figura Nro. 13: CUADRO DE LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER.....	17
Figura Nro. 14: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - ORGANIZACIÓN DEL TALLER.....	18
Figura Nro. 15: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER.	19
Figura Nro. 16: CUADRO DE LAS FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER.....	20
Figura Nro. 17: CUADRO DE PREGUNTAS PROPUESTAS PARA LAS FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER.....	20
Figura Nro. 18: CUADRO DEL ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO.....	21
Figura Nro. 19: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS A LAS PREGUNTAS - ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO.....	22
Figura Nro. 20: CUADRO DE PREGUNTAS PROPUESTAS PARA EL ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO..	23
Figura Nro. 21: CUADRO DE FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	24
Figura Nro. 22: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS A LAS PREGUNTAS –FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	25
Figura Nro. 23: CUADRO DE LAS FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	26
Figura Nro. 24: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS– FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	30
Figura Nro. 25: CUADRO DE LAS FALLAS FUNCIONALES, ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN.....	31
Figura Nro. 26: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS –ANÁLISIS DE FALLAS FUNCIONALES, ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN.....	33
Figura Nro. 27: CUADRO DE CAUSAS DE FALLA.....	34
Figura Nro. 28: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS –CAUSAS DE FALLAS.....	36
Figura Nro. 29: CUADRO DE EFECTOS DE FALLAS.....	37
Figura Nro. 30: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- EFECTOS DE FALLAS.....	39
Figura Nro. 31: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE FALLA.....	40
Figura Nro. 32: CUADRO DE CONSECUENCIAS DE FALLAS.....	41
Figura Nro. 33: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- CONSECUENCIAS DE FALLA.....	42
Figura Nro. 34: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LAS CONSECUENCIA DE FALLAS.	42
Figura Nro. 35: CUADRO DE PREDICCIÓN /PREVENCIÓN DE FALLAS.....	43



Figura Nro. 36: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- PREVENCIÓN/PREDICCIÓN DE FALLA.....	44
Figura Nro. 37: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DE FALLAS.....	45
Figura Nro. 38: CUADRO DE ACCIONES PREDETERMINADAS.....	46
Figura Nro. 39: CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LAS ACCIONES PREDETERMINADAS.....	47
Figura Nro. 40: CUADRO DE IMPLEMENTACIÓN.....	48
Figura Nro. 41: DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- IMPLEMENTACIÓN.....	49
Figura Nro. 42: DIAGRAMA DE APLICACIÓN DEL RCM.....	51
Figura Nro. 43: ESQUEMA DEL EQUIPO DE TRABAJO RCM.....	53
Figura Nro. 44: CUADRO DE INTEGRANTES DEL EQUIPO RCM .....	54
Figura Nro. 45: DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL EQUIPO RCM .....	55
Figura Nro. 46: DIAGRAMA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL EQUIPO RCM .....	56
Figura Nro. 47: CUADRO DE REUNIONES DEL EQUIPO RCM .....	58
Figura Nro. 48: CUADRO DE RELACION DE EQUIPOS.....	59
Figura Nro. 49: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL TALLER DE MAESTRANZA.....	61
Figura Nro. 50: CODIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DEL TALLER .....	62
Figura Nro. 51: CODIFICACIÓN NOMBRES DE LOS EQUIPOS .....	63
Figura Nro. 52: CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE MAESTRANZA.....	64
Figura Nro. 53: ALCANCE DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL EQUIPO.....	65
Figura Nro. 54: PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	66
Figura Nro. 55: FACTORES PONDERADOS PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LOS EQUIPOS.....	67
Figura Nro. 56: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE CRITICIDADES .....	68
Figura Nro. 57: ECUACIÓN DE CRITICIDAD.....	70
Figura Nro. 58: MATRIZ DE CRITICIDAD .....	70
Figura Nro. 59: INTERPRETACIÓN DE LOS SISTEMAS EN LA MATRIZ DE CRITICIDAD .....	71
Figura Nro. 60: MATRIZ DE CRITICIDAD .....	71
Figura Nro. 61: MATRIZ DE FACTORES DE PONDERACIÓN.....	72
Figura Nro. 62: ECUACIÓN DE CRITICIDAD POR LA METODOLOGÍA DE FACTORES DE PONDERACIÓN ...	73
Figura Nro. 63: MATRIZ DE CRITICIDAD POR FACTORES DE PONDERACIÓN.....	73
Figura Nro. 64: CUADRO DE FACTORES DEL CONTEXTO OPERACIONAL .....	75
Figura Nro. 65: CUADRO DEL CONTEXTO OPERACIONAL POR FACTORES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	76
Figura Nro. 66: PIRÁMIDE JERÁRQUICA DE TAXONOMÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM EN LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	78

Figura Nro. 67: HOJA DE INFORMACIÓN RCM.....	78
Figura Nro. 68: HOJA DE DECISIÓN .....	80
Figura Nro. 69: NIVEL DE ANÁLISIS DE LA MÁQUINA .....	82
Figura Nro. 70: CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	82
Figura Nro. 71: CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	83
Figura Nro. 72: CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	83
Figura Nro. 73: CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	84
Figura Nro. 74: CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	84
Figura Nro. 75: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN .....	85
Figura Nro. 76: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN .....	86
Figura Nro. 77: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN .....	87
Figura Nro. 78: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN .....	88
Figura Nro. 79: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN .....	89
Figura Nro. 80: DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN .....	90
Figura Nro. 81: SISTEMAS Y COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	91
Figura Nro. 82: CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS ....	92
Figura Nro. 83: CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	93
Figura Nro. 84: CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	94
Figura Nro. 85: CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	96
Figura Nro. 86: PROCESO DE APLICACIÓN DEL RCM Y DETECCIÓN DE LOS MODOS Y EFECTOS DE FALLA .....	97
Figura Nro. 87: DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE RCM.....	97
Figura Nro. 88: HOJA DE DECISIÓN RCM.....	98
Figura Nro. 89: MAPA DE SEGUIMIENTO DEL REGISTRO DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLAS .....	99
Figura Nro. 90: CONSECUENCIAS DE FALLA.....	100
Figura Nro. 91: CRITERIOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	101
Figura Nro. 92: CUADRO DE PREGUNTAS A “FALTA DE” .....	102
Figura Nro. 93: DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM.....	103
Figura Nro. 94: TIPOS DE TAREAS DE MANTENIMIENTO APLICADAS A LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	104
Figura Nro. 95: MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS .....	105
Figura Nro. 96: DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS .....	106
Figura Nro. 97: MATRIZ DE NIVEL DE PRIORIDAD .....	106
Figura Nro. 98: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE MANTENIMIENTO .....	107



Figura Nro. 99: CUADRO DE RESÚMEN DE HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO APLICADOS A LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	108
Figura Nro. 100: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR TAREAS DE INSPECCIÓN PREVENTIVA-ANUAL POR SISTEMAS .....	109
Figura Nro. 101: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR TAREAS DE LUBRICACIÓN PREVENTIVA –ANUAL POR SISTEMAS.....	110
Figura Nro. 102: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL POR SISTEMAS .....	110
Figura Nro. 103: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR ANÁLISIS VIBRACIONAL –ANUAL POR SISTEMAS .....	112
Figura Nro. 104: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR ANÁLISIS DE TEMPERATURA –ANUAL POR SISTEMAS .....	113
Figura Nro. 105: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR MANTENIMIENTO PREDICTIVO ANUAL POR SISTEMAS .....	114
Figura Nro. 106: PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR MANTENIMIENTO (PM+PDM) A LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	115
Figura Nro. 107: PORCENTAJE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EMPLEADOS A LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	116
Figura Nro. 108: CUADRO DE DOCUMENTOS PROPUESTOS PARA LA REALIZACION DEL MANTENIMIENTO –RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	117
Figura Nro. 109: HOJA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO .....	118
Figura Nro. 110: HOJA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (CONTINUACIÓN) .....	119
Figura Nro. 111: CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN AL TIPO DE MANTENIMIENTO .....	120
Figura Nro. 112: CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN AL TIPO DE TAREA DE MANTENIMIENTO .....	120
Figura Nro. 113: CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DE LOS SISTEMAS, COMPONENTES Y PARTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	121
Figura Nro. 114: ESTRUCTURA DE CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO .....	122
Figura Nro. 115: INTERVALOS DE INICIALES DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO APLICADOS A LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	123
Figura Nro. 116: PERSONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DESTINADO AL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS .....	124
Figura Nro. 117: HOJA DEL CALENDARIO DE MANTENIMIENTO DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.....	125
Figura Nro. 118: CUADRO DE CAMPO, ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	135
Figura Nro. 119: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE .....	136
Figura Nro. 120: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE .....	137
Figura Nro. 121: CUADRO DE LA EVOLUCIÓN DEL RCM .....	145
Figura Nro. 122: GRÁFICA DE CAMBIOS EN LOS PUNTOS DE VISTA SOBRE FALLA DE EQUIPOS .....	146

Figura Nro. 123: MODOS DE FALLA .....	146
Figura Nro. 124: CUADRO DESCRIPTIVO DE LOS MODOS DE FALLA .....	147
Figura Nro. 125: CUADRO DE LAS SIETE PREGUNTAS BÁSICAS DEL RCM.....	148
Figura Nro. 126: CUADRO DE LA METODOLOGÍA LÓGICA DEL RCM .....	149
Figura Nro. 127: FASES DE IMPLANTACIÓN DEL RCM.....	150
Figura Nro. 128: FASES DE IMPLANTACIÓN DEL RCM SEGÚN LA METODOLOGÍA A DESARROLLAR ..	151
Figura Nro. 129: CUADRO DE BENEFICIOS AL APLICAR RCM .....	152
Figura Nro. 130: MODELO BÁSICO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....	154
Figura Nro. 131: CUADRO DE LOS PASOS A SEGUIR EN EL PROCESO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	154
Figura Nro. 132: ECUACIÓN DE CRITICIDAD .....	155
Figura Nro. 133: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS CRITICIDADES .....	156
Figura Nro. 134: CUADRO DE CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE ENCUESTAS, TABLAS DE PONDERACIÓN Y CÁLCULO DE VALORES DE CRITICIDAD.....	157
Figura Nro. 135: MATRIZ DE CRITICIDAD .....	158
Figura Nro. 136: SIMBOLOGÍA DE COLORES UTILIZADA EN LA MATRIZ DE CRITICIDAD .....	159
Figura Nro. 137: PIRÁMIDE DE TAXONOMÍA .....	160
Figura Nro. 138: RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD INICIAL Y EL FUNCIONAMIENTO DESEADO .....	162
Figura Nro. 139: ACTIVO FÍSICO MANTENIBLE .....	162
Figura Nro. 140: ACTIVO FÍSICO NO MANTENIBLE.....	163
Figura Nro. 141: TIPOS DE ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO.....	163
Figura Nro. 142: TIPOS DE FUNCIONES DE UN EQUIPO .....	164
Figura Nro. 143: FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS .....	165
Figura Nro. 144: ESTADO GENERAL DE FALLA .....	169
Figura Nro. 145: FALLA FUNCIONAL .....	170
Figura Nro. 146: CLASIFICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLA .....	171
Figura Nro. 147: CATEGORÍA DE LOS MODOS DE FALLA .....	172
Figura Nro. 148: DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LOS MODOS DE FALLA.....	172
Figura Nro. 149: CUADRO DESCRIPTIVO DE LOS EFECTOS DE FALLA .....	175
Figura Nro. 150: CUADRO DE CLASIFICACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLA.....	176
Figura Nro. 151: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	179
Figura Nro. 152: CONSECUENCIAS OPERACIONALES.....	180
Figura Nro. 153: DIAGRAMA DE EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLA .....	181
Figura Nro. 154: DIVISIÓN DE LAS TAREAS PROACTIVAS .....	182
Figura Nro. 155: CARACTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES “A FALTA DE” .....	183

Figura Nro. 156: CUADRO DE SELECCIÓN DE TAREAS DE RCM .....	184
Figura Nro. 157: ESQUEMA DE DETERIORO HASTA LA FALLA .....	185
Figura Nro. 158: DIAGRAMA DE OCURRENCIA DE FALLA PREDECIBLE .....	186
Figura Nro. 159: FRECUENCIA DE FALLA Y VIDA PROMEDIO.....	187
Figura Nro. 160: PROBABILIDAD CONDICIONAL DE FALLA Y VIDA ÚTIL .....	187
Figura Nro. 161: EFECTOS DE FALLAS PREMATURAS .....	188
Figura Nro. 162: CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO .....	189
Figura Nro. 163: INDICADORES DE EFECTIVIDAD DE MANTENIMIENTO .....	190
Figura Nro. 164: SIMBOLOGÍA DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS.....	194
Figura Nro. 165: DESCRIPCIÓN DE LA SIMBOLOGÍA ASME .....	194
Figura Nro. 166: CUADRO DE LA SIMBOLOGÍA DETALLADA SEGÚN ASME.....	195
Figura Nro. 167: METODOLOGÍAS DE CODIFICACIÓN .....	197
Figura Nro. 168: INFORMACIÓN DEL CÓDIGO DE UN EQUIPO.....	198
Tabla I: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA MISIÓN DEL TALLER.....	8
Tabla II: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA VISIÓN DEL TALLER.....	11
Tabla III: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LOS OBJETIVOS DEL TALLER.....	13
Tabla IV: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA ESTRATEGIA DEL TALLER...	15
Tabla V: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ORGANIZACIÓN DEL TALLER .....	18
Tabla VI: CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO.....	22
Tabla VII: CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	24
Tabla VIII: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA.....	28
Tabla IX: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS FALLAS FUNCIONALES, ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN.....	32
Tabla X: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE FALLA.....	35
Tabla XI: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE FALLA.....	39
Tabla XII: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE FALLA.....	41
Tabla XIII: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PREVENCIÓN/ PREDICCIÓN DE FALLA.....	44
Tabla XIV: TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	48
Tabla XV: GENERACIONES DEL MANTENIMIENTO.....	142



## RESÚMEN

El trabajo de Investigación tuvo la finalidad realizar el Estudio del Área de Rectificado del Taller de Maestranza Tornocentro, específicamente de la Rectificadora de Cilindros, para la implementación de la Estrategia de Mantenimiento denominada RCM siglas en inglés del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

Para este proceso de investigación se consideró tres etapas en las cuales se analizó, primero el trabajo que realiza la maquina la que involucra el contexto operacional de la Rectificadora de Cilindros, segundo se ha realizado una etapa de investigación y trabajo de campo con los especialistas y personal encargado del área de rectificado y tercero se ha planeado la propuesta de la implementación de la Estrategia RCM.

La Metodología que se aplicó se basa en realizar un estudio de campo, primero se diseñó y luego se aplicó un cuestionario al personal de la empresa para verificar la viabilidad de la aplicación de la estrategia RCM. Seguidamente se realizó el estudio y análisis de la maquina tanto en movimiento como en parada, lo cual nos conllevó a formular el Contexto Operacional de la Máquina, la Clasificación de los Sistemas, Componentes y Partes de dicha máquina, debido a la Jerarquización del Equipo es decir la Taxonomía en función del Contexto Operacional, también se pudo analizar las funciones Primarias y Secundarias a Nivel de Máquina y a Nivel de los Sistemas que la componen, a su vez se analizaron los procesos que son realizados por la Máquina y los tiempos en realizar las tareas de mantenimiento.

Una vez definido el Contexto Operacional, se implementa la estrategia del RCM, para ello se da uso del Análisis de Criticidad, la cual es una metodología basada en la norma Norzok Z008 que indica la selección y prioridad de análisis a los equipos más críticos de tal forma que se les sea aplicado la estrategia RCM.

Para la aplicación del Análisis de Criticidad en el presente trabajo de investigación primeramente se ha realizado el análisis de criticidad al Taller en general, de tal forma que se identificó cuál era el equipo más crítico y a qué área pertenecía. De la aplicación del Análisis de Criticidad a los Equipos del Taller, se seleccionó a la Rectificadora de Cilindros, como el equipo más crítico, según los parámetros contemplados en el análisis de criticidad y se le aplicó los procedimientos para la implementación del RCM estipulados en las Normas JA-1011, JA 10-12 y la ISO 14224.

Seguidamente en la aplicación del Desarrollo de la estrategia RCM se realizó el Análisis de Fallas a cada uno de los Sistemas que componen la máquina rectificadora; fueron consideradas para el Análisis, aquellas fallas que tengan mayor probabilidad de producirse y aquellas que han venido ocurriendo con anterioridad, todo esto a nivel de Partes, Componentes y Sistemas.

Después de determinar las fallas se analizaron los efectos que producen cada modo de falla y su ocurrencia en las funciones Primarias y Secundarias de los Sistemas y del Equipo. Finalmente se aplicó el Diagrama de Decisión del RCM para determinar la mejor Propuesta de Tarea de Mantenimiento a desarrollar, además de ello se ha elaborado documentos de Mantenimiento para ser aplicados a la Rectificadora en los cuales se han desarrollado los Procedimientos a seguir para cada una de las Tareas propuestas de Mantenimiento.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la presente investigación se divide de la siguiente manera:

**CAPÍTULO I: RESULTADOS E IMPLEMENTACIÓN.** El Capítulo contiene los resultados obtenidos de la investigación, este se divide en dos partes, la primera se basa en los resultados de la aplicación del Cuestionario RCM, el cual ha sido muy útil para verificar el estado actual del Área de Rectificado, el estado de la aplicación del Mantenimiento y Organización.

La Metodología que ha sido empleada se basó en realizar un estudio de campo, en primer lugar se aplicó un Cuestionario al personal de la empresa, para verificar la viabilidad de la aplicación de la estrategia RCM. Como segunda fase se realizó el estudio y análisis de la máquina tanto en movimiento como en parada, lo cual nos conllevó a formular el Contexto Operacional de la Máquina, la Clasificación de los Sistemas, Componentes y Partes de dicha máquina, debido a la Jerarquización del Equipo es decir la Taxonomía en función del Contexto Operacional, también se pudo analizar las funciones Primarias y Secundarias a Nivel de Máquina y a Nivel de los Sistemas que la componen, a su vez se analizaron los procesos que son realizados por la Máquina y los tiempos en realizar las tareas de mantenimiento.

La aplicación del cuestionario RCM y su análisis nos llevó a la elaboración de la Hoja de Decisión RCM, para la selección de tareas, los Procedimientos de las Tareas de Mantenimiento a implementar en cada uno de los Sistemas que conforman la Rectificadora, el calendario de Mantenimiento Propuesto y el Lineamiento Estratégico para el Área de Rectificado.





## SUMMARY

The research was intended to perform the Study Area Grinding Workshop Tornocentro Maestranza, specifically the roll grinder for the implementation of the maintenance strategy called the RCM stands for Reliability Centered Maintenance.

For this research process three stages in which it was analyzed was considered first the work of the machine which involves the operational context of the roll grinder, second there has been a stage of research and field work with specialists and personnel grinding area and the third is planned proposal for the implementation of the Strategy RCM.

The methodology applied is based on a study of field, he was designed first and then a questionnaire to the company staff was used to verify the feasibility of implementing the RCM strategy. Following the study and analysis of the machine in both moving and stop we were made, which ultimately led us to formulate the Operational Context Machine, Classification Systems, Components and Parts of the machine, because the equipment is nesting say Taxonomy depending on the context operational, it could also analyze the primary and secondary functions at the machine level and system level that compose it, in turn processes are performed by the machine and the time to perform is analyzed maintenance.

Having defined the Context Operational, the strategy of RCM is implemented, for it is given using the criticality analysis, which is based on Norzok Z008 standard methodology indicating selection and scan priority to the most critical equipment such so that they be applied RCM strategy.

For the application of Criticality Analysis in this research work has been carried out first criticality analysis Workshop in general, so that what was identified as the most critical area which belonged equipment. Application of Criticality Analysis to the workshop teams, was selected roll grinder, as the most critical equipment, according to the parameters specified in criticality analysis and was applied procedures for implementing the RCM set out in the Standards JA-1011 JA 10-12 and ISO 14224.

Next, the application of RCM Development strategy Fault Analysis was performed at each of the systems that make up the grinding machine; were considered for the analysis,

those failures that are most likely to occur and those that have occurred previously, this level of parts, components and systems.

After determining the effects failures occur each failure mode and its occurrence in the primary and secondary functions of the systems and equipment are analyzed. Finally Decision Diagram RCM was applied to determine the best maintenance task Proposal to develop, besides it was drawn maintenance documents to be applied to the grinding in which developed the procedures to follow for each of Maintenance Tasks proposals.

Given these considerations, this research is divided as follows:

CHAPTER I: RESULTS AND IMPLEMENTATION. The chapter contains the results of research, this is divided into two parts, the first is based on the results of the application of RCM Questionnaire, which has been very useful to check the current status of the grinding area, the state of Maintenance and implementing the Organization.

The methodology used was based on a study of field, first a questionnaire to the company personnel was applied to verify the feasibility of implementing the RCM strategy. As a second phase the study and analysis of the machine both moving and stop was made, which ultimately led us to formulate the Context Operational Machine, Classification Systems, Components and Parts of the machine, due to nesting Equipment is Taxonomy depending on the context operational, could also analyze the primary and secondary functions at the machine level and system level that compose it, in turn processes are performed by the machine were analyzed and times perform maintenance tasks.

The application of RCM questionnaire and analysis led us to the development of the Road RCM decision for the selection of tasks, procedures Maintenance Tasks to be implemented in each of the systems that make the grinding, the maintenance schedule and the strategic guidelines proposed for the grinding area.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad en un mundo globalizado y competitivo, la operatividad de los equipos y maquinas es muy importante para competir y permanecer en el rubro, por eso es necesario estar acorde con la nueva tecnología respecto al mantenimiento, la cual ayudara a capacitar al personal de mantenimiento y por ende mantener los equipos siempre disponibles para la producción que se le requiera.

Las instalaciones del Taller de Maestranza cuenta con tres áreas de trabajo: Área Rectificado, Área de Maquinado y Área de Soldadura.

El Taller de Maestranza fue creado el 16 de diciembre de 1990, la cual con el pasar de los años se acentuó en la parte de reparación y rectificado de piezas o componentes móviles como rectificado de cilindros, rectificado de culatas, ejes cigüeñales, ejes de levas bielas y todo componente o parte de máquinas por lo general, es por esto que se da énfasis en que esta área requiera especial interés en su organización y estrategias de mantenimiento para cumplir con sus clientes a tiempo.

Para el cumplimiento de dicho fin es necesario la implementación de la estrategia y política de mantenimiento basado en la confiabilidad RCM, para de esta manera estar acorde con las exigencias del mercado manufacturero.

La presente investigación busca mediante la aplicación y/o implementación de la estrategia RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad) para el área de rectificado, lograr evitar los riesgos y fallas en el servicio que brinda dicha área y mantener siempre en disponibilidad la máquina de rectificado. De esta manera se lograra una adecuada planificación estratégica de la programación de las actividades tanto de mantenimiento como de servicio de rectificado.



## CAPÍTULO I

### RESULTADOS E IMPLEMENTACIÓN

#### 1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

##### 1.1. RESULTADOS DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA, ANÁLISIS.

A continuación presentamos el análisis de la información primaria en base a los resultados estadísticos obtenidos mediante el cuestionario formulado.

##### 1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y ACTIVIDAD A INVESTIGAR

El siguiente cuadro muestra la identificación del establecimiento y las actividades que serán investigadas para el estudio del Área de Rectificado y la implementación de la estrategia RCM:

**Figura Nro. 1**

**CUADRO DE LA IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO Y LA ACTIVIDAD A INVESTIGAR**

IDENTIFICACION DEL ESTABLECIMIENTO Y ACTIVIDAD A INVESTIGAR				
<b>TALLER</b>	Taller de Maestranza Comercial Tornocentro SRLda.		<b>Área:</b>	Rectificado
			<b>Función:</b>	Mantenimiento
<b>PERSONAL</b>	Responsable del Taller	Fredy Herrera	Especialidad.....	
	Responsable de los Procesos	Jhonathan Arias	Especialidad.....	
	Responsable del área	José Chilca	Especialidad.....	
	Mantenedor	José Chumpitaz	Especialidad.....	
	Operador	William Coronel	Especialidad.....	
<b>ACTIVIDAD</b>	Rectificado de Cilindros		Nº Rectificadoras	
<b>USUARIOS</b>	La comunidad industrial en General			

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

En la Figura N°1 se aprecia la identificación del establecimiento, donde se muestra el personal responsable del área de investigación.

### 1.1.2. MISIÓN DEL TALLER

La investigación contempla el análisis de los lineamientos estratégicos, el mismo que servirá de soporte para la implementación de la Estrategia de mantenimiento RCM. A continuación se hace el análisis de los componentes de los lineamientos estratégicos:

**Tabla I**  
**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA MISIÓN DEL TALLER**

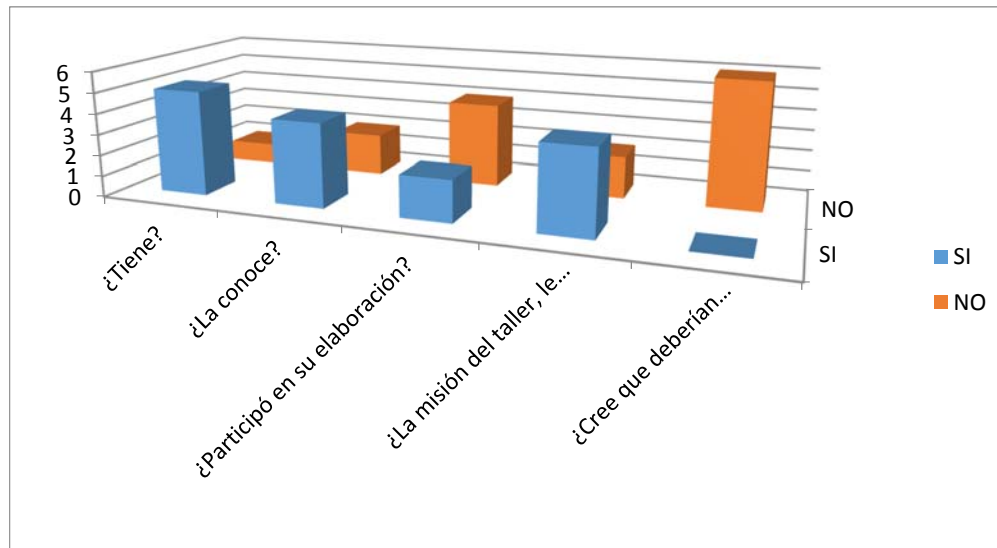
Item según cuestionario	Misión	Si	No
1	¿Tiene?	5	1
2	¿La conoce?	4	2
4	¿Participó en su elaboración?	2	4
5	¿La misión del taller, le parece apropiada?	4	2
7	¿Cree que deberían adicionarse algunos otros conceptos?	0	6

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 2**

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - MISIÓN DEL TALLER**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Según los encuestados, cinco de ellos menciona que existe una misión, de los cuales solo cuatro la conocen, dos de ellos participaron en la implementación de la misión; a dos de los encuestados les parece que la misión no es apropiada, pero los seis mencionan que no agregarían otro concepto a la misión.

**Figura Nro. 3**

**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA MISIÓN DEL TALLER**

Item según cuestionario	Misión
3	¿Cómo la difunden?
6	Señale: ¿Qué elementos considera la misión?
8	Deberían adicionarse conceptos. Como:

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



Según las preguntas abiertas propuestas, los seis encuestados afirman que la difusión de la misión del taller es por cartel en la pared, al mismo tiempo no adicionarían ningún concepto nuevo a la misión.

### 1.1.3. VISIÓN DEL TALLER

Siguiendo con nuestra implementación, ahora se analizara el cuadro de preguntas de la Visión del Taller ya que esta debe de estar orientada en el futuro.

**Figura Nro. 4**  
**CUADRO DE LA VISIÓN DEL TALLER**

VISION DEL TALLER									
9. ¿Tiene?		10. ¿La conoce?			11. ¿Cómo la difunden?			12. ¿Participó en su elaboración?	
Si	No*	Si	No	Manual	Otros..... ...	Si	No		
13. ¿La Visión del taller, le parece apropiada?							Si	No	
14. Señale ¿Qué elementos se considera en su formulación? .....									
15. ¿Cree que los objetivos propuestos se cumplen?.							Si **	No	
**16. Describa un alcance del objetivo más importante .....									

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

Analizando la Tabla II y la Figura Nro. 5 que muestran los resultados finales de las Preguntas pertenecientes a la Visión del taller, podemos decir que como el personal que conoce la Misión también conoce la Visión, por ende los resultados son iguales a los de la Misión, la cual es debido a la difusión.

**Tabla II**

**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA  
VISIÓN DEL TALLER**

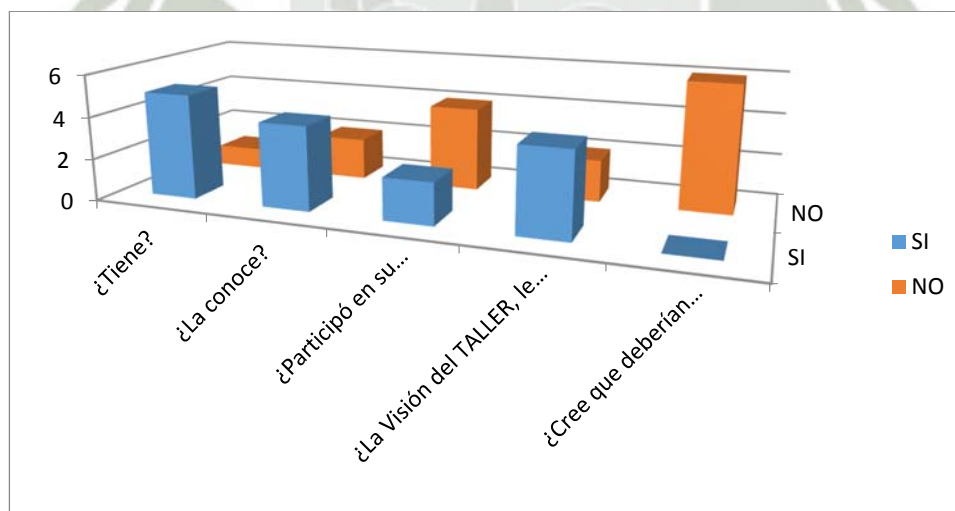
Item según cuestionario	Visión	Si	No
9	¿Tiene?	5	1
10	¿La conoce?	4	2
12	¿Participó en su elaboración?	2	4
13	¿La Visión del taller, le parece apropiada?	4	2
15	¿Cree que deberían adicionarse algunos otros conceptos?	0	6

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 5**

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE  
LAS PREGUNTAS - VISIÓN DEL TALLER**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 6**

**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA  
VISIÓN DEL TALLER**

Item según cuestionario	Visión
11	¿Cómo la difunden?
14	Señale: ¿Qué elementos considera la Visión?
16	¿Deberían adicionarse conceptos?. Cómo:

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

Los resultados obtenidos en la Figura Nro. 6, están referidas a la Visión del taller de la cual también podemos decir que su difusión es y se hace de la misma manera que la Misión.

**1.1.4. OBJETIVOS DEL TALLER**

El propósito de los objetivos del taller es lograr las metas a Corto, Mediano y largo Plazo.

**Figura Nro. 7**

**CUADRO DE LOS OBJETIVOS DEL TALLER**

OBJETIVOS DEL TALLER									
17. ¿Tiene?		18. ¿La conoce?		19. ¿Cómo la difunden?		20. ¿Participó en su elaboración?			
Si	No*	Si	No	Manual	Otros.....	Si	No		
21. ¿Los Objetivos del taller, le parecen apropiados?						Si	No		
22. Señale ¿Qué elementos se considera en su formulación? .....									
23. ¿Cree que los objetivos propuestos se cumplen?						Si **	No		
**24. Describa un alcance del objetivo más importante .....									

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*



El siguiente cuadro nos muestra los resultados de las Preguntas referentes a los Objetivos del taller.

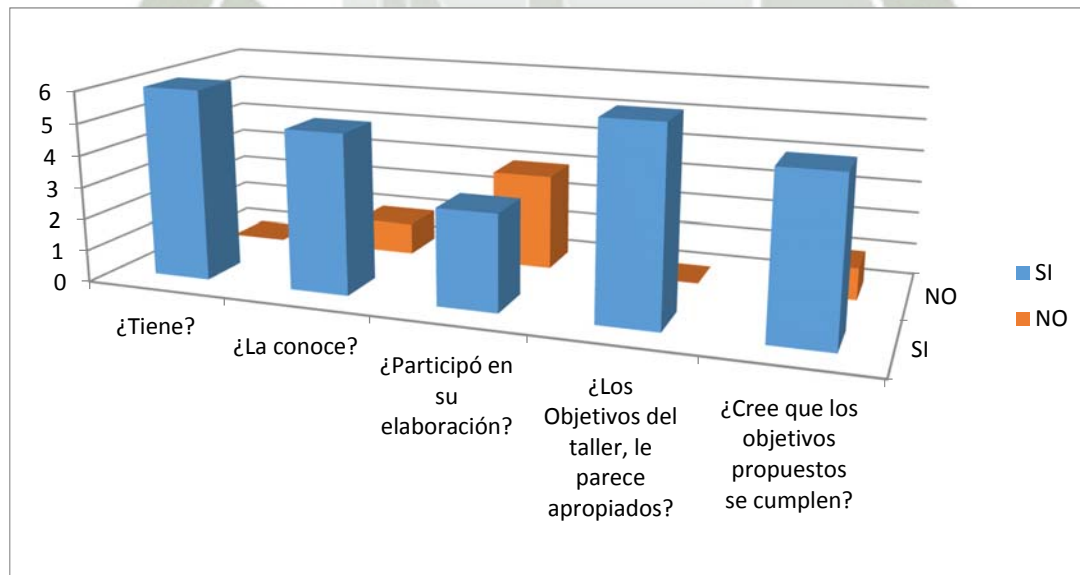
**Tabla III**  
**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LOS OBJETIVOS DEL TALLER**

Item según cuestionario	Objetivos	Si	No
17	¿Tiene?	6	0
18	¿La conoce?	5	1
20	¿Participó en su elaboración?	3	3
21	¿Los Objetivos del taller, le parece apropiados?	6	0
23	¿Cree que los objetivos propuestos se cumplen?	5	1

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 8**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - OBJETIVOS TALLER**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

En la Tabla III y en la figura Nro. 8, podemos apreciar que los seis encuestados afirman que el taller cuenta con objetivos, de los cuales cinco conocen los objetivos del taller, tan solo tres de ellos participaron en la elaboración de estos, pero todos ellos están de acuerdo con los objetivos. De los encuestados solamente uno de ellos no está de acuerdo con el cumplimiento de objetivos del taller.

En el siguiente cuadro se analizarán las preguntas abiertas propuestas para los objetivos del taller.

**Figura Nro. 9**  
**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LOS**  
**OBJETIVOS DEL TALLER**

Item según cuestionario	Objetivos
19	¿Cómo lo difunden?
22	Señale: ¿Qué elementos considera en su formulación?
24	Describa un alcance del objetivo más importante

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

En cuanto a las preguntas referidas al análisis de los Objetivos del taller, cuatro de los encuestados afirman que los objetivos no se difunden, y dos de ellos indican que están publicados en las oficinas del taller, los seis encuestados cinco afirman que los objetivos fueron enfocados solamente a la calidad del servicio que brinda el taller a los clientes, en cuanto al alcance del objetivo más importante cinco de los encuestados afirman no conocer del alcance, mientras que uno de ellos afirma que el alcance del objetivo más importante es brindar un producto con los mejores estándares de calidad, en el menor tiempo posible.

### 1.1.5. ESTRATEGIA DEL TALLER

Las estrategias son las acciones que se toman para poder alcanzar las metas propuestas en el taller. El cuadro presentado está dirigido a verificar el grado de conocimiento de las Estrategias del taller, formulación, cumplimiento y aplicación.

**Figura Nro. 10**

**CUADRO DE LA ESTRATEGIA DEL TALLER**

ESTRATEGIA DEL TALLER											
25. ¿Tiene?			26. ¿La conoce?			27. ¿Cómo la difunden?			28. ¿Participó en su elaboración?		
Si		No*	Si		No	Manual		Otros...	Si		No
29. ¿La Genérica del taller, le parecen apropiada?									Si		No
30. Señale ¿Qué estratégica Genérica se ha adoptado? .....											
31. ¿Tiene el taller estrategias funcionales?									Si **		No
**32. ¿Qué estrategias? Especifique: .....											

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro de las estrategias del taller.

**Tabla IV**

**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS DE LA ESTRATEGIA DEL TALLER**

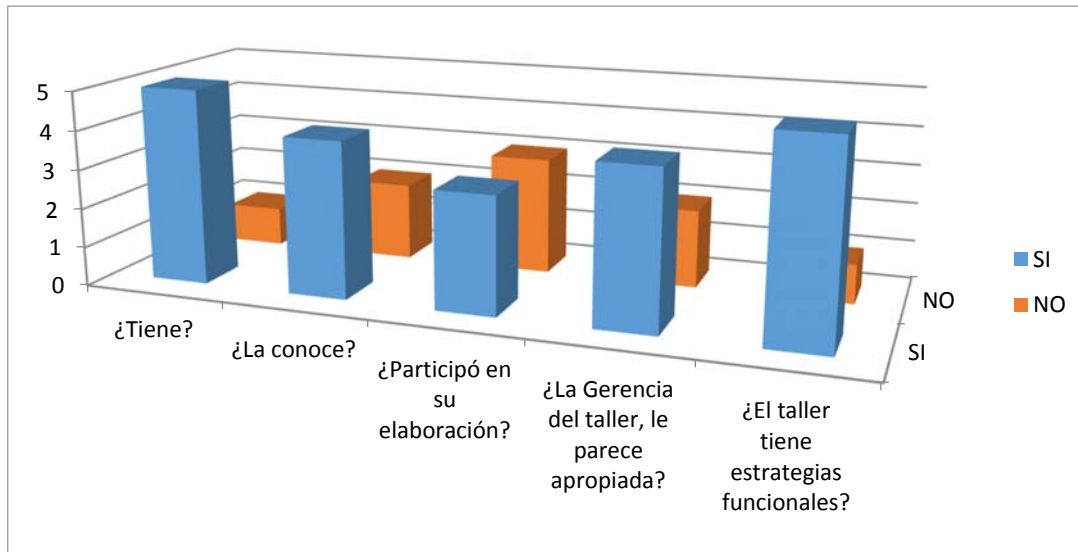
Item según cuestionario	Estrategias	Si	No
25	¿Tiene?	5	1
26	¿La conoce?	4	2
28	¿Participó en su elaboración?	3	3
29	¿La Gerencia del taller, le parece apropiada?	4	2
31	¿El taller tiene estrategias funcionales?	5	1

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



**Figura Nro. 11**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - ESTRATEGIA DEL TALLER**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

De la Tabla IV podemos decir que cinco de los encuestados, manifestaron que si tienen, cuatro de ellos afirman que las conocen, tres de los encuestados afirma que participo de la elaboración, solo a cuatro le parece apropiada la Gerencia y cinco de los encuestados afirma que tienen estrategias funcionales.

**Figura Nro. 12**  
**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA ESTRATEGIA DEL TALLER**

Item según cuestionario	Estrategias
27	¿Cómo lo difunden?
30	Señale ¿Qué estratégica Genérica se ha adoptado?
32	¿Qué estrategias? Especifique:

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Del cuadro anterior de preguntas abiertas respecto a las preguntas relacionadas a la estrategia, cuatro de los encuestados afirma que las estrategias del taller no son difundidas, mientras que solamente dos afirman que estas son difundidas de manera escrita. Respecto a la adopción de estrategias genéricas aplicadas al taller, cinco de los encuestados afirman que la estrategia en prioridad es el tiempo y es la ideal, por otro lado solo dos del total de encuestados desconoce de la adopción de estrategias.

Mientras que el tipo de estrategias a aplicar, dos de los encuestados afirma que se debe de establecer un Plan de Mantenimiento y de Seguridad de los Equipos, mientras que cuatro desconoce los tipos de estrategias a seguir.

### 1.1.6. ORGANIZACIÓN DEL TALLER

En la organización del taller se analiza los tipos de funciones, es decir indica el ¿Cómo? se van a realizar las cosas, ¿Con qué funciones serán realizadas?, ¿Quién las va a realizar? y ¿Con qué?.

**Figura Nro. 13**  
**CUADRO DE LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER**

ORGANIZACIÓN									
33. ¿Tiene Org?		34. ¿La conoce?		35. ¿Qué herramientas cuenta?			37. ¿Se adecúa al Plan Estratégico?		
Si	No*	Si	No	Manual	Otros.....	Si	No*		
38. ¿Qué funciones se consideran? Especifique:									
39. ¿El personal considerado para el desempeño es el más apto?						Si**	No		
40. ¿El taller cuenta con todo el equipamiento para la función?							Si	No	
** 41. ¿Puede señalar sus aptitudes más importantes? Especifique: ...									

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

La tabla a continuación muestra los resultados de las Preguntas pertenecientes a las Estrategias del taller.

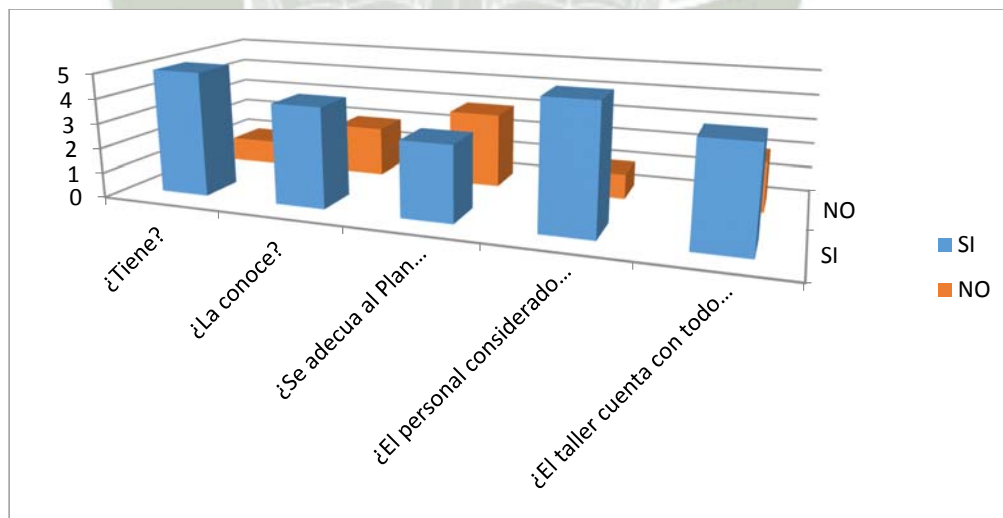
**Tabla V**  
**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ORGANIZACIÓN DEL TALLER**

Ítem según cuestionario	Organización	Si	No
33	¿Tiene?	5	1
34	¿La conoce?	4	2
37	¿Se adecua al Plan Estratégico?	3	3
39	¿El personal considerado es el más apto?	5	1
40	¿El taller cuenta con todo el equipamiento para la función?	4	2

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 14**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS - ORGANIZACIÓN DEL TALLER**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



Según la Tabla V en la organización del taller, cinco manifestaron que tiene Organización. Además cuatro manifestaron que también la conoce, tres dijeron que si se adecua al plan estratégico, cinco dijeron que el personal considerado para el desempeño es el más apto y cuatro manifestaron que el taller cuenta con todo el equipamiento para la función.

**Figura Nro. 15**

**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA ORGANIZACIÓN DEL TALLER**

Item según cuestionario	Organización
35	¿Qué herramientas cuenta?
38	¿Qué funciones se consideran? Especifique:
41	¿Puede señalar sus aptitudes más importantes? Especifique:

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Del cuadro anterior el cual está elaborado en función de las preguntas abiertas relacionadas a la organización del taller, dos de los encuestados no conocen las herramientas de la organización, mientras que el resto afirma que el área cuenta con un organigrama funcional el cual se encuentra difundido de manera impresa en el taller, con respecto a las funciones que son consideradas, tres de los encuestados desconocen de las funciones de la organización del taller, las otras tres personas afirman que la función más importante es el servicio de calidad para los trabajos a realizar y cinco de ellos menciona que las aptitudes más importantes son la destreza, eficacia y eficiencia en el desarrollo de los trabajos.

**1.1.7. FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER**

Las funciones técnicas y administrativas son de importancia principalmente para el alcance de los objetivos y metas planteadas en el taller.

**Figura Nro. 16**

**CUADRO DE LAS FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER**

<b>FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS</b>	
42. Señale funciones administrativas más importantes que cuenta el taller	.....
43. Señale funciones técnicas de producción más importantes que cuenta el taller.	.....

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Para este caso únicamente se realizará el análisis de las respuestas a las preguntas abiertas en el rubro de las funciones técnicas y administrativas del taller.

**Figura Nro. 17**

**CUADRO DE PREGUNTAS PROPUESTAS PARA LAS FUNCIONES TÉCNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER**

<b>Ítem según cuestionario</b>	<b>Funciones técnicas y administrativas del taller</b>
42	Señale funciones administrativas más importantes que cuenta el taller.
43	Señale funciones técnicas de producción más importantes que cuenta el taller.

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Del cuadro anterior, con respecto a las funciones administrativas más importantes del taller, la mayoría opina que se enfocan en los clientes y en los materiales para la fabricación. En cuanto a las funciones técnicas, se menciona en la capacitación del personal y la seguridad en el trabajo.

### 1.1.8. ANÁLISIS DEL AREA DE RECTIFICADO

El análisis del área de rectificado nos permitirá verificar las funciones que se realizan, tanto en servicio como en la organización.

**Figura Nro. 18**

**CUADRO DEL ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO**

ANALISIS DEL AREA DE RECTIFICADO			
44. ¿Qué Servicios internos presta el área de rectificado? Especifique: .....	..... ..... .....		
45. ¿Qué servicios externos presta el área de rectificado? Especifique: .....	..... ..... .....		
46. ¿Qué funciones se consideran en el área? Especifique: .....	..... .....		
47. ¿Cuenta con manuales de Organización y funciones para el área de rectificado?	Si	No	
48. ¿El personal considerado para el desempeño es el más apto y está preparado?	Si	No	
49. ¿El área de rectificado cuenta con todo el equipamiento para la función?	Si	No	
50. ¿El área de rectificado cuenta con los recursos materiales y equipamiento necesario?	Si	No	
51. ¿Cuenta con manual de procedimientos técnicos para el manejo de las rectificadoras?	Si	No	
52. ¿Se cuenta con diagramas de procesos expuestos para el uso cotidiano de la rectificadora?	Si	No	

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de mastranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro del Análisis del Área de rectificado.



**Tabla VI**  
**CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO**

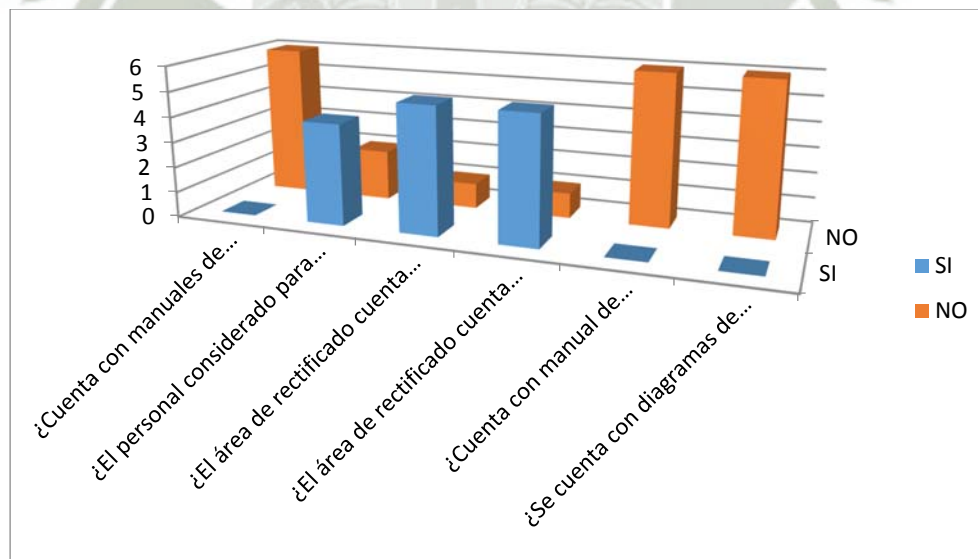
Item según cuestionario	Información	SI	NO
47	¿Cuenta con manuales de Organización y funciones para el área de rectificadado?	0	6
48	¿El personal considerado para el desempeño es el más apto y está preparado?	4	2
49	¿El área de rectificadado cuenta con todo el equipamiento para la función?	5	1
50	¿El área de rectificadado cuenta con los recursos materiales y equipamiento necesario?	5	1
51	¿Cuenta con manual de procedimientos técnicos para el manejo de las rectificadoras?	0	6
52	¿Se cuenta con diagramas de procesos expuestos para el uso cotidiano de la rectificadora?	0	6

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 19**

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS A LAS PREGUNTAS - ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

De la Tabla VI podemos decir que de un total de 6 encuestados, todos manifestaron que el área de rectificado no cuenta con manuales de organización y funciones, cuatro de ellos mencionaron que el personal si es el más apto, cinco de ellos afirman que el área cuenta con todo lo necesario, ninguno de los encuestados afirma que cuenta con manuales de procedimientos técnicos ni diagrama de procesos.

De igual manera se deben de efectuar el análisis de las respuestas a las preguntas libres o abiertas para el análisis del Área de Rectificado. A continuación las preguntas:

**Figura Nro. 20**

**CUADRO DE PREGUNTAS PROPUESTAS PARA EL ANÁLISIS DEL ÁREA DE RECTIFICADO**

Item según cuestionario	Análisis del área de rectificado
44	¿Qué Servicios internos presta el área de rectificado?
45	¿Qué servicios externos presta el área de rectificado?
46	¿Qué funciones se consideran en el área?

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Según las preguntas del cuadro anterior los encuestados afirman que no se hacen servicios internos, en cuanto a los servicios externos que presta el área de rectificado, es al público en general como también para pequeñas o grandes empresas. Referente a las funciones que se consideran en el área, es el rectificado de cilindros que es un proceso puntual que se hace a los cilindros de los motores, con el fin de prolongar la vida útil del motor.

**1.1.9. FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA**

Las funciones primarias son aquellas que indican la justificación por la se adquirió el activo, es decir la razón de la existencia del activo en el Área.

**Figura Nro. 21**

**CUADRO DE FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA**

Funciones primarias del rectificado							
53. ¿Se enseña teóricamente a los usuarios todas las funciones básicas de la rectificadora?							
Si*		No	*detalle las funciones básicas.....				
54. ¿El área de rectificado cuenta con un espacio físico exclusivo para el desarrollo de las actividades?				46. ¿Las fuentes del diseño de práctica para el manejo de la rectificadora se prevé?			
Si*		No	* ¿Cuántos m <sup>2</sup> ?	.....m <sup>2</sup>	Se diseña previo plano...	Si	No

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro del Funciones Primarias de la Rectificadora.

**Tabla VII**

**CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA**

Item según cuestionario	Funciones primarias de la rectificadora	SI	NO
53	¿Se enseña teóricamente a los usuarios todas las funciones básicas de la rectificadora?	6	0
54	¿El área de rectificado cuenta con un espacio físico exclusivo para el desarrollo de las actividades?	4	2
55	¿Las fuentes del diseño de práctica para el manejo de la rectificadora se prevén?	5	1

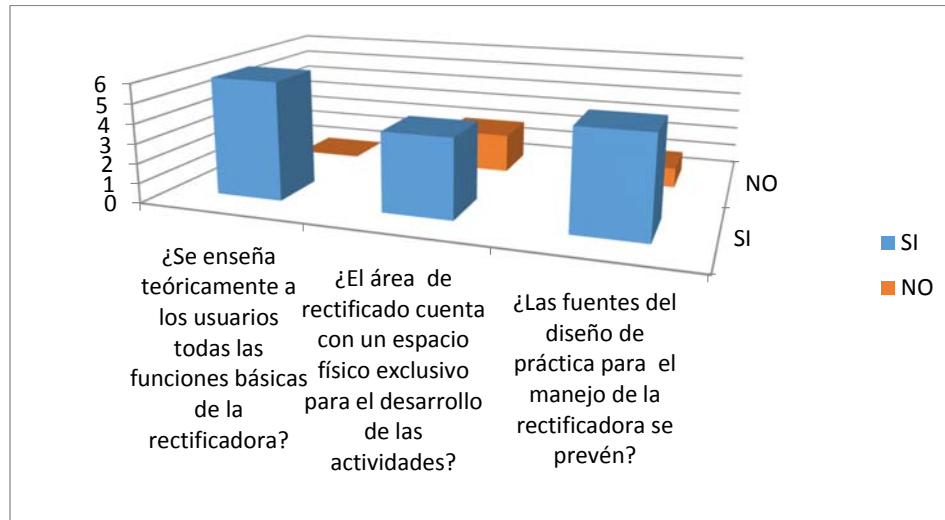
*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



**Figura Nro. 22**

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS A LAS PREGUNTAS –FUNCIONES PRIMARIAS DE LA RECTIFICADORA**



*Fuente: “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.*

Según los resultados de la Tabla VII con respecto si se enseña las funciones básicas de la rectificadora, los seis encuestados afirmaron que si se realiza, cuatro encuestados afirma que el área de rectificado es el idóneo, mientras que cinco mencionan que las fuentes del diseño de práctica para el manejo de la rectificadora si se prevén.

**1.1.10. FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA**

La importancia de las Funciones Secundarias es saber que se espera de cada activo que haga más que simplemente alcanzar su función primaria más aun complementa la función primaria.

A continuación se muestra en la figura Nro. 23 el cuadro de las funciones secundarias de la rectificadora

**Figura Nro. 23**

**CUADRO DE LAS FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA**

<b>Funciones secundarias de la rectificadora</b>					
<b>Restricciones Ambientales</b>					
56. ¿Se aplica los estándares en las condiciones de respeto al medio ambiente y la ecología en el manejo de la rectificadora en la elaboración de bienes y productos y residuales del uso de las rectificadoras?					
Si*		No	*detalle las restricciones.....		
57. ¿Qué cantidad de desperdicio producen la rectificadora mensualmente? Especifique....				.....Kgr	
58. ¿Qué se hace con el desperdicio? Especifique.....					
<b>Especificaciones de Uso</b>					
60. ¿Cuenta con sistema de seguridad para el manejo de la rectificadora?				Si	No
61. ¿Se aplica sistema de seguridad en la rutina del manejo de la rectificadora para el cuidado del operario y el propio equipo? Si..... No.....					
62. ¿Se han producido accidentes en el área de rectificado?				Si	No
63. ¿Qué tipos de accidentes se han producido en el área de rectificado? Especifique... leve.... Grave.....					
64. ¿Cuántos accidentes se han producido en la operación de la rectificadora? Especifique.....				Nº.....	
<b>Ergonomía</b>					
65. El área de rectificado y el equipamiento cuenta con las condiciones ergonómicas				Si	No
66. El espacio físico es exclusivo para el desarrollo de las actividades Especific M <sup>2</sup> .....				Si	No
67. Los colores utilizados en el ambiente obedecen a parámetros establecidos				Si	No
68. La iluminación del espacio es el adecuado. Especifique la cantidad de lúmenes.....				Si	No
69. El espacio de trabajo cuenta con ruidos. Especifique la cantidad de decibeles.....				Si	No

<b>Ergonomía</b>			
70. El espacio está libre de suciedad	Si	No	
71. Las herramientas son adecuadas para el trabajo de la rectificadora	Si	No	
72. Los sistemas de ventilación son adecuados	Si	No	
73. Los servicios colaterales están cercanos al lugar de trabajo. Energía, agua.. Otros.	Si	No	
<b>Condición de Proceso</b>			
74. ¿Se tienen definidos los estándares de control de la rectificadora?	Si	No	
75. ¿Están disponibles las guías donde se especifican los estándares?			
76. ¿se cumple con los estándares de control de los diversos sistemas del rectificado Especifique.....	Si	No	
<b>Visibilidad</b>			
77. ¿El espacio donde se desempeña la labor está demarcado con estándar de color?	Si	No	
78. ¿La presentación visual de la rectificadora cumple con los estándares mínimos de color?	Si	No	
<b>Dispositivos</b>			
79. ¿Cuenta el área con un manual técnico administrativo de prevención de condiciones anormales o contingentes del funcionamiento de la rectificadora?	Si	No	
80. ¿Los dispositivos de protección de son regulados para su funcionamiento?	Si	No	
<b>Presupuesto de Mantenimiento</b>			
81. ¿El área de rectificado cuenta con financiamiento de (costos, tiempos.- mano de obra, pedidos de material, etc.), y se encuentra integrada con el resto de las áreas funcionales del taller? Especifique... Costo..... Tiempo.....	Si	No	

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*



En la Tabla VIII que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro del Funciones Secundarias de la rectificadora.

**Tabla VIII**

**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA**

<b>Item según cuestionario</b>	<b>Funciones secundarias de la rectificadora</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
56	¿Se aplica los estándares en las condiciones de respeto al medio ambiente y la ecología en el manejo de la rectificadora en la elaboración de bienes y productos y residuales del uso de las rectificadoras?	4	2
60	¿Cuenta con sistema de seguridad para el manejo de la rectificadora?	5	1
64	¿Se aplica sistema de seguridad en la rutina del manejo de la rectificadora para el cuidado del operario y el propio equipo?	6	0
62	¿Se han producido accidentes en el área de rectificado?	6	0
65	El área de rectificado y el equipamiento cuenta con las condiciones ergonómicas	4	2
66	El espacio físico es exclusivo para el desarrollo de las actividades Especifique M <sup>2</sup>	6	0
67	Los colores utilizados en el ambiente obedecen a parámetros establecidos	6	0
68	La iluminación del espacio es el adecuado. Especifique la cantidad de lúmenes	6	0
69	El espacio de trabajo cuenta con ruidos. Especifique la cantidad de decibeles	6	0
70	¿El espacio está libre de suciedad?	4	2
71	Las herramientas son adecuadas para el trabajo de la rectificadora	6	0
72	¿Los sistemas de ventilación son adecuados?	6	0

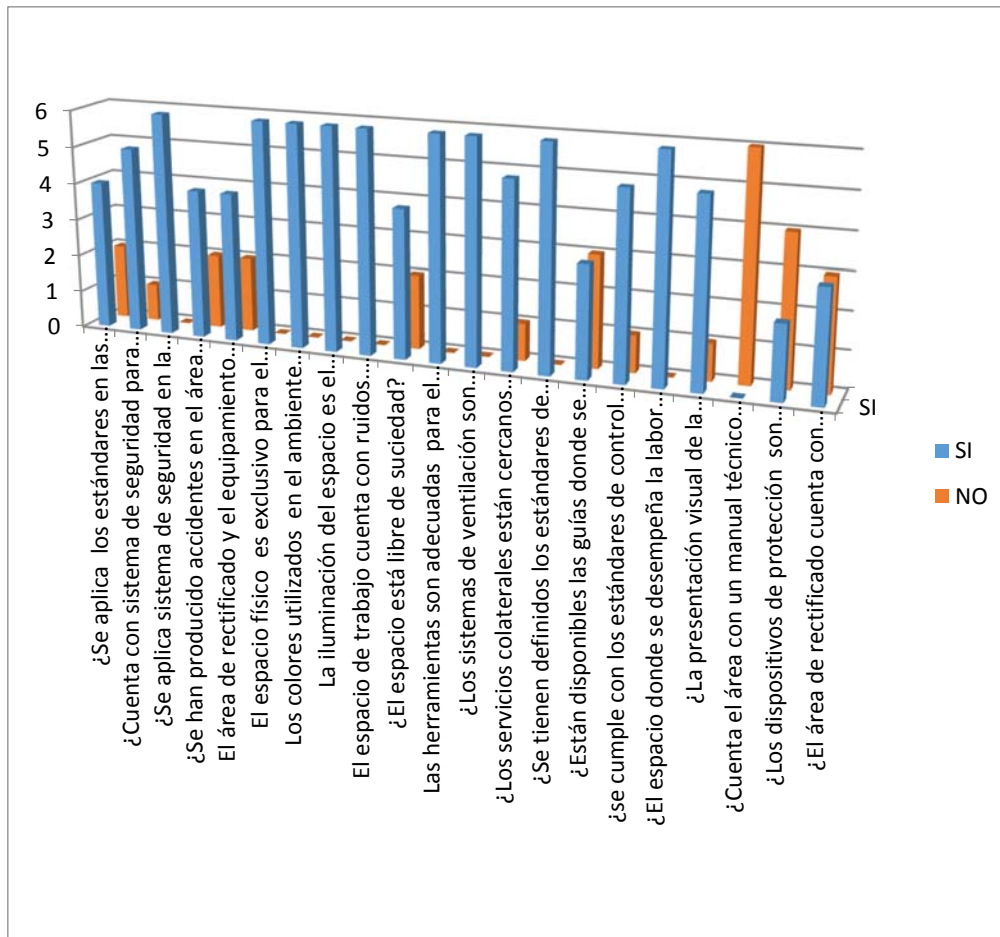
Ítem según cuestionario	Funciones secundarias de la rectificadora	SI	NO
73	¿Los servicios colaterales están cercanos al lugar de trabajo. Energía, agua, Otros?	5	1
74	¿Se tienen definidos los estándares de control de la rectificadora?	6	0
75	¿Están disponibles las guías donde se especifican los estándares?	3	3
76	¿Se cumple con los estándares de control de los diversos sistemas del rectificado Especifique	5	1
77	¿El espacio donde se desempeña la labor está demarcado con estándar de color?	6	0
78	¿La presentación visual de la rectificadora cumple con los estándares mínimos de color?	5	1
79	¿Cuenta el área con un manual técnico administrativo de prevención de condiciones anormales o contingentes del funcionamiento de la rectificadora?	0	6
80	¿Los dispositivos de protección son regulados para su funcionamiento?	2	4
81	¿El área de rectificado cuenta con financiamiento de (costos, tiempos.- mano de obra, pedidos de material, etc.), y se encuentra integrada con el resto de las áreas funcionales del taller?	3	3

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

Figura Nro. 24

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS- FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA**



*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestría Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

De la tabla VIII respecto a las funciones secundarias de la rectificadora, la cantidad de respuestas para sí y no fueron variadas, se logra apreciar para algunos casos a las seis personas encuestadas afirmando la interrogante, como en otros casos solo variando por dos negaciones.

**1.1.11. FALLAS FUNCIONALES ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN**

Las fallas funcionales son importantes debido a que definen la incapacidad de cualquier activo en el cumplimiento de una función según los parámetros de funcionamiento.



**Figura Nro. 25**  
**CUADRO DE LAS FALLAS FUNCIONALES, ESTADO DE FALLA**  
**ASOCIADO A CADA FUNCIÓN**

<b>Fallas funcionales , estado de falla asociado a cada función</b>				
<b>Función primaria</b>				
82. ¿La rectificadora ha presentado fallas funcionales primarias en el presente periodo? Precise el sistema que ocurrió.....	Si		No	
83. ¿Se realiza un análisis de las fallas funcionales primarias que afectan a los resultados del Área de rectificado?	Si		No	
<b>Función secundaria</b>				
84. ¿La rectificadora ha presentado en el presente periodo fallas funcionales secundarias?	Si		No	
85. ¿Se realiza un análisis de las fallas funcionales secundarias que afectan a los resultados del Área de rectificado?				
<b>Falla total parcial</b>				
86. ¿La rectificadora ha dejado de funcionar por falla parcial de su función primaria? Especifique cuantas veces.....	Si		No	
87. ¿Se puede especificar el sistema que genere la falla parcial en la rectificadora? Especifique el sistema donde falló.....	Si		No	
<b>Límites de falla superiores. inferiores</b>				
88. ¿La rectificadora cuando opera en estado normal con operario experto tiene el rendimiento deseado dentro de la especificación?	Si		No	
89. ¿La calidad y la cantidad de la producción de la rectificadora del taller cumple con los estándares establecidos de límites?				
<b>Medidores e indicadores</b>				
90. ¿La rectificadora cuenta con medidores e indicadores de fallas funcionales, que permitan diagnosticar las fallas en la producción máxima y mínima?	Si		No	
<b>Contexto operacional</b>				
91. ¿El contexto operativo relativo a ubicación, ergonomía, funcionamiento y producción de la rectificadora dentro del taller es favorable? especifique su respuesta por que?.....	Si		No	

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro del Fallas Funcionales de la Rectificadora.

**Tabla IX**

**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS FALLAS FUNCIONALES, ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN**

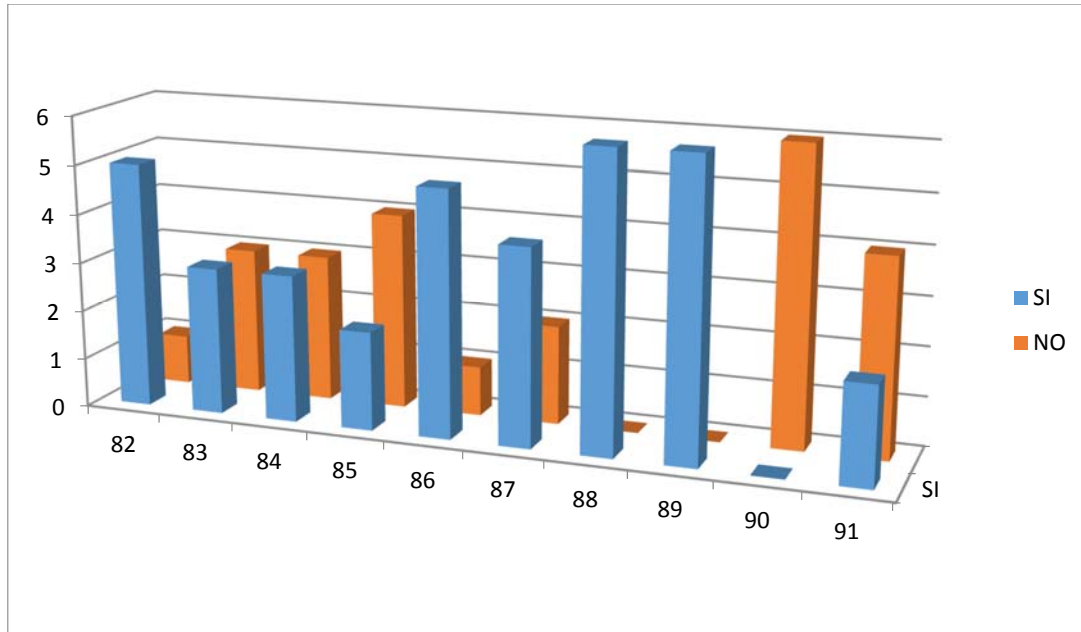
Item según cuestionario	Estado de falla asociado a cada función	SI	NO
82	¿La rectificadora ha presentado fallas funcionales primarias en el presente periodo?	1	5
83	¿Se realiza un análisis de las fallas funcionales primarias que afectan a los resultados del Área de rectificado?	3	3
84	¿La rectificadora ha presentado en el presente periodo fallas funcionales secundarias?	3	3
85	¿Se realiza un análisis de las fallas funcionales secundarias que afectan a los resultados del Área de rectificado?	2	4
86	¿La rectificadora ha dejado de funcionar por falla parcial de su función primaria?	5	1
87	¿Se puede especificar el sistema que género la falla parcial en la rectificadora?	4	2
88	¿La rectificadora cuando opera en estado normal con operario experto tiene el rendimiento deseado dentro de la especificación?	6	0
89	¿La calidad y la cantidad de la producción de la rectificadora del taller cumple con los estándares establecidos de límites?	6	0
90	¿La rectificadora cuenta con medidores e indicadores de fallas funcionales, que permitan diagnosticar las fallas en la producción máxima y mínima?	0	6
91	¿El contexto operativo relativo a ubicación, ergonomía, funcionamiento y producción de la rectificadora dentro del taller es favorable?	2	4

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 26**

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS –ANÁLISIS DE FALLAS FUNCIONALES, ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCIÓN**



*Fuente: “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

De la Tabla IX de acuerdo al análisis que se realizó y la ayuda de los encuestados, podemos afirmar que cinco de los encuestados afirman que la Rectificadora no ha presentado fallas funcionales primarias, solo tres de los encuestados afirman que se hizo un análisis de falla, cinco afirman que la máquina ha dejado de funcionar debido a fallas parciales a sus funciones primarias, los encuestados afirman que cuando la máquina es operada por un operario experto, esta llega al máximo de su eficiencia y la calidad del producto es el adecuado.

**1.1.12. CAUSAS DE FALLAS**

El estudio de las causas de fallas constituye un factor importante debido a que indican los factores que ocasionaron la aparición de una falla asociada a un determinado Sistema de la maquina rectificadora.



**Figura Nro. 27**  
**CUADRO DE CAUSAS DE FALLA**

<b>CAUSAS DE FALLAS</b>				
<b>Identificación de falla: registro de modo de falla</b>				
92. ¿Cuenta el rectificado con un sistema de registro de modos de falla en la cual se registran los eventos que han involucrado la pérdida de la función del sistema?	Si		No	
<b>Identificación de falla: causa de falla</b>				
93. ¿Cuenta el Área de rectificado con un sistema de registro de causas de falla en los eventos que han involucrado la pérdida de la función del sistema?	Si		No	
94. ¿Conoce Ud. los motivos de las fallas funcionales en la rectificadora?	Si		No	
<b>Modo de falla: deterioro</b>				
95. ¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de inspección para prevenir el deterioro del Sistema, componentes y parte del rectificado? Especificación: mostrar el plan .....	Si		No	
<b>Modo de falla: fallas de lubricación</b>				
96. ¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de lubricación para permitir el libre movimiento y/o funcionamiento del Sistema, parte y equipo? Especificación: mostrar el plan .....	Si		No	
<b>Modo de falla: polvo y suciedad</b>				
97. ¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de limpieza para eliminar agentes corrosivos como agua, aceite, refrigerante y demás que ocasiona el deterioro del Sistema, parte y equipo? Especificación: mostrar el plan .....	Si		No	
<b>Modo de falla: desarme</b>				
98. ¿Existe la descripción del procedimiento de desarme de los Sistemas de la rectificadora que eviten las faltantes de piezas para prevenir las fallas? Especificación: mostrar el procedimiento.....	Si		No	
<b>Modo de falla: error humano</b>				
99. ¿Existe manual de procedimientos técnico operativo para la utilización de la rectificadora mostrar el plan .....	Si		No	

<b>Modo de falla: error humano</b>				
100. ¿Existe un plan de entrenamiento tanto para los operadores y supervisores del área de rectificado para realizar el uso correcto de cada sistema, componente y parte de la rectificadora? Especificación: mostrar el plan.....	Si		No	
<b>Lista de fallas: nivel de detalle</b>				
101. ¿Existe un registro al detalle documentado de las fallas más frecuentes que se han presentado en los sistemas de la rectificadora?	Si		No	
<b>Procesos de falla: nivel de detalle</b>				
102. ¿Existe un registro documentado al detalle del proceso de las fallas más frecuentes que se han presentado en los sistemas de la rectificadora?	Si		No	

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro de las causas de falla de la Rectificadora.

**Tabla X**  
**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE FALLA**

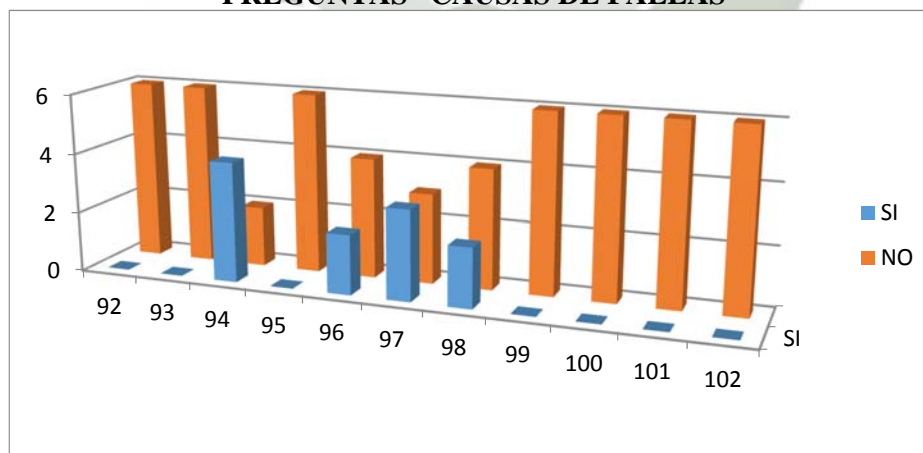
<b>Ítem según cuestionario</b>	<b>Causas de fallas</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
92	¿Cuenta el rectificado con un sistema de registro de modos de falla en la cual se registran los eventos que han involucrado la perdida de la función del sistema?	0	6
93	¿Cuenta el Área de rectificado con un sistema de registro de causas de falla en los eventos que han involucrado la perdida de la función del sistema?	0	6
94	¿Conoce Ud. los motivos de las fallas funcionales en la rectificadora?	4	2
95	¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de inspección para prevenir el deterioro del Sistema, componentes y parte del rectificado?	0	6
96	¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de lubricación para permitir el libre movimiento y/o funcionamiento del Sistema, parte y equipo?	2	4

Ítem según cuestionario	Causas de fallas	SI	NO
97	¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de limpieza para eliminar agentes corrosivos como agua, aceite, refrigerante y demás que ocasiona el deterioro del Sistema, parte y equipo?	3	3
98	¿Existe la descripción del procedimiento de desarme de los Sistemas de la rectificadora que eviten las faltantes de piezas para prevenir las fallas?	2	4
99	¿Existe manual de procedimientos técnico operativo para la utilización de la rectificadora?	0	6
100	¿Existe un plan de entrenamiento tanto para los operadores y supervisores del área de rectificado para realizar el uso correcto de cada sistema, componente y parte de la rectificadora?	0	6
101	¿Existe un registro al detalle documentado de las fallas más frecuentes que se han presentado en los sistemas de la rectificadora?	0	6
102	¿Existe un registro documentado al detalle del proceso de las fallas más frecuentes que se han presentado en los sistemas de la rectificadora?	0	6

*Fuente:* “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 28**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS PREGUNTAS –CAUSAS DE FALLAS**



*Fuente:* “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



Según la Tabla X respecto a los datos obtenidos por los participantes de las encuestas, los seis participantes afirman que la rectificadora no cuenta con un sistema de registro de modo de fallas, tampoco con un sistema de registro de causas de fallas ni con un plan de mantenimiento, así mismo no existe ningún plan de entrenamiento para los operarios ni supervisores, ni un manual de procedimientos técnicos, ni un registro detallado de cuando la máquina falle. Por otra parte cuatro de los encuestados afirma conocer las fallas funcionales de la Rectificadora.

### 1.1.13. EFECTO DE FALLAS

La importancia del análisis de los efectos de falla, es que presentan qué es lo que ocurre cuando se presentan los modos de falla, en este caso a nivel de los sistemas del equipo.

**Figura Nro. 29**  
**CUADRO DE EFECTOS DE FALLAS**

<b>EFECTO DE FALLAS</b>				
<b>Evidencia: alertas previas alarmas</b>				
103. ¿Existe alertas previas de alarma en la pérdida de función observadas por los operarios en el proceso de operación de la rectificadora?	Si		No	
104. ¿Existe registro de evidencias y de las consecuencias generadas por las fallas ocurridas? Especificación mostrar registro, verificar .....	Si		No	
<b>Riesgo para la seguridad y el medio ambiente: reglamentos</b>				
105. ¿Existe Manual de política de riesgo de seguridad y de deterioro del medio ambiente? Especificación Mostrar Manual .....	Si		No	
106. ¿El reglamento prevé el auxilio en caso que alguien se lesione o muera como consecuencia de una falla o que se infrinja una normativa del Medio Ambiente? Mostrar Reglamento.....	Si		No	
<b>Daños secundarios y efectos en la producción: parada de maquina</b>				
107. Cuando se ha producido falla funcional en la rectificadora y como consecuencia la parada del mismo, ¿Qué efectos en la producción ha presentado? Señale.....				

<b>Daños secundarios y efectos en la producción: parada de maquina</b>				
Efectos Operacionales en:		No operacionales		
Producción, si* ... No... *especifique.....		Costo directo de reparación. Especifique cantidad de costo que afecto..... .....		
Operaciones, si* ...No... *especifique.....				
Calidad, si* ..... No.... *especifique.....				
Servicio, si* ..... No.... *especifique.....				
Costo, si* ..... No.... *especifique.....				
Enumere el número de incidentes y las consecuencias suscitados por dicho acto.				
<u>ACTO :</u>		<u>COSTO</u>		
1°.....		.....		
2°.....		.....		
3°.....		.....		
<b>Daños secundarios y efectos en la producción: costos</b>				
108. La existencia de Fallas funcionales ¿Han tenido consecuencias operacionales?			Si *	No
*109. Precise las implicancias ha tenido en los costos del área (Cuanto.....) en qué.....				
<b>Daños físicos. evaluación de la avería</b>				
110. ¿Han ocurrido fallas funcionales? Precise los daños y/o averías físicas ocurridas.....			Si *	No
*111. Precise las implicancias ha tenido en los costos del área (Cuanto.....) en qué.....				
<b>Acción correctiva: evaluación del tiempo muerto</b>				
112. ¿Se produjeron averías y/o daños físicos en la rectificadora? Qué acciones correctivas se han aplicado.....			Si *	No
*113. Precise el tiempo promedio inactivo ha permanecido la rectificadora por la avería.....				

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

En la tabla XI se presenta los resultados finales de las preguntas pertenecientes al rubro de los Efectos de falla de la Rectificadora.

**Tabla XI**

**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE FALLA**

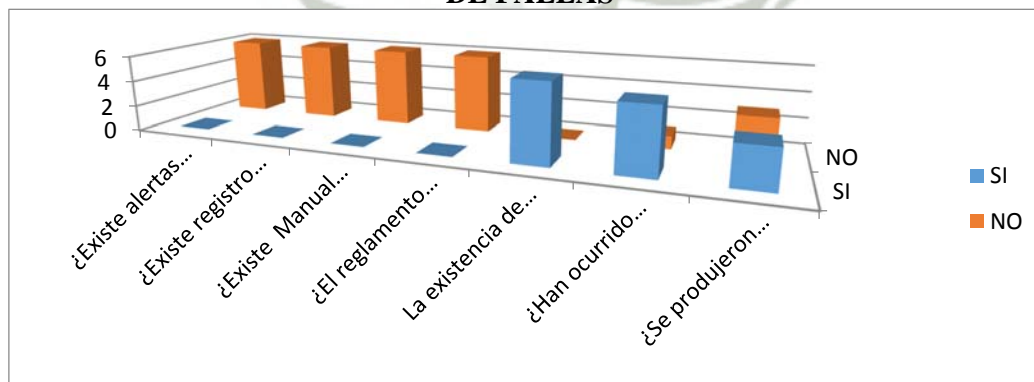
Item según cuestionario	Efecto de fallas	SI	NO
103	¿Existe alertas previas de alarma en la perdida de función observadas por los operarios en el proceso de operación de la rectificadora?	0	6
104	¿Existe registro de evidencias y de las consecuencias generadas por las fallas ocurridas?	0	6
105	¿Existe Manual de política de riesgo de seguridad y de deterioro del medio ambiente?	0	6
106	¿El reglamento prevé el auxilio en caso que alguien se lesione o muera como consecuencia de una falla o que se infrinja una normativa del Medio Ambiente?	0	6
108	La existencia de Fallas funcionales ¿Han tenido consecuencias operacionales?	6	0
110	¿Han ocurrido fallas funcionales?	1	5
112	¿Se produjeron averías y/o daños físicos en la rectificadora?	0	6

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 30**

**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS- EFECTOS DE FALLAS**



**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio



De acuerdo a los resultados de los encuestados, podemos apreciar en la tabla XI, que los seis encuestados niegan que existan alertas previas de alarma, que existe registro de evidencias y de las consecuencias generadas por las fallas ocurridas, que existe manual de política de riesgo de seguridad y de deterioro del medio ambiente, que el reglamento prevé el auxilio en caso que alguien se lesione o muera como consecuencia de una falla o que se infrinja una normativa del medio ambiente, sin embargo los cinco encuestados niegan que la existencia de fallas funcionales han tenido consecuencias operacionales, seis de ellos menciona que no se produjeron daños físicos en la rectificadora.

**Figura Nro. 31**

**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE FALLA**

Item según cuestionario	Efectos de falla
107	Cuándo se ha producido falla funcional en la rectificadora y como consecuencia la parada del mismo, ¿qué efectos en la producción ha presentado? Señale
109	Precise las implicancias que ha tenido en los costos del área
111	Precise las implicancias que ha tenido en los costos del área

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

Del cuadro anterior, se efectuó un análisis a las respuestas en función de los efectos de fallas, del total de encuestados los seis señala que si se presentaran problemas para la entrega del producto, generando insatisfacción en el cliente ya que el producto retrasaba la culminación del proyecto en el tiempo establecido, por otro lado el no cumplimiento del producto en el plazo establecido, consistía en una penalización para la empresa, creando pérdida en la generación del producto.

### 1.1.14. CONSECUENCIAS DE FALLA

La importancia del estudio y análisis consecuencias de falla radica en realizar un análisis exhaustivo de los resultados finales en el equipo luego que ha este se haya presentado algún tipo de falla que haya afectado alguno de sus sistemas.

**Figura Nro. 32**

**CUADRO DE CONSECUENCIAS DE FALLAS**

<b>CONSECUENCIA DE FALLA</b>			
<b>Fallas evidentes: riesgo de lesión</b>			
114. ¿Se han producido incidentes como consecuencia de fallas evidentes?	Si*		No
*115. Precise cuántos incidentes se han producido.....			
<b>Fallas evidentes: riesgo de producción y servicio</b>			
116. ¿Se han producido consecuencias a raíz de las fallas evidentes en la producción y los servicios?	Si*		No
<b>Fallas evidentes: costo de reparación</b>			
*117. Precise las consecuencias en el costo en la producción y servicio .....			

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro de las Consecuencias de Falla de la Rectificadora.

**Tabla XII**

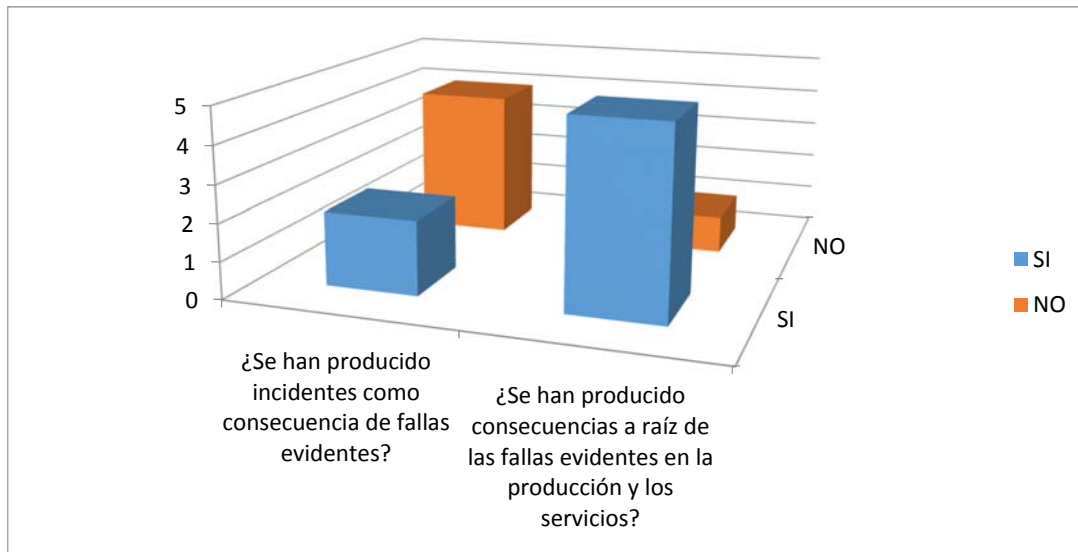
**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE FALLA**

<b>Item según cuestionario</b>	<b>Consecuencia de falla</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
114	¿Se han producido incidentes como consecuencia de fallas evidentes?	1	5
116	¿Se han producido consecuencias a raíz de las fallas evidentes en la producción y los servicios?	5	1

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 33**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS-  
CONSECUENCIAS DE FALLA**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Según la Tabla XII respecto a la consecuencia de fallas cinco manifestaron negativamente respecto de que no se han producido incidentes como consecuencia de fallas evidentes además cinco de los encuestados, dijeron que si se han producido consecuencias a raíz de las fallas evidentes en la producción y los servicios.

De igual manera se deben de efectuar el análisis de las respuestas a las preguntas abiertas presentes en el rubro de Consecuencias de Falla.

**Figura Nro. 34**  
**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LAS  
CONSECUENCIA DE FALLAS**

Item según cuestionario	Consecuencias de falla
115	Precise cuántos incidentes se han producido
117	Precise las consecuencias en el costo en la producción y servicio

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



Según las respuestas dadas por los participantes a las preguntas abiertas, se han registrado un accidente leve, sin pérdida de alguna extremidad, por otro lado solamente dos personas conocen las consecuencias en el costo en la producción y servicio.

### 1.1.15. PREDICCIÓN / PREVENCIÓN DE FALLAS

La predicción de las fallas es una estrategia que forma parte del Mantenimiento y que sirve para anticiparse a la falla antes de que esta se produzca y además indica que acciones y decisiones se debe de tomar para prevenirla.

**Figura Nro. 35**

#### CUADRO DE PREDICCIÓN /PREVENCIÓN DE FALLAS

<b>PREDICCIÓN PREVENCIÓN DE FALLAS</b>			
<b>Acciones a tomar para manejar las fallas: acciones antes que ocurra la falla</b>			
118. ¿Es aplicado el Mantenimiento Proactivo la rectificadora para la realización de acciones antes que ocurra la falla?	Si *		No
*119. ¿Cuáles son los pasos que aplica si se realiza este tipo de mantenimiento?.....			
<b>Acciones a tomar para manejar las fallas: búsqueda de fallas</b>			
120. Acciones se ha tomado para la búsqueda de fallas (revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado).....			
121. ¿En qué contexto o condición es aplicable esta acción? .....			
<b>Acciones a tomar para manejar las fallas: rediseño</b>			
122. Acciones de búsqueda de rediseño (modificaciones al equipo y cambios de una sola vez a los procedimientos.) se ha realizado en la ocurrencia del siniestro? Precise.....			
123. ¿Qué contexto o condición es aplicable esta acción? .....			
<b>Edad y deterioro del activo: incumplimiento al funcionamiento deseado</b>			
124. Precise cuál es la vida útil del activo rectificadora.....			
125. ¿Cree Ud. que las fallas ocurridas se deben a la edad del activo?	Si		No

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro de las Consecuencias de falla de la Máquina Rectificadora.

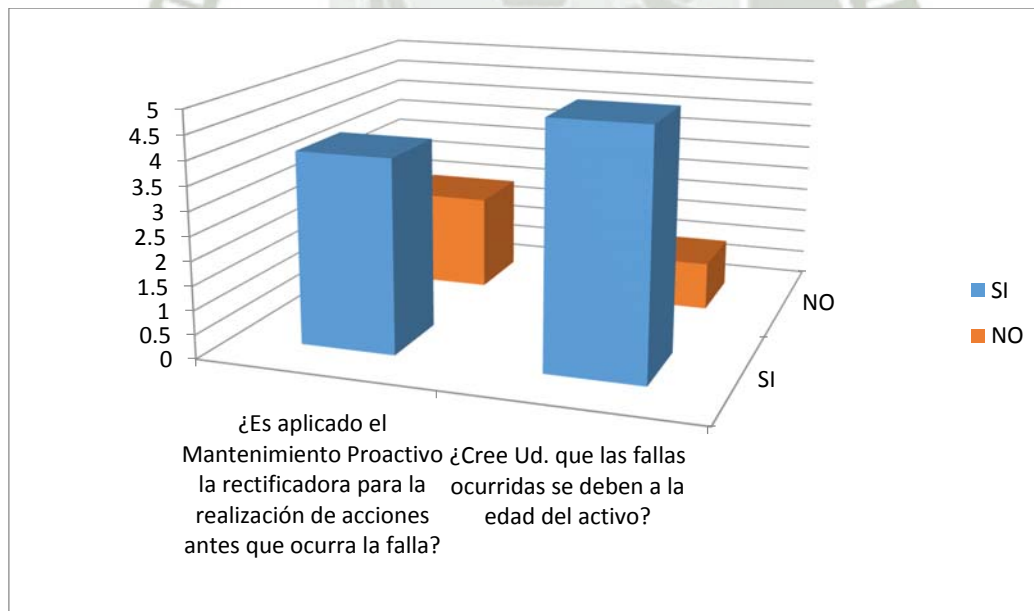
**Tabla XIII**  
**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PREVENCIÓN/ PREDICCIÓN DE FALLA**

Item según cuestionario	Predicción prevención de fallas	SI	NO
118	¿Es aplicado el Mantenimiento Proactivo a la rectificadora para la realización de acciones antes que ocurra la falla?	4	2
125	¿Cree Ud. que las fallas ocurridas se deben a la edad del activo?	5	1

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 36**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS-  
PREVENCIÓN/PREDICCIÓN DE FALLA**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

De los resultados mostrados en la tabla XIII, la predicción/ prevención de fallas, cuatro respondieron afirmativamente y dos en forma negativa respecto a que es aplicado el mantenimiento proactivo a la Rectificadora, para la realización de acciones antes que ocurra la falla, y cinco de los encuestados, mencionaron que las fallas se debe a la edad del activo.

De acuerdo a las preguntas libres formuladas anteriormente, obtenemos que:

**Figura Nro. 37**

**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LA PREDICCIÓN Y PREVENCIÓN DE FALLAS.**

Ítem según cuestionario	Predicción y prevención de fallas
119	¿Cuáles son los pasos que aplica si se realiza este tipo de mantenimiento?
120	Acciones se ha tomado para la búsqueda de fallas (revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado)
121	¿En qué contexto o condición es aplicable esta acción?
122	Acciones de búsqueda de rediseño (modificaciones al equipo y cambios de una sola vez a los procedimientos.) se ha realizado en la ocurrencia del siniestro?
123	¿Qué contexto o condición es aplicable esta acción?
124	Precise cuál es la vida útil del activo rectificadora

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Adquiriendo la información brindada por los encuestados, se ve que de los seis encuestados, cinco de ellos no conocen los pasos que son aplicados para realizar el mantenimiento Proactivo, lo cual está basada en la búsqueda de la falla previa a su ocurrencia, dos de los encuestados afirman que las acciones que se han tomado para la búsqueda de fallas, es la búsqueda de los puntos que requieren lubricación y las zonas de vibración, está basada en la observación y seguimiento de fallas. Para los encuestados el



tiempo de vida de una máquina rectificadora oscila entre treinta y cuarenta años, de acuerdo al uso que se le da y al trato del equipo.

**1.1.16. ACCIONES PREDETERMINADAS.**

Las acciones predeterminadas están asociadas a la búsqueda de la falla, los valores de disponibilidad, tasa de fallos y la tasa de factibilidad del equipo.

**Figura Nro. 38**

**CUADRO DE ACCIONES PREDETERMINADAS**

<b>ACCIONES PREDETERMINADAS</b>
<b>Búsqueda de falla: puntos principales</b>
126. Precise qué acciones de planeamiento se han tomado en cuenta en la predicción y búsqueda de las fallas de la rectificadora .....
<b>Intervalos de tareas de búsqueda de falla: disponibilidad deseada</b>
127. Precise qué acciones de planeamiento se han tomado en cuenta en para la búsqueda de falla en la rectificadora .....
<b>Intervalos de tareas de búsqueda de falla: tasa de disponibilidad</b>
128. Precise si tiene o se ha previsto la tasa de disponibilidad de la rectificadora.....
<b>Intervalos de tareas de búsqueda de falla: tasas de fallo</b>
129. Precise si tiene o se ha previsto la tasa de fallo de la rectificadora.....
<b>Intervalos de tareas de búsqueda de falla: probabilidad técnica</b>
130. Precise si tiene o se ha previsto la tasa de factibilidad de la rectificadora.....

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

En este caso se va a realizar el análisis de las respuestas a las preguntas libres presentes en el rubro de Acciones Predeterminadas.

**Figura Nro. 39**

**CUADRO DE PREGUNTAS ABIERTAS PROPUESTAS PARA LAS ACCIONES  
PREDETERMINADAS**

Item según cuestionario	Acciones predeterminadas
126	Precise qué acciones de planeamiento se han tomado en cuenta en la predicción y búsqueda de las fallas de la rectificadora
127	Precise qué acciones de planeamiento se han tomado en cuenta en para la búsqueda de falla en la rectificadora
128	Precise si tiene o se ha previsto la tasa de disponibilidad de la rectificadora
129	Precise si tiene o se ha previsto la tasa de fallo de la rectificadora
130	Precise si tiene o se ha previsto la tasa de factibilidad de la rectificadora

*Fuente:* “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Tomando los datos por los participantes, un encuestado afirma que las acciones de planeamiento que han sido consideradas para la predicción y búsqueda de fallas de la rectificadora consiste en la aplicación de un plan semestral de mantenimiento, mientras que el resto de los encuestados no conocen las estrategias o acciones a tomar. Todos los encuestados mencionan que no posee una tasa de disponibilidad o se ha previsto la tasa de fallo ni la tasa de factibilidad de la rectificadora.

### **1.1.17. IMPLEMENTACIÓN**

La fase de implementación es la fase final en la cual se logra la aplicación de la estrategia RCM en los equipos.

**Figura Nro. 40**

**CUADRO DE IMPLEMENTACIÓN**

<b>IMPLEMENTACIÓN</b>			
<b>Misión visión estrategia genérica y objetivos</b>			
131. ¿Está de acuerdo con la implementación del plan Estratégico en el taller	Si		No
<b>Análisis de tareas y funciones</b>			
132. ¿Considera Ud. apropiado hacer la operacionalización del plan estratégico que se vea reflejado en una estructura de puestos y cargos para el taller?	Si		No
<b>Contexto operativo</b>			
133. ¿Está de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procesos para el área del rectificador?	Si		No
<b>Selección del sistema</b>			
134. ¿Está de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procedimientos Y que obedezca a un sistema integrado de mantenimiento para el área de rectificador?	Si		No

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

El cuadro que se muestra a continuación presenta los resultados finales de las Preguntas pertenecientes al rubro de la Implementación de la Rectificadora.

**Tabla XIV**

**TABLA DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN**

<b>Ítem según cuestionario</b>	<b>Implementación</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
131	¿Está de acuerdo con la implementación del plan Estratégico en el taller?	4	2
132	¿Considera Ud. apropiado hacer la operacionalización del plan estratégico que se vea reflejado en una estructura de puestos y cargos para el taller?	4	2

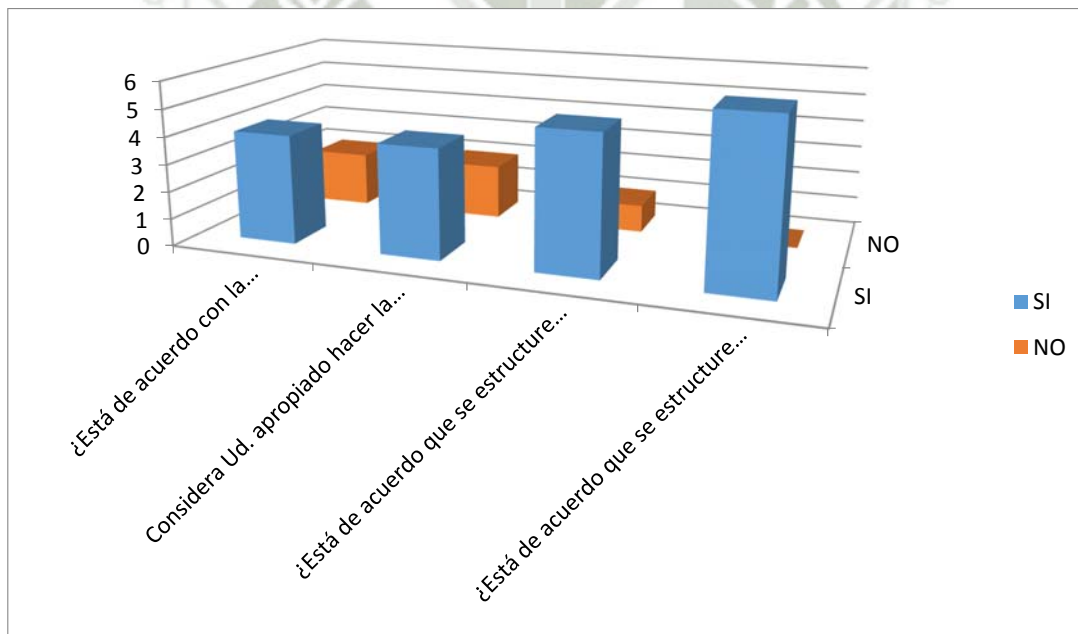


Ítem según cuestionario	Implementación	Si	No
133	¿Está de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procesos para el área del rectificado?	5	1
134	¿Está de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procedimientos Y que obedezca a un sistema integrado de mantenimiento para el área de rectificado?	6	0

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 41**  
**DIAGRAMA DE BARRAS DEL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS-IMPLEMENTACIÓN**



**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

Según la Tabla XIV cuatro de los encuestados están a favor de la implementación de un plan estratégico para el taller, cinco de los encuestados están de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procesos para el área del rectificado

y los seis participantes de la encuesta están de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procedimientos y que obedezca a un sistema integrado de mantenimiento para el área de rectificadora.

## 2. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

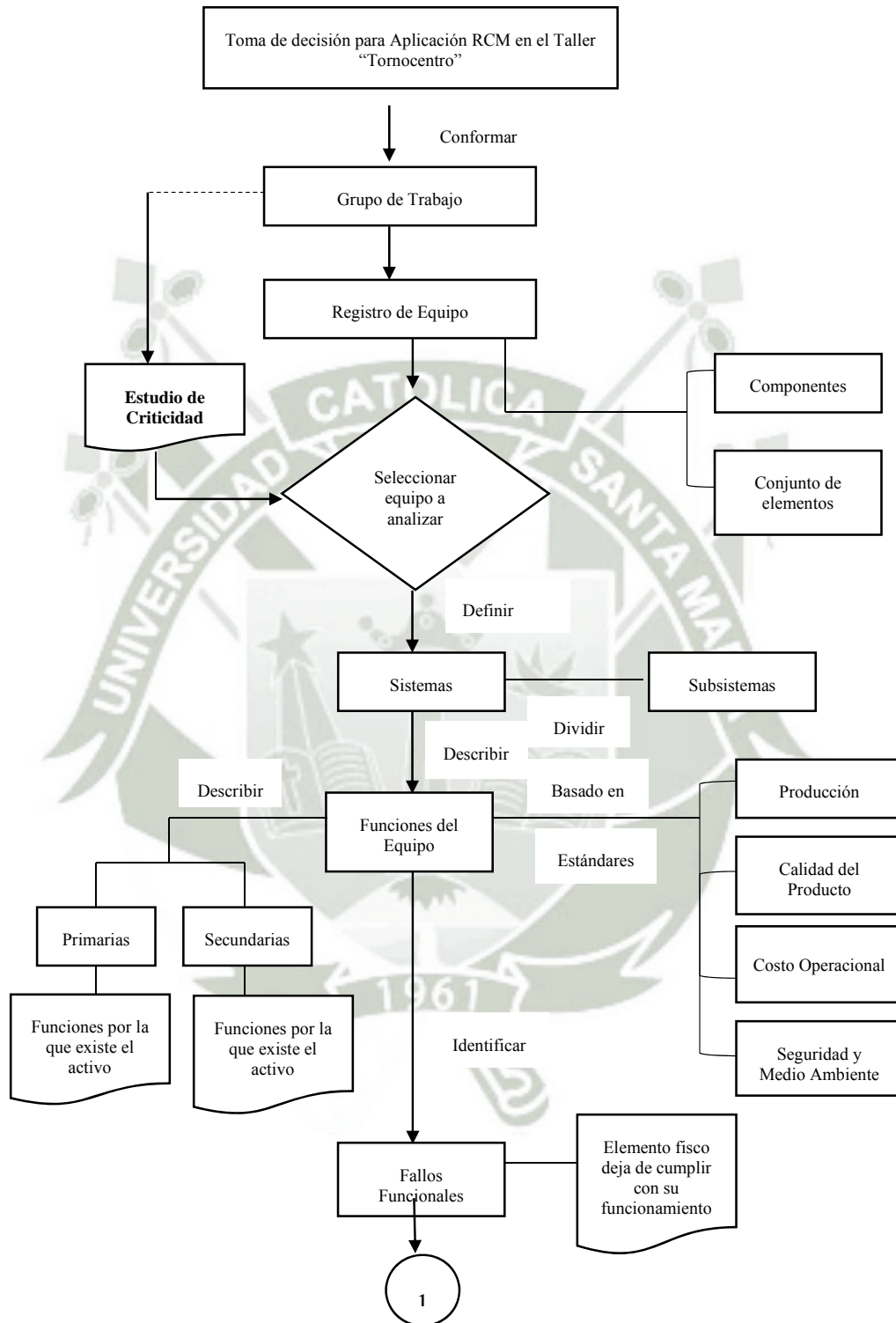
### 2.1. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA RCM AL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNCENTRO AREQUIPA

El procedimiento para la aplicación de la estrategia RCM para el taller de Maestranza Comercial Tornocentro Arequipa, fue necesaria la utilización de información de los equipos en este caso los manuales de operación, mantenimiento y manuales de partes de la Rectificadora de Cilindros, **el grado de experiencia y conocimiento de la máquina** por parte de los Técnicos encargados del área.

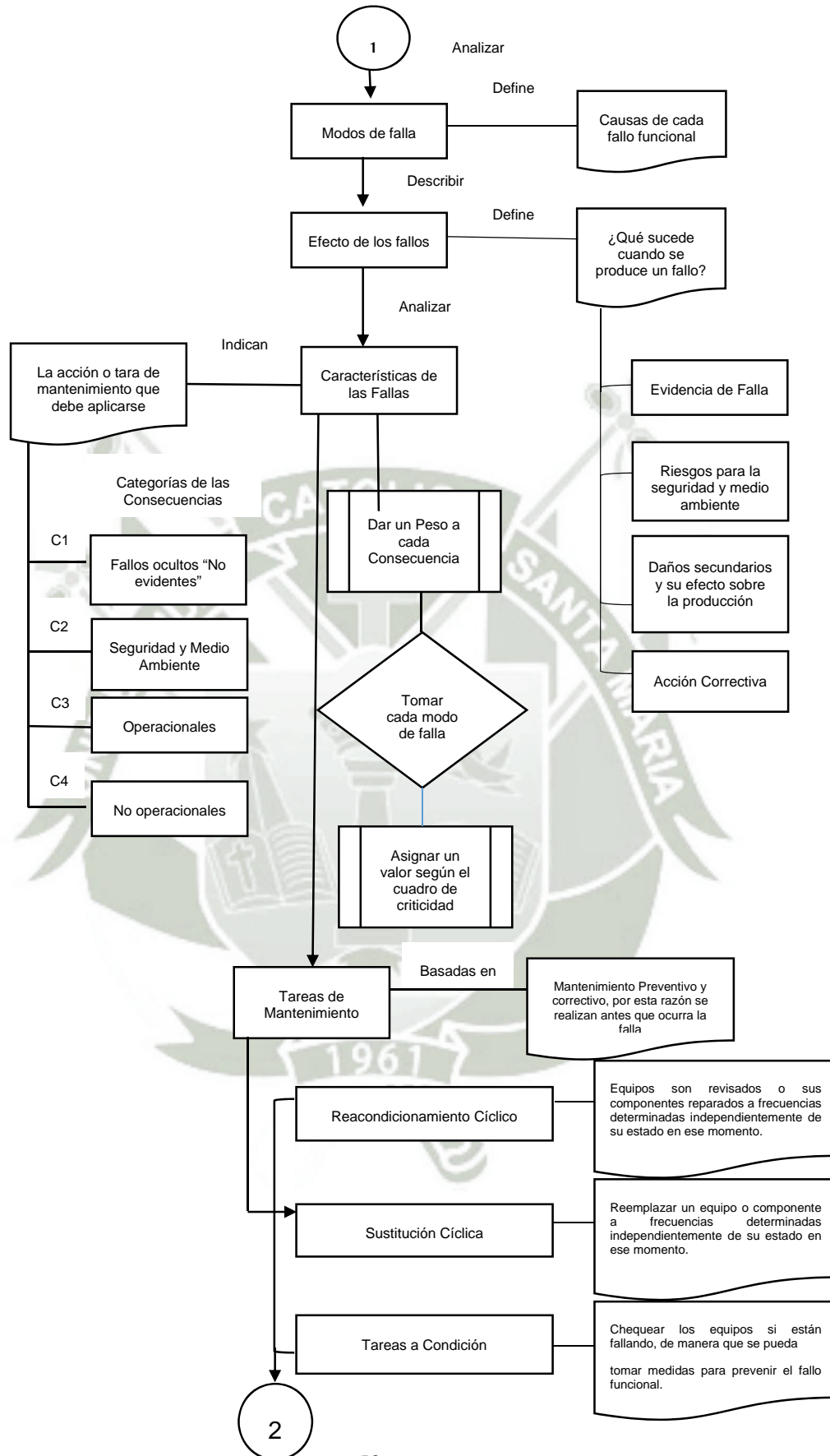
La implementación del RCM, consta de fases que va desde la toma de decisión sobre la implementación de la estrategia RCM, hasta el último análisis de cada una de las partes que conforman el equipo y/o máquina.

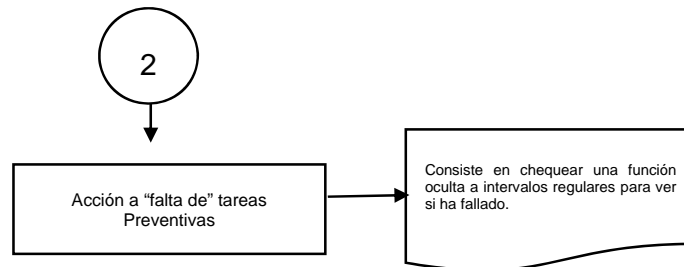
También se aplica de manera simultánea el análisis de Criticidad para todas las máquinas, sistemas y de esta manera efectuar la selección de las máquinas, sistemas, componentes y partes más críticas de los equipos. A continuación en la figura Nro. 42 se muestra el diagrama de flujo secuencial y de carácter descriptivo para la aplicación de la estrategia RCM.

**Figura Nro. 42**  
**DIAGRAMA DE APLICACIÓN DEL RCM**









**Fuente:** "Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a cielo abierto tomando como piloto La Flota Taladros de Voladura".

**Autor:** ARIZA Rincón, Albert Jair

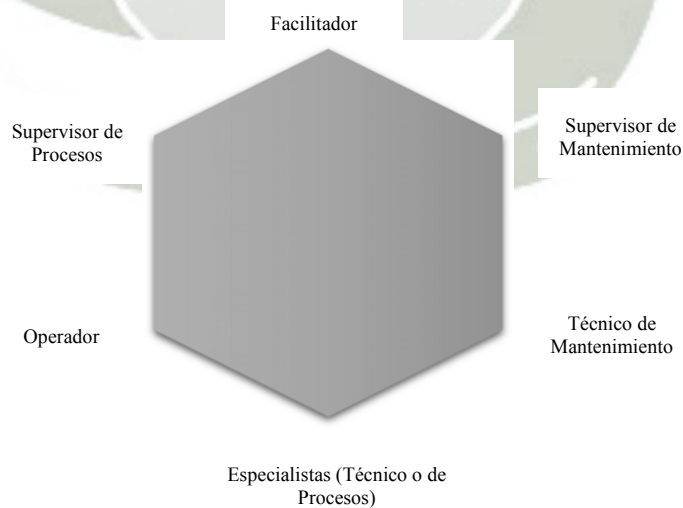
### 2.1.1. GRUPO DE TRABAJO RCM

La implementación de la Estrategia RCM depende mucho de las personas, ahora debemos conformar un "Equipo de trabajo RCM", el cual debe de estar conformado obligatoriamente por un facilitador, el encargado de mantenimiento y el de operación. El Equipo RCM tendrá como función básica definir y clasificar los objetivos y el alcance de la estrategia RCM en todos sus aspectos.

Para la aplicación de la estrategia se requiere que el Equipo RCM esté integrado por personas comprometidas con el trabajo de la empresa.

Según Moubray muestra el esquema de la estructura a utilizar para la formación del Equipo RCM de trabajo:

**Figura Nro. 43**  
**ESQUEMA DEL EQUIPO DE TRABAJO RCM**



**Fuente:** "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

**Autor:** MOUBRAY, John.

Para nuestro caso en el siguiente cuadro mostramos los integrantes de nuestro Equipo RCM.

**Figura Nro. 44**  
**CUADRO DE INTEGRANTES DEL EQUIPO RCM**

APELLIDOS Y NOMBRES	FUNCIÓN – EQUIPO RCM	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	FUNCIÓN O CARGO
Olger Rojas	Técnico de Mantenimiento de Rectificadoras	La función del Técnico de Mantenimiento es de Aplicar los conocimientos sobre mantenimiento para lograr que la disponibilidad de la rectificadora sea la más óptima posible, así como la identificación de fallas y su futura solución por medio de la aplicación de la estrategia RCM.	Técnico
Edulfo Gutiérrez	Supervisor de Mantenimiento	La función del supervisor de mantención es tener una visión Global de la empresa y del equipo a analizar en el proceso para aplicarlo posteriormente en el análisis RCM y su toma de decisiones.	Técnico
Fredy Herrera	Supervisor de Operaciones	La función del supervisor de Operaciones es tener una visión Global del Proceso que realizan los equipos de rectificado y un conocimiento de los mismos de tal forma que al aplicar el RCM, los resultados sean positivos en base a los procedimientos y procesos realizados.	Supervisor
Oscar Gómez Mario Valdez	Operadores	Grupo conformado por El personal que realiza las operaciones de Rectificado de Cilindros, los cuales tienen la función de conocer y utilizar correctamente el equipo. El grupo debe de estar permanentemente en capacitación para una mejor practica operativa	Técnicos
Ing. Marco A. Carpio Rivera	Facilitador	El facilitador es el líder del grupo de trabajo, su función básica consiste en guiar y facilitar el proceso de implantación del RCM, asegurando que éste sistema se realice de forma ordenada y efectiva.	Especialista

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

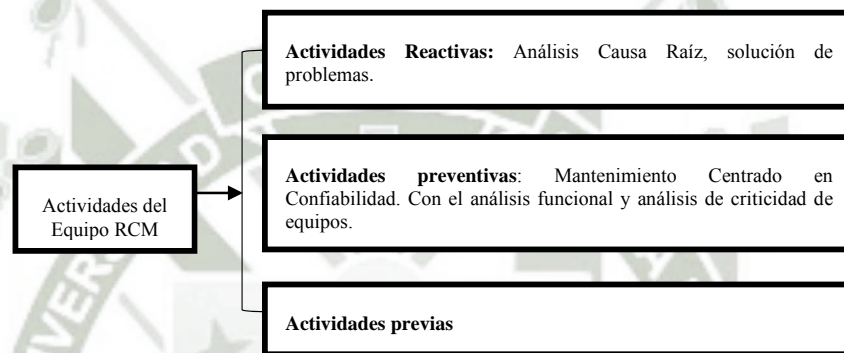


## 2.1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL EQUIPO RCM

En el siguiente cuadro mostramos las funciones que el Equipo RCM debe de desarrollar en el Taller de Maestranza Tornocentro Arequipa:

**Figura Nro. 45**

### DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL EQUIPO RCM



**Fuente:** "Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a cielo abierto tomando como piloto La Flota Taladros de Voladura".

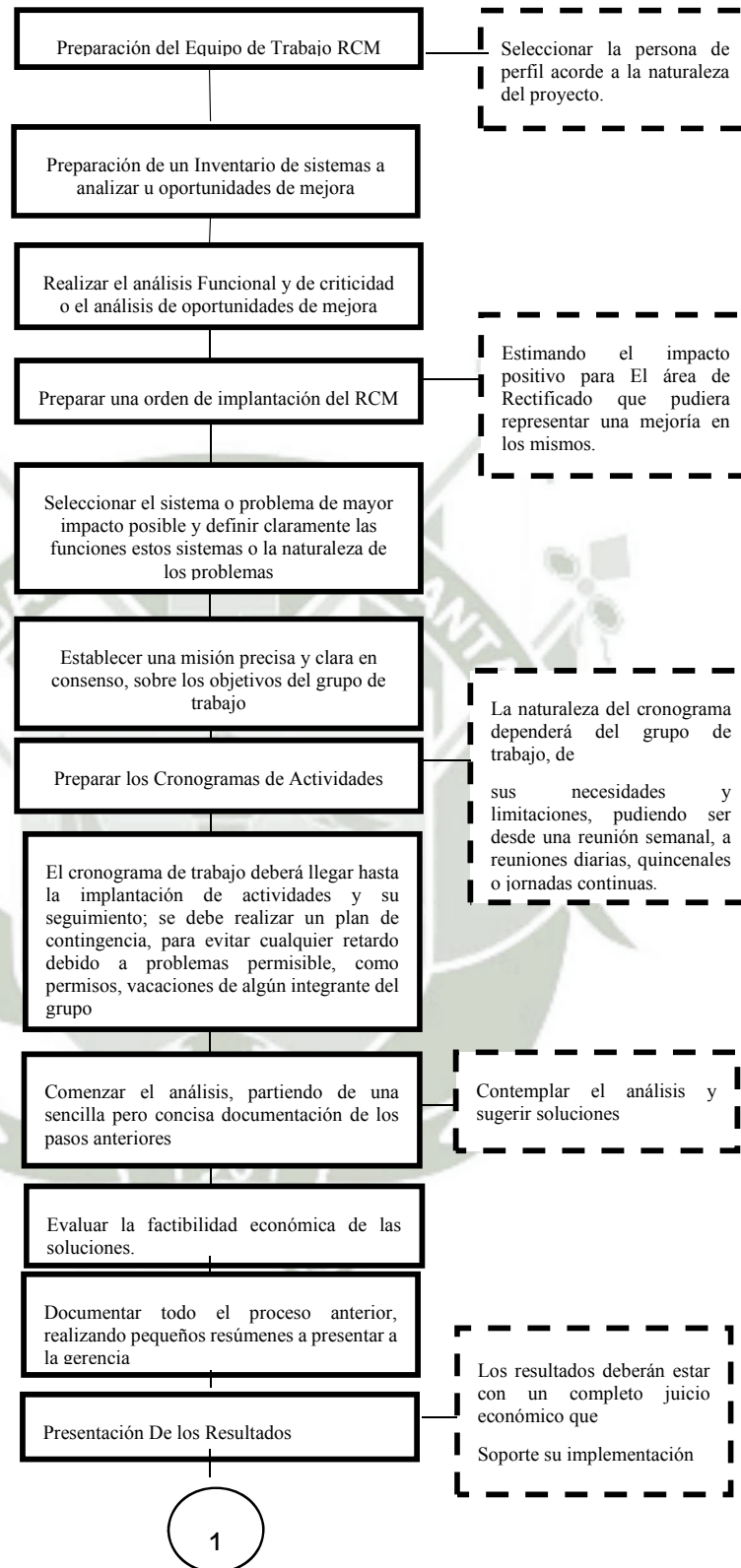
**Autor:** ARIZA Rincón, Albert Jair

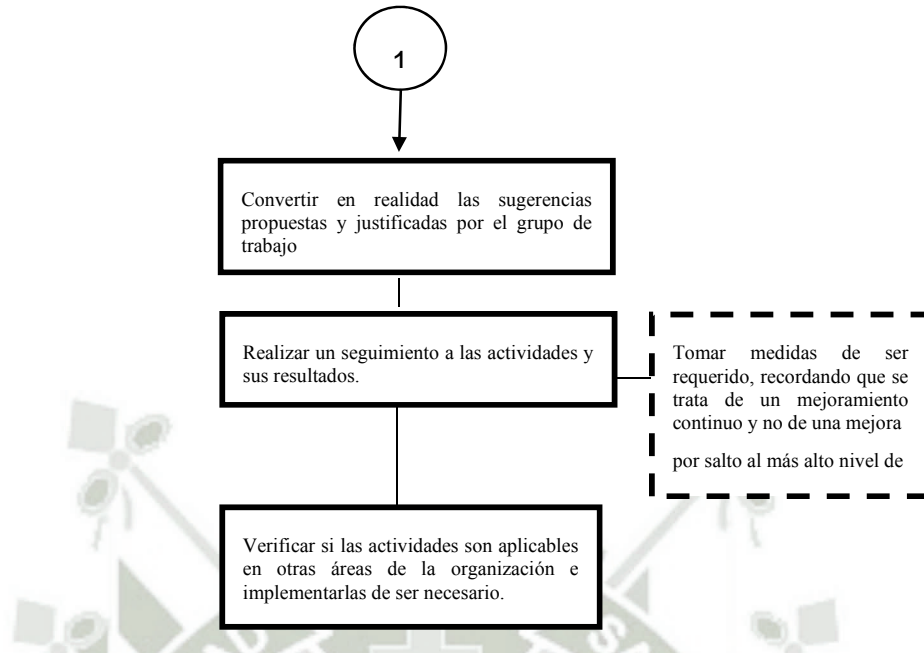
El desarrollo de estas actividades y su secuencia nos permitirá tener resultados favorables y positivos para la implementación de la estrategia RCM a los equipos seleccionados.

A continuación mostramos el diagrama de flujo para la secuencia de actividades que debe desarrollar el Equipo RCM en el taller:

**Figura Nro. 46**

**DIAGRAMA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL EQUIPO RCM**





*Fuente:* “Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a cielo abierto tomando como piloto La Flota Taladros de Voladura”.

*Autor:* ARIZA Rincón, Albert Jair

### 2.1.3. REUNIONES DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE RCM EN EL TALLER DE MAESTRANZA.

Para la implementación de la Estrategia RCM en el Taller de Maestranza Comercial Tornocentro Arequipa, se llevaron a cabo reuniones para poder analizar el estado actual del taller, como su disponibilidad de los equipos, el área de trabajo, la seguridad, etc. De dichas reuniones salían opiniones y sugerencias las cuales fueron y sirvieron para la implementación del RCM, todo ello para lograr un mejor beneficio para la empresa y sus trabajadores. A continuación se muestra el cuadro de reuniones programadas.



**Figura Nro. 47**

**CUADRO DE REUNIONES DEL EQUIPO RCM**

Nº	FECHA	OBJETIVO	OBSERVACIONES	PARTICIPANTES
1	10/11/2014	Realizar la primera reunión para dar inicio a la implementación del RCM al taller de maestranza. En este caso se darán a conocer los objetivos y cronograma de trabajo a realizar durante el proceso de implementación. Se asignan las responsabilidades a cada uno de los integrantes del Equipo RCM.	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento.</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento.</li> <li>• Supervisores de Operaciones.</li> <li>• Facilitador.</li> </ul>
2	12/11/2014	Reunión con el personal técnico de mantenimiento y el supervisor de mantenimiento para la presentación del cronograma de trabajo en el proceso de implementación del RCM.	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
3	28/11/2014	Desarrollo del Análisis de Criticidad por el grupo para los equipos críticos del taller	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
4	3/12/2014	Desarrollo de la taxonomía y jerarquización de los Sistemas, Componentes y Partes del equipo.	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
5	09/03/2015	Desarrollo del Análisis de Fallas	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
6	6/04/2015	Revisión del Análisis de Fallas	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
7	24/04/2015	Desarrollo del Análisis de los Efectos de Fallas	Ausencia de Libros de Registro de Consecuencias de fallas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
8	11/05/2015	Estimación de las Horas de duración de las tareas	Ausencia de Manuales de Procedimientos para el Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
9	23/06/2015	Elaboración de la Hoja de Decisión del RCM	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>
10	06/07/2015	Elaboración de las Tareas y Procedimientos de Mantenimiento	Ausencia de Manual de Procedimientos de Mantenimiento de los Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicos de Mantenimiento</li> <li>• Supervisor de Mantenimiento</li> <li>• Facilitador</li> </ul>

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

El estudio e implementación de la estrategia RCM se basa en la realización de un análisis del estado actual de los equipos existentes en el taller, por ende se puede apreciar que los equipos no cuentan con una Codificación, además de eso carece de un mapa de distribución de planta adecuado, por lo cual este estudio se basara en la realización de una nueva distribución y organización del taller con su codificación correspondiente.

**Figura Nro. 48**

**CUADRO DE RELACION DE EQUIPOS**

Ítem	Nombre de Maquina
1	Rectificadora de cilindros
2	Cepilladora de superficies planas
3	Torno Paralelo PINACHO
4	Rectificadora de asientos de válvulas de culata
5	Barrenadora Horizontal fija
6	Rectificadora de bielas
7	Rectificadora de cigüeñales
8	Taladro de columna
9	Asentador de cuchillas
10	Cepilladora de canales
11	Torno Paralelo PINACHO
12	Fresadora Universal
13	Torno Paralelo HARRISON
14	Torno Paralelo PINACHO
15	Bruñidora de cilindros
16	Enderezadora de ejes
17	Balanceadora de giro

Ítem	Nombre de Maquina
18	Prensa de 150 ton
19	Prensa de 30 ton
20	Soldadora de arco eléctrico INDURAMA
21	Soldadora de arco eléctrico SOLANDINAS
22	Soldadora de arco eléctrico INVERTEC
23	Soldadora de arco eléctrico MIC
24	Soldadora de oxiacetilénico
25	Barrenadora portátil
26	Compresora de aire de 200 litros HYUNDAI

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio







## 2.2. CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Después de realizar un listado de los equipos del taller de maestranza se pudo visualizar que no contaba con una codificación que la pudiera identificar por ende es que se procedió a realizar una codificación de equipos lo cual es muy importante para la implementación de la Estrategia RCM.

A continuación mostramos la metodología de codificación empleada en el taller de maestranza.

## 2.3. METODOLOGÍA DE CODIFICACIÓN

### 2.3.1. ÁREAS DE TRABAJO

El taller de maestranza se divide en Áreas de Trabajo, de la siguiente manera:

- Área de Rectificado
- Área de Maquinado
- Área de Soldadura

A continuación se muestra el cuadro de codificación de áreas:

**Figura Nro. 50**  
**CODIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DEL TALLER**

AREAS DE TRABAJO	CÓDIGO
Área de Rectificado	AR
Área de Maquinado	AM
Área de soldadura	AS

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

### 2.3.2. NOMENCLATURA DE LOS NOMBRES DE LAS MAQUINAS

Seguidamente después de las siglas de la designación de áreas, van las siglas de nombre de los de los equipos, con la finalidad de poder identificar rápidamente el equipo.

**Figura Nro. 51**  
**CODIFICACIÓN NOMBRES DE LOS EQUIPOS**

<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>	<b>CODIGO</b>
Rectificadora de cilindros	<b>RECI</b>
Cepilladora de superficies planas	<b>CESP</b>
Bruñidora de cilindros	<b>BRCI</b>
Rectificadora de asientos de válvulas de culata	<b>RECU</b>
Barrenadora Horizontal fija	<b>BRHO</b>
Rectificadora de bielas	<b>REBI</b>
Rectificadora de cigüeñales	<b>RECG</b>
Barrenadora portatil	<b>BRPO</b>
Asentador de cuchillas	<b>ASCH</b>
Cepilladora de canales	<b>CECD</b>
Torno Paralelo	<b>TOPA</b>
Fresadora Universal	<b>FRUN</b>
Taladro de columna	<b>TACO</b>
Enderezadora de ejes	<b>ENEJ</b>
Balanceadora de giro	<b>BAGI</b>
Prensa de 150 ton	<b>PRHI</b>
Prensa de 30 ton	<b>PRME</b>
Soldadora de arco eléctrico INDURAMA	<b>SOAE</b>
Compresora de aire de 200 litros HYUNDAI	<b>COAI</b>
Soldadora de oxiacetileno	<b>SOOX</b>

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*



### 2.3.3. NUMERACIÓN DE LOS EQUIPOS POR ÁREA

Por último paso es designarle un número arábigo a cada equipo, según su área de trabajo, para poder saber cuántos equipos del mismo tipo tenemos.

A continuación presentamos en el cuadro la codificación de todos los equipos del taller de maestranza.

**Figura Nro. 52**

#### **CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE MAESTRANZA**

1	Rectificadora de cilindros	AR-RECI-01
2	Cepilladora de superficies planas	AR -CESP-01
3	Bruñidora de cilindros	AR -BRCI-01
4	Rectificadora de asientos de válvulas de culata	AR -RECU-01
5	Barrenadora Horizontal fija	AR -BRHO-01
6	Rectificadora de bielas	AR -REBI-01
7	Rectificadora de cigüeñales	AR -RECG-01
8	Barrenadora portatil	AR-BRPO-01
9	Asentador de cuchillas	AM -ASCH-01
10	Cepilladora de canales	MH-CECD-01
11	Torno Paralelo PINACHO	AM -TOPA-02
12	Fresadora Universal	AM -FRUN-01
13	Torno Paralelo HARRISON	AM -TOPA-04
14	Torno Paralelo PINACHO	AM -TOPA-03
15	Torno Paralelo PINACHO	AM-TOPA-01
16	Taladro de columna	AM-TACO-01
17	Enderezadora de ejes	AM -ENEJ-01
18	Balancadora de giro	AM -BAGI-01

19	Prensa de 150 ton	AM -PRHI-01
20	Prensa de 30 ton	AM -PRME-02
21	Soldadora de arco eléctrico INDURAMA	AS-SOAE-01
22	Soldadora de arco eléctrico SOLANDINAS	AS -SOAE-02
23	Soldadora de arco eléctrico INVERTEC	AS -SOAE-03
24	Soldadora de arco eléctrico MIC	AS -SOAE-04
25	Compresora de aire de 200 litros HYUNDAI	EQ-COAI-01
26	Soldadora de oxiacetileno	AS -SOOX-01

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

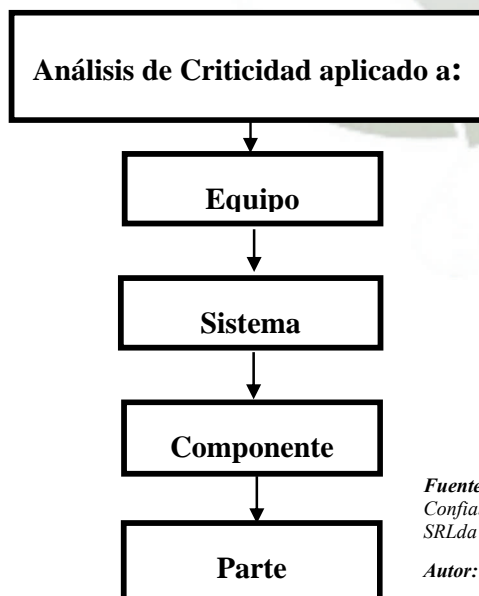
*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

### 2.3.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Este Análisis de Criticidad se da a través de la jerarquización de elementos, basándose en la frecuencia de Falla, Impacto Operacional, Flexibilidad Operacional, Costos y el Impacto de Seguridad y Medio Ambiente.

Para nuestra investigación se ha realizado un Análisis de Criticidad a nivel de Equipo, Sistema, Componente y Parte, el cual se puede ver en diagrama siguiente:

**Figura Nro. 53**  
**ALCANCE DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL EQUIPO**



*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

A Continuación se presentan los pasos más importantes para la aplicación del Análisis de Criticidad:

**Figura Nro. 54**  
**PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

N°	PASOS	DESCRIPCIÓN
1	Definición del alcance y objetivo del estudio.	El análisis de Criticidad permitirá priorizar las actividades de Mantenimiento a realizar en el equipo , además de identificar el equipo más crítico y poder aplicar estrategias de mantenimiento adecuadas
2	Identificación de los equipos a estudiar.	En el taller de maestranza con ayuda de los Supervisores de Mantenimiento, Técnicos de Mantenimiento y el Facilitador de RCM se identifican los equipos a los cuales se le va aplicar el análisis de criticidad.
3	Listado de los equipos a estudiar.	Seguidamente se realiza un listado de los equipos más importantes a los cuales se les aplicara un análisis de Criticidad.
4	Recolección de datos	La recolección de datos para la elaboración del Análisis de Criticidad se da en base a dos instrumentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuniones de Trabajo para el Análisis del Equipo</li> <li>• Encuesta dirigida</li> <li>• Manuales del Equipo</li> </ul>
5	Identificación de los Sistemas a Estudiar	Una vez determinado que equipo se le aplicara el análisis de criticidad, se seleccionaran los sistemas más críticos. Cabe resaltar que este procedimiento también se desarrolla en base a Reuniones Trabajo y Análisis.
6	Identificación de los Componentes a Estudiar	Una vez que se tengan los Sistemas más críticos se procederá a seleccionar los Componentes que tengan mayor criticidad dentro del sistema. Resaltar que este



		procedimiento también se desarrolla en base a Reuniones de Trabajo y Análisis.
N°	PASOS	DESCRIPCIÓN
7	Identificación de las Partes a Estudiar	Se deben de seleccionar las partes con mayor criticidad que conforman los componentes.
8	Cumplimiento del objetivo planteado <i>Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Torno centro Arequipa SRLda".</i>	Se logra priorizar las actividades de mantenimiento, por ende logramos una mejor distribución de los recursos respecto al mantenimiento de los equipos. <i>Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial</i>

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

En la Matriz de Criticidad, se han considerado los siguientes Factores:

**Figura Nro. 55**

**FACTORES PONDERADOS PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LOS EQUIPOS**

FACTOR	DESCRIPCIÓN
Frecuencia de Fallas	Es el número de repeticiones en un periodo de tiempo de una alteración del cumplimiento satisfactorio de un sistema, máquina o pieza.
Impacto Operacional	Porcentaje de Partes producidas por el equipo que se perjudican en cuanto a la calidad de las mismas acontece una falla.
Flexibilidad Operacional	Facilidad para efectuar un cambio rápido ante la presencia de una falla sin recaer en el aumento de costos o pérdidas.
Costos de Mantenimiento	Son los gastos que implica la labor de mantenimiento, sin incluir los costos producidos por la falla.
Impacto a la Seguridad y Medio Ambiente	Es un diagnostico en donde se observan los inconvenientes que tiene el sistema, máquina o pieza sobre las personas o el ambiente.
Frecuencia de Uso del Equipo	Parámetro utilizado para indicar la frecuencia del uso del equipo durante el año, en este caso la frecuencia de uso por semestre.

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

Estos factores serán evaluados en base a las siguientes condiciones de ponderación:

**Figura Nro. 56**  
**CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE CRITICIDADES**

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>		<b>PONDERACIÓN</b>
Mayor de 3 Fallas/Año		9
3 Fallas/Año		7
2 Fallas/Año		5
1 Fallas/Año		3
Menos de 1 Fallas/Año		1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>		<b>PONDERACIÓN</b>
Perdida de producción entre	81%-100%	9
Perdida de producción entre	61%-80%	7
Perdida de producción entre	31%-60%	5
Perdida de producción entre	16%-30%	3
Perdida de producción entre	0%-15%	1
<b>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR</b>		<b>PONDERACIÓN</b>
Más de 4 Semanas		9
3-4 Semanas		7
2-3 Semanas		5
1 -2 Semanas		3
Menos de 1 Semana		1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>PONDERACIÓN</b>
Mayor a \$ 1000		9

de \$500-\$1000	7
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
de \$250-\$500	5
de \$100 -\$250	3
Menos de \$ 100	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere de notificación a entes externos de la organización.	8
Afecta al Ambiente e instalaciones.	7
Afecta instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores en seguridad y ambiente.	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones y ambiente.	1
<b>FRECUENCIA DE USO DEL EQUIPO</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Mayor de 10 Meses	9
Entre 8 a 10 Meses	7
Entre 6 a 8 Meses	5
Entre 4 a 6 Meses	3
Menos de 4 Mes	1

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*



Para el análisis de criticidad, vamos aplicar la siguiente ecuación:

**Figura Nro. 57**  
**ECUACIÓN DE CRITICIDAD**

ECUACIÓN DE CRITICIDAD:  
**CRITICIDAD = Frecuencia x Consecuencia**  
 Consecuencia= a+b  
 Donde:

- a= Impacto Operacional x MTTR
- b= Costo de Mantenimiento + Impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene+ Frecuencia de uso del Equipo

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Primeramente vamos aplicar el análisis de criticidad para todos los equipos del taller de maestranza, con la finalidad de obtener el equipo más crítico al cual se le aplicara la estrategia del RCM. Como parte de la estrategia RCM es el análisis de criticidad el cual se le aplica tanto al equipo como al sistema, componente y parte, los resultados de la ecuación de criticidad son valorados y evaluados en una matriz de riesgo que se muestra:

**Figura Nro. 58**  
**MATRIZ DE CRITICIDAD**

<b>Frecuencia</b>	<b>9</b>	M	M	A	A	A
	<b>7</b>	M	M	A	A	A
	<b>5</b>	B	M	M	A	A
	<b>3</b>	B	B	M	M	A
	<b>1</b>	B	B	B	M	A
		<b>De 0 a 20</b>	<b>De 21 a 40</b>	<b>De 41 a 60</b>	<b>De 61 a 80</b>	<b>De 81 a 100</b>
		<b>Consecuencia</b>				

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Según la matriz los sistemas se clasifican en:

**Figura Nro. 59**  
**INTERPRETACIÓN DE LOS SISTEMAS EN LA MATRIZ DE CRITICIDAD**

MA	Muy Alto Nivel de Criticidad
A	Alto Nivel de Criticidad
B	Bajo Nivel de Criticidad
MB	Muy Bajo Nivel de Criticidad

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

A continuación se muestra las partes de las cuales está constituida la Matriz de Criticidad utilizada en la Investigación:

**Figura Nro. 60**  
**MATRIZ DE CRITICIDAD**

ITEM	AREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	AÑOS DE SERVICIO	HORAS DE SERVICIO ANUALES (HORAS/AÑO)
1		AR-RECI-01	RECTIFICADORA DE CILINDROS				

**AREA:** Se coloca el área a la cual pertenece la rectificadora.

**CODIGO Y EQUIPO:** Se detallan el Código y el Equipo en el cual se realiza el Análisis de Criticidad.

**MARCA, MODELO:** Señala la Marca y el Modelo de la Maquina.

**AÑOS DE SERVICIO Y HORAS DE SERVICIO ANUALES:** Se Especifica el tiempo que la Máquina ha venido operando desde su adquisición y las horas que

FACTORES							FRECUENCIA	IMPACTO	CRITICIDAD	MATRIZ
FRECUENCIA DE FALLAS	LINEA DE PRODUCCION	IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DE USO DEL EQUIPO				
5	9	7	7	5	5	9	5	61	306	MA

**FACTORES:** En ese rubro se colocan el valor de los criterios para cada una de las Partes de la Maquina. (Ver Criterios de Evaluación)

**ECUACIÓN DE CONSECUENCIA:** En este este caso se colocan los valores de a y b respectivamente según los Criterios de evaluación, la frecuencia de fallas es la misma y la Consecuencia se determina mediante la suma de a y b . Al realizar el producto entre la Frecuencia de fallas y la Consecuencia se obtiene el valor de Criticidad.

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

También en la matriz de criticidad se ha aplicado los factores de ponderación y la Línea de Producción, los cuales se pueden ver en la siguiente matriz:

**Figura Nro. 61**  
**MATRIZ DE FACTORES DE PONDERACIÓN**

CRITERIO	CODIGO	VALOR DEL CRITERIO DE PONDERACIÓN
I(Impacto Operacional)	a	0.5
MTTR(Tiempo Promedio para Reparar)	b	0.2
CM(Costos de Mantenimiento)	c	0.1
ISH(Impacto en la Seguridad e Higiene)	d	0.1
FU (Frecuencia de uso del Equipo)	e	0.1

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

A continuación se puede definir al Impacto como:

**IMPACTO=** (CRITERIO DE LINEA DE PRODUCCIÓN) x ((CRITERIO DE IMPACTO OPERACION x FACTOR DE PONDERACION DEL IMPACTO OPERACIONAL)+(CRITERIO DE TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR x FACTOR DE PONDERACION DE TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR)+(CRITERIO DE SEGURIDAD E HIGIENE x FACTOR DE PONDERACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE)+(CRITERIO DE COSTO DE MANTENIMIENTO x FACTOR DE PONDERACIÓN DE COSTO DE MANTENIMIENTO)+(CRITERIO DE FRECUENCIA DE USO DEL EQUIPO x FACTOR DE PONDERACIÓN DE FRECUENCIA DE USO DEL EQUIPO))

Para la aplicación de la Ecuación de impacto los criterios de evaluación de Criticidades van de 1 a 9, con la única diferencia que a estos criterios se le multiplica el factor de ponderación por Criterio.

Finalmente obteniendo este resultado y utilizando la misma Matriz de Criticidad anteriormente descrita se procede a determinar el valor de Criticidad el Componente, a continuación se presenta la Ecuación de Criticidad utilizada:



**Figura Nro. 62**

**ECUACIÓN DE CRITICIDAD POR LA METODOLOGÍA DE  
FACTORES DE PONDERACIÓN**

<b>CRITICIDAD= FRECUENCIA x IMPACTO</b>
---

**Fuente:** “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

En este caso la Ecuación de Criticidad considera el Producto de la Frecuencia de Fallas y el Impacto anteriormente determinado dando como resultado el valor de la Criticidad el cual es escrito en la Matriz.

Para poder visualizar el Desarrollo de esta metodología ver el Anexo N° 2.

**Figura Nro. 63**

**MATRIZ DE CRITICIDAD POR FACTORES DE PONDERACIÓN**

FRECUENCIA DE FALLAS	LINEA DE PRODUCCIÓN	FACTORES					FRECUENCIA	IMPACTO	CRITICIDAD	MATRIZ
		IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DE USO DEL EQUIPO				
5	9	7	7	5	5	9	5	61	306	MA

**FACTORES:** En ese rubro se colocan el valor de los factores de Ponderación, en una primera instancia se considera el valor de la frecuencia de fallas y el de la línea de producción esto en función de los criterios de Criticidad, posteriormente se colocan los valores de los criterios hasta completar

**CRITICIDAD:** Se detallan el valor de la frecuencia de fallas el cual es el mismo que se cita en las celdas anteriores, posteriormente se aplica la ecuación de Impacto para luego aplicar la ecuación de Criticidad la cual es Frecuencia por impacto , de esta forma se obtiene el valor de Criticidad

**Fuente:** “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

### **2.3.5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DEL TALLER DE MAESTRANZA**

La aplicación del análisis de criticidad a los equipos del Taller de Maestranza Comercial Tornocentro Arequipa se puede ver con detalle en el Anexo N° 2.

Según este análisis se puede ver que el equipo de mayor índice de criticidad se encuentra en el área de rectificado y se llama Rectificadora de Cilindros T716A de código AR-RECI-01, con un valor de criticidad de 333, para el cual se prosigue hacer su análisis a continuación.

### **2.3.6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.**

Una vez determinado el equipo crítico se prosigue a realizar el análisis de criticidad de los sistemas que la conforman, este análisis se puede ver en el Anexo N° 3. Según este análisis los sistemas más críticos son: el sistema de avance de la herramienta y el sistema de giro de la herramienta, con un valor de criticidad de 205 para cada uno, para el cual se prosigue hacer su análisis de partes y componentes de todos los sistemas.

### **2.3.7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS.**

Para el Análisis de Criticidad de los Componentes que conforman la Rectificadora de Cilindros, se realiza el mismo procedimiento aplicado que en el caso de los sistemas. Es decir que cada sistema de la rectificadora de cilindros está constituido por un número de Componentes, los cuales han sido escogidos a base de opinión y experiencias del personal de Mantenimiento del área de rectificado, este análisis se ve con mayor detalle en el Anexo N° 4.

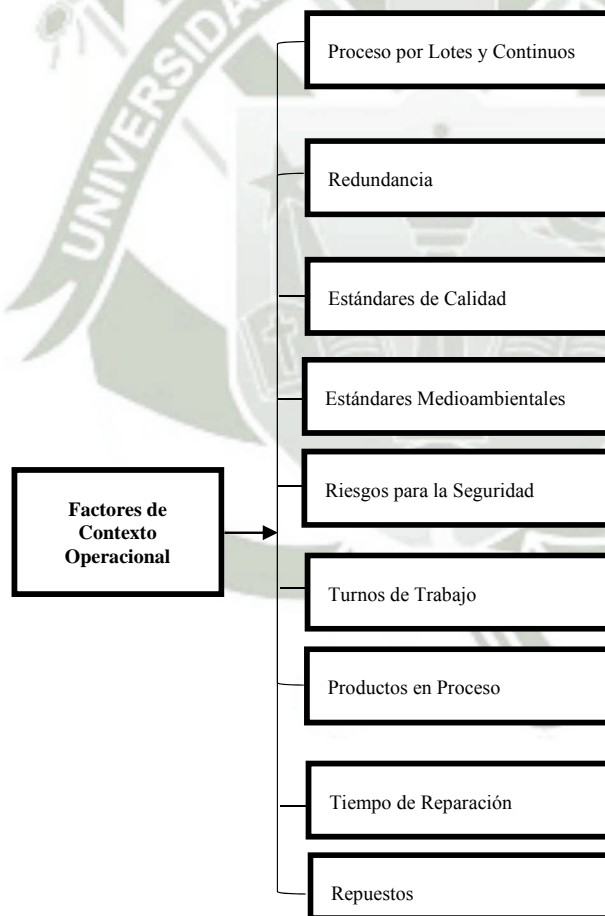
### **2.3.8. CONTEXTO OPERACIONAL**

Según el Análisis de Criticidad aplicado al taller de maestranza, podemos decir que la aplicación del RCM será implementado en la Rectificadora de Cilindros.

Esta máquina herramienta trabaja en promedio diario de manera constante unas 6 horas, sus actividades se realizan bajo estándares de calidad, ambiental y seguridad, los trabajos que realiza esta máquina herramienta es de acuerdo a la llegada de los monoblock los cuales son de dimensiones variables; el mantenimiento aplicado a este equipo es de dos tipos, preventivo y correctivo, el preventivo consta de cambio de aceite a las dos cajas de engranes con una frecuencia semestral. El mantenimiento correctivo es aplicado cuando se produce una falla que deje inoperativa la máquina, y su tiempo promedio de reparación es de 2 días. En cuanto a los repuestos más frecuentes que utiliza son: fajas, cojinetes, fusibles, contactares, termomagnéticos, entre otros.

Según Moubray para la elaboración del Contexto Operacional considera los siguientes factores:

**Figura Nro. 64**  
**CUADRO DE FACTORES DEL CONTEXTO OPERACIONAL**




*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.



**Figura Nro. 65**

**CUADRO DEL CONTEXTO OPERACIONAL POR FACTORES DE LA  
RECTIFICADORA DE CILINDROS**

<b>DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO</b>			
<b>NOMBRE</b>	Rectificadora de Cilindros	<b>IMAGEN</b>	
<b>MARCA</b>			
<b>MODELO</b>	T716A		
<b>SERIE</b>			
<b>PROCEDNCIA</b>	Francia		
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2000		
<b>ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO</b>			
<b>PORTA HERRAMIENTA</b>	110-43 mm de diámetro		
<b>PESO</b>	500 Kg		
<b>LARGO</b>	1.46 m		
<b>ALTO</b>	1.89 m		
<b>ANCHO</b>	2.19 m		
<b>TENSION</b>	380 V		
<b>FRECUENCIA</b>	60 Hz		
<b>ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO</b>			
<b>ESPECIFICACIONES DEL MOTOR</b>	Marca		KEM
	Modelo		Y 100 L2 – Y 90S
	Potencia:	4 HP – 1.5 HP	
	Frecuencia	60 Hz.	
<b>CONDICIONES GENERALES</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	Rectificado		
<b>AÑOS DE SERVICIO</b>	25 AÑOS		
<b>SITUACION ACTUAL</b>	Operativo		

CONDICIONES DE OPERACIÓN	
TURNOS DE TRABAJO AL DIA	1
N° DE HRS.DE TRABAJO X TURNO	6
N° DE RPM UTILIZADAS POR PROCESO	600 RPM ( aluminio)-190 RPM (fierro fundido)
TIPO DE MATERIAL UTILIZADO	Aluminio
	Fierro fundido
OPERADORES Y/O USUARIOS	
OPERADOR	Técnico
CONTEXTO OPERACIONAL-FACTORES	
PROCESOS	Por lotes
REDUNDANCIA	No
ESTÁNDARES DE CALIDAD	Si – desarrollo
ESTÁNDARES MEDIO AMBIENTE	Si – reciclaje
RIESGOS PARA LA SEGURIDAD	Si – EPP, charlas de Seguridad
TURNOS DE TRABAJO	1 turno – 8 hrs
PRODUCTOS	Monoblock de todo tipo de motores
TIEMPO REPARACIÓN	Mantto. Preventivo:
	Cambio aceite - semestral (1 hr)
	Pintado - Anual (2 días)
	Mantto. Correctivo:
	Fallas - eventual (2 a 3 días )
REPUESTOS	Fajas, cojinetes, fusibles, contactores, termomagnéticos,

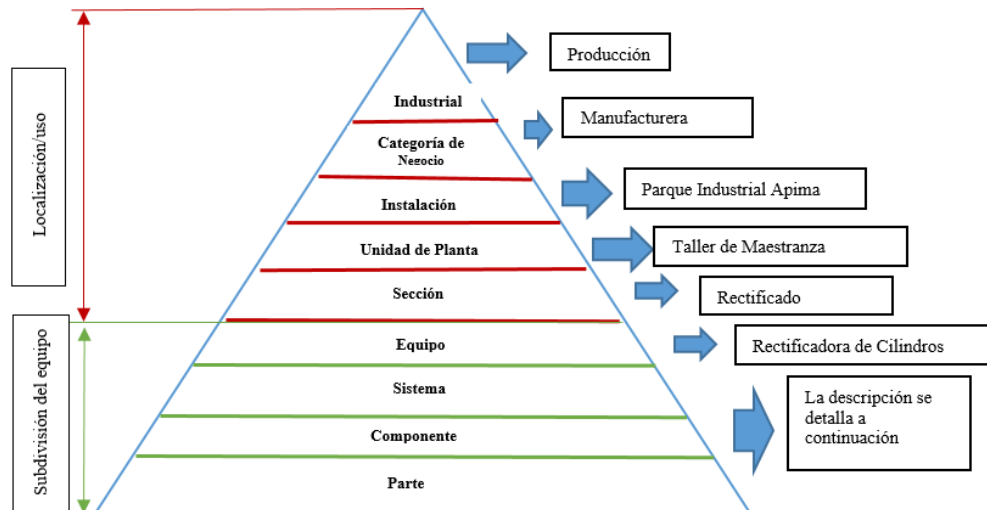
*Fuente: "MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS".*

### 2.3.9. TAXONOMÍA DEL EQUIPO

Para realizar el análisis RCM al equipo, es necesario hacer la taxonomía del equipo, esta taxonomía consiste realizar una clasificación sistemática en varios grupos, los cuales generan una jerarquía en base al uso y funcionamiento del equipo.

**Figura Nro. 66**

**PIRÁMIDE JERÁRQUICA DE TAXONOMÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM EN LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".  
*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**2.3.10. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA RCM**

Esta implementación se lleva a cabo por medio de una Hoja de Información en la cual se ha plasmado la estrategia para cada uno de los Sistemas que componen la Rectificadora de Cilindros, a continuación en el Anexo N° 5 se puede ver las partes y la metodología que se ha aplicado en la hoja de Información RCM :

**Figura Nro. 67**

**HOJA DE INFORMACIÓN RCM**

		TESIS : ELABORADO POR:	IMPLEMENTACIÓN DE						
<b>HOJA RCM</b>									
AMEF: ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS									
N°	FUNCION	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	EFECTO DE FALLA
		MODO DE FALLA (* NIVELES)				CAUSALIDAD	CAUSA RAIZ	ERROR HUMANO	
		FALLA FUNCIONAL	COMPONENTE	PARTE	FALLA DE PARTE				

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".  
*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



ENCABEZADO: Se encuentra el Nombre de la Persona quien va a realizar la implementación del RCM por cada Sistema, el nombre del Proyecto y el Nombre del Sistema.

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA: Este esta subdividido en Ocho Niveles de los cuales siete pertenecen al Análisis de las Fallas y los describimos a continuación:

- NIVEL DE FUNCIÓN: Se detallan la Función Principal y las Funciones Secundarias del Equipo.
- NIVEL NRO. 1 –SISTEMA: Se detallan las Fallas Totales y Parciales de la Función Principal y de las Funciones Secundarias, para diferenciarlas estas fallas una de la otra se va poner una letra; la letra A simboliza la Falla Total de la Función Principal y la letra B significa la Falla Parcial de la Función Principal y así consecutivamente para las Funciones Secundarias.
- NIVEL NRO. 2-COMPONENTE: Se detallan los Componentes del Sistema que presentan Fallas Totales o Parciales en términos de la Función Principal y Secundarias del Sistema.
- NIVEL NRO. 3-PARTE: Se detallan las Partes del Sistema que presentan Fallas Totales o Parciales en términos de la Función Principal y Secundarias del Sistema.
- NIVEL NRO. 4-MODO DE FALLA DE LA PARTE: Se detallan los probables modos de falla de las Partes del Sistema.
- NIVEL NRO. 5, 6 –CAUSALIDAD y CAUSA RAIZ: Se detallan las probables causas que ocasionaron la falla de la parte del Sistema.
- EFECTOS DE FALLAS: Se detallan las consecuencias que se presentan a raíz de los probables modos de fallas en cada uno de los Componentes de los Sistemas.

Seguidamente de aplicada la hoja de información se realiza una evaluación en función de las tareas realizadas, a esta actividad se le va llamar decisión de actividad y la podemos ver en la hoja de decisión que a continuación mostramos.

**Figura Nro. 68**  
**HOJA DE DECISIÓN**

ISTEMA DE AVANCE DE HERRAMIENTA																			
DURACION DE LA TAREA	REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS				ACCION A FALTA DE				TAREA PROPUESTA	INTERVALO INICIAL	A REALIZARCE POR	TIPO DE MANTENIMIENTO	HH	REPUESTO	INSUMOS	EQUIPO A UTILIZAR
								H1	H2	H3	S1								
	F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4								

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

DIAGRAMA DE DECISIÓN:

REFERENCIA DE INFORMACIÓN: Se detallan en Números arábigos y de letras las Funciones (F), Fallas Funcionales (FF) y los Modos de Falla de las Partes del Sistema.

EVALUACION DE CONSECUENCIAS: En la Evaluación de las consecuencias (H-Consecuencia del Fallo Oculto, S-Consecuencias para Seguridad, E-Consecuencias para el Medio Ambiente, O-Consecuencias Operacionales, N-Consecuencias No Operacionales).

La columna titulada H1/S1/O1/N1 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada para anticipar el modo de falla a tiempo como para evitar las consecuencias.

La columna titulada H2/S2/O2/N2 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico apropiada para prevenir las fallas.

La columna titulada H3/S3/O3/N3 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir las fallas.

ACCIÓN A FALTA DE: Las columnas tituladas H4, H5 y S4 en la hoja de Decisión son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas “a falta de”.

TAREA PROPUESTA: Se detalla la descripción de la Tarea Propuesta a seguir

INTERVALO INICIAL: Se detalla el intervalo de tiempo en el cual se ejecutará la tarea de Mantenimiento

A REALIZARCE POR: Menciona al Operario y/o encargado de realizar la Tarea.

TIPO DE MANTENIMIENTO: Detalla el Tipo de Mantenimiento a aplicar

H/H: Detalla la propuesta de las horas hombre necesarias para llevar a cabo la tarea

REPUESTOS: Se detallan los repuestos a utilizar durante la realización de la Tarea

INSUMOS: Se detallan los Insumos a utilizar durante la realización de la Tarea

EQUIPO A UTILIZAR: Se detallan los Equipos a utilizar durante la realización de la tarea.

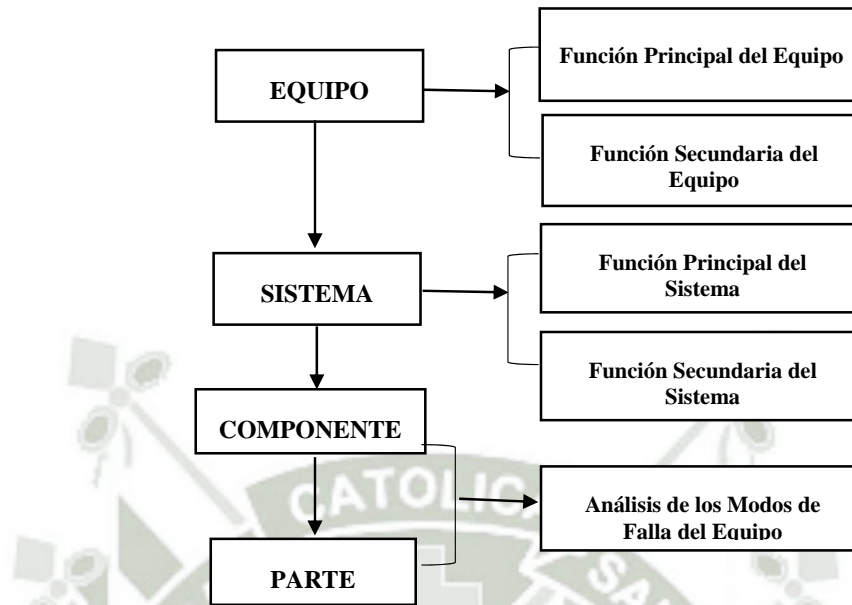
### **2.3.11. SISTEMAS , COMPONENTES Y PARTES DE LA MÁQUINA**

Para aplicar el RCM a la Rectificadora de Cilindros, es necesario seccionar la Máquina en Sistemas, Componentes y Partes, a las cuales se analizarán sus Funciones Principales, Secundarias, Fallas Funcionales, Fallas Totales, Fallas Parciales, Modos de Falla y las tareas de mantenimiento.

Esta estrategia se aplicara a los Sistemas que tengan un alto valor de relevancia en el equipo, lo cual se determinó gracias al análisis de criticidad de la máquina. Se ve en el siguiente diagrama la metodología de análisis aplicado:



**Figura Nro. 69**  
**NIVEL DE ANÁLISIS DE LA MÁQUINA**

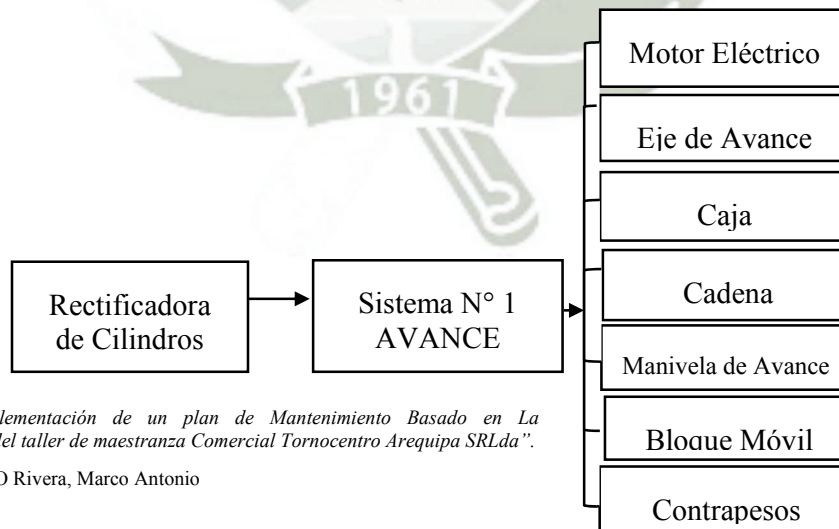


*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

A continuación se muestra los Sistemas y Componentes que constituyen la rectificadora de cilindros para la implementación del RCM.

**Figura Nro. 70**  
**CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

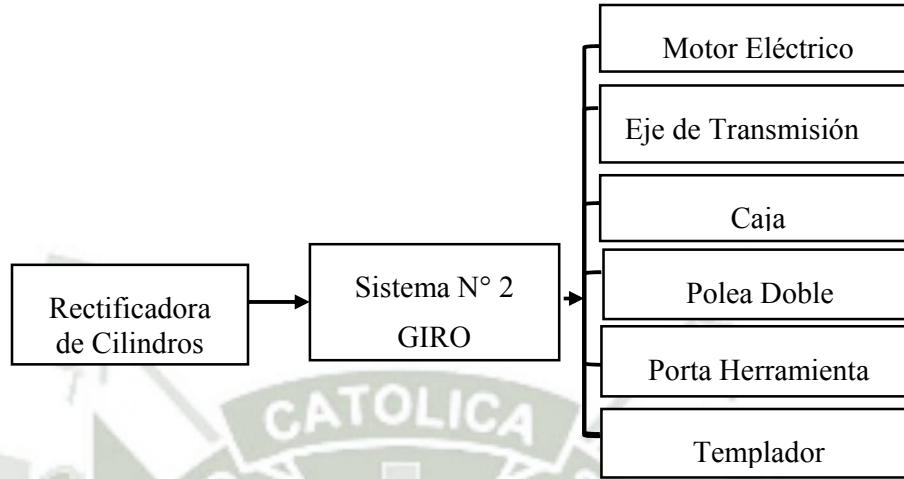


*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 71**

**CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

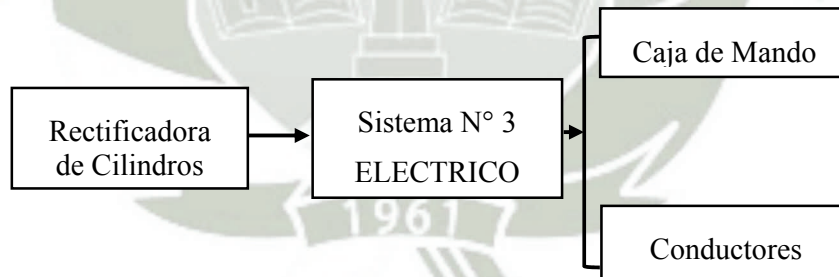


*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 72**

**CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 73**

**CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE  
CILINDROS**

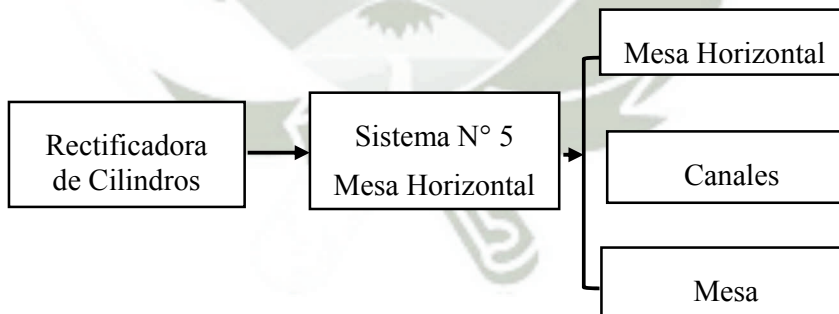


*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 74**

**CUADRO DE SISTEMAS, COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE  
CILINDROS**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

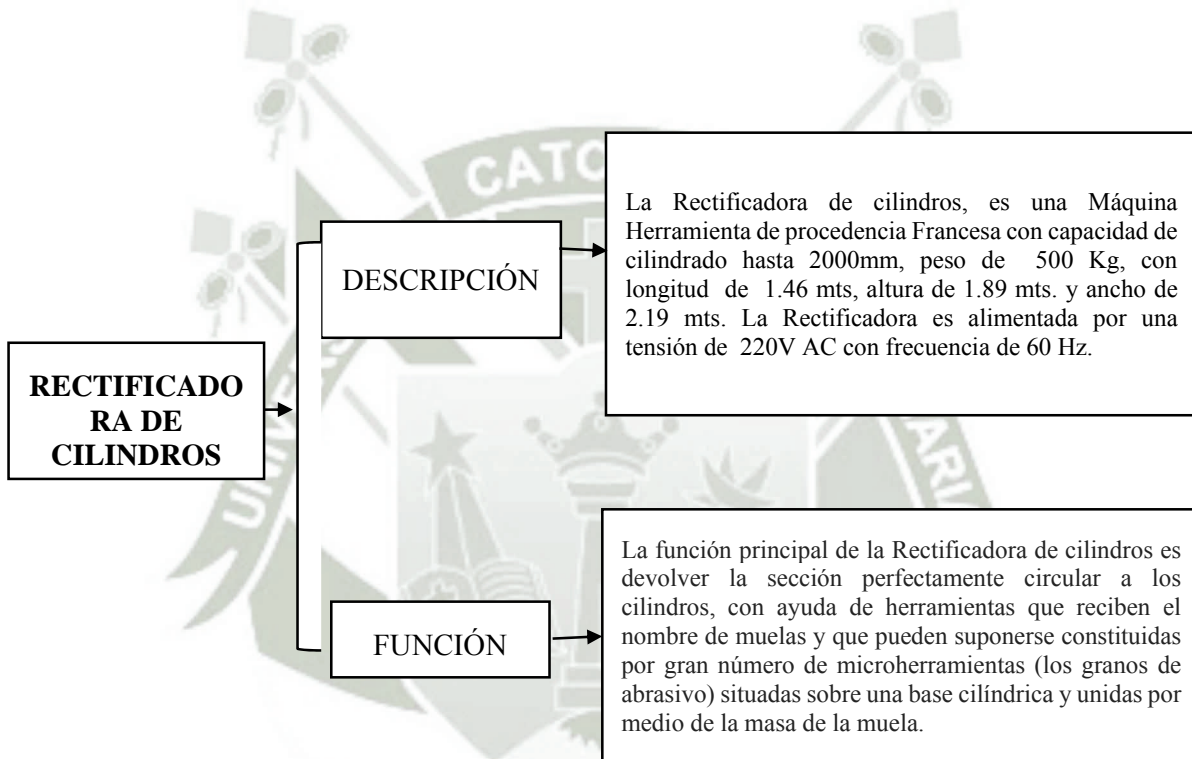
*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



### 2.3.12. DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DEL EQUIPO Y SUS SISTEMAS

La descripción del Equipo y los sistemas que lo conforman se muestran en el siguiente diagrama, así tenemos:

**Figura Nro. 75**  
**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN**

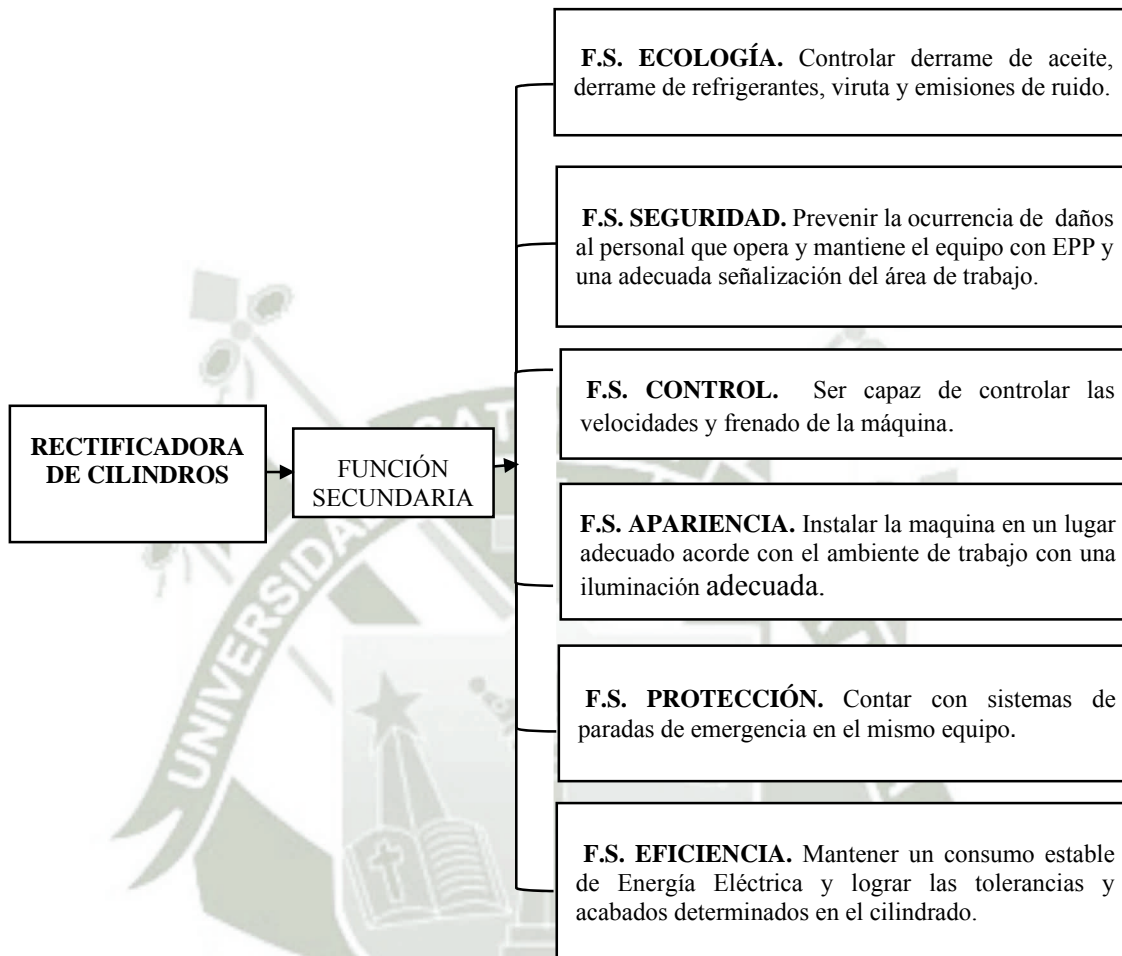


*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

Figura Nro. 76

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN

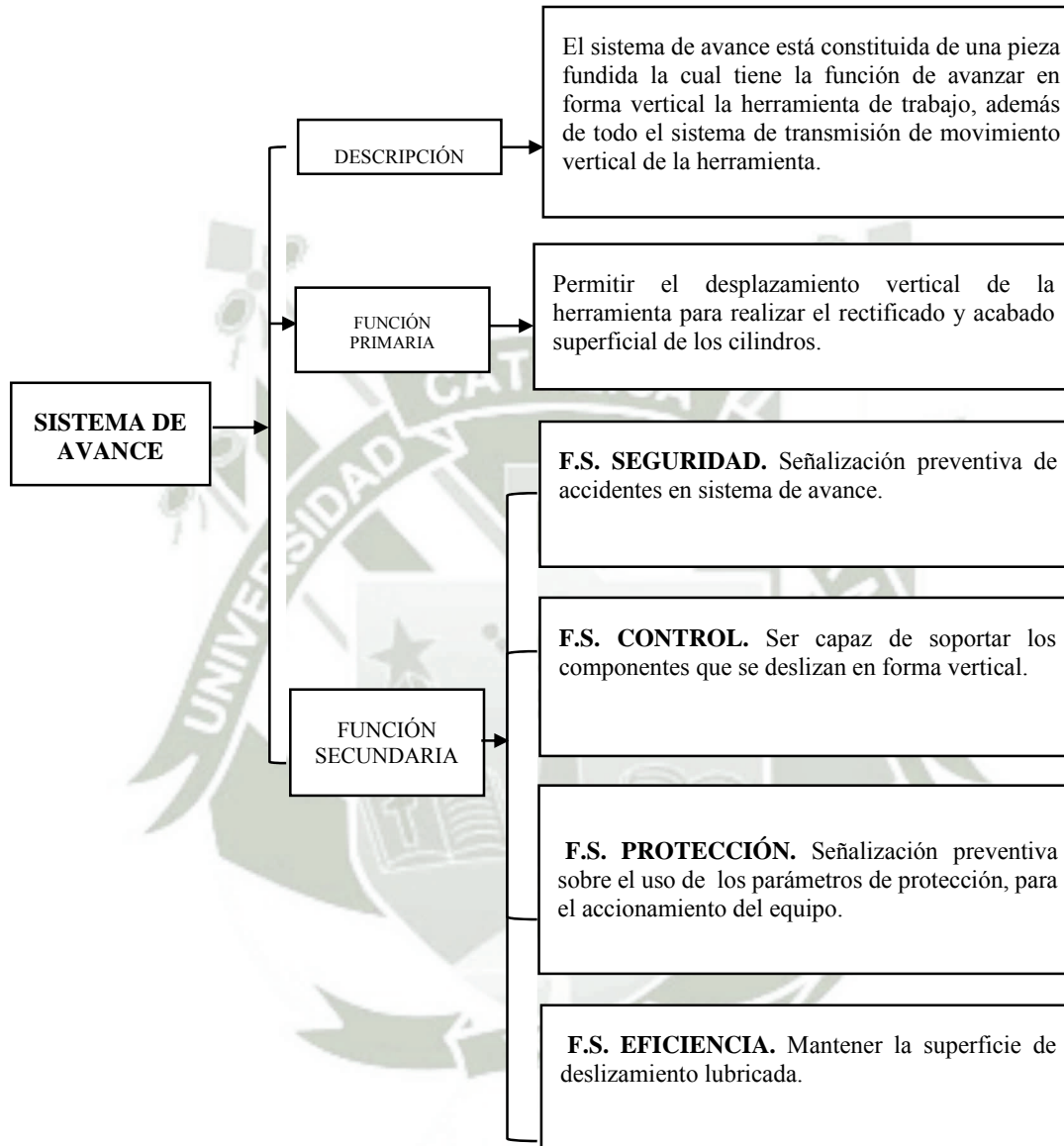


*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Figura Nro. 77

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN

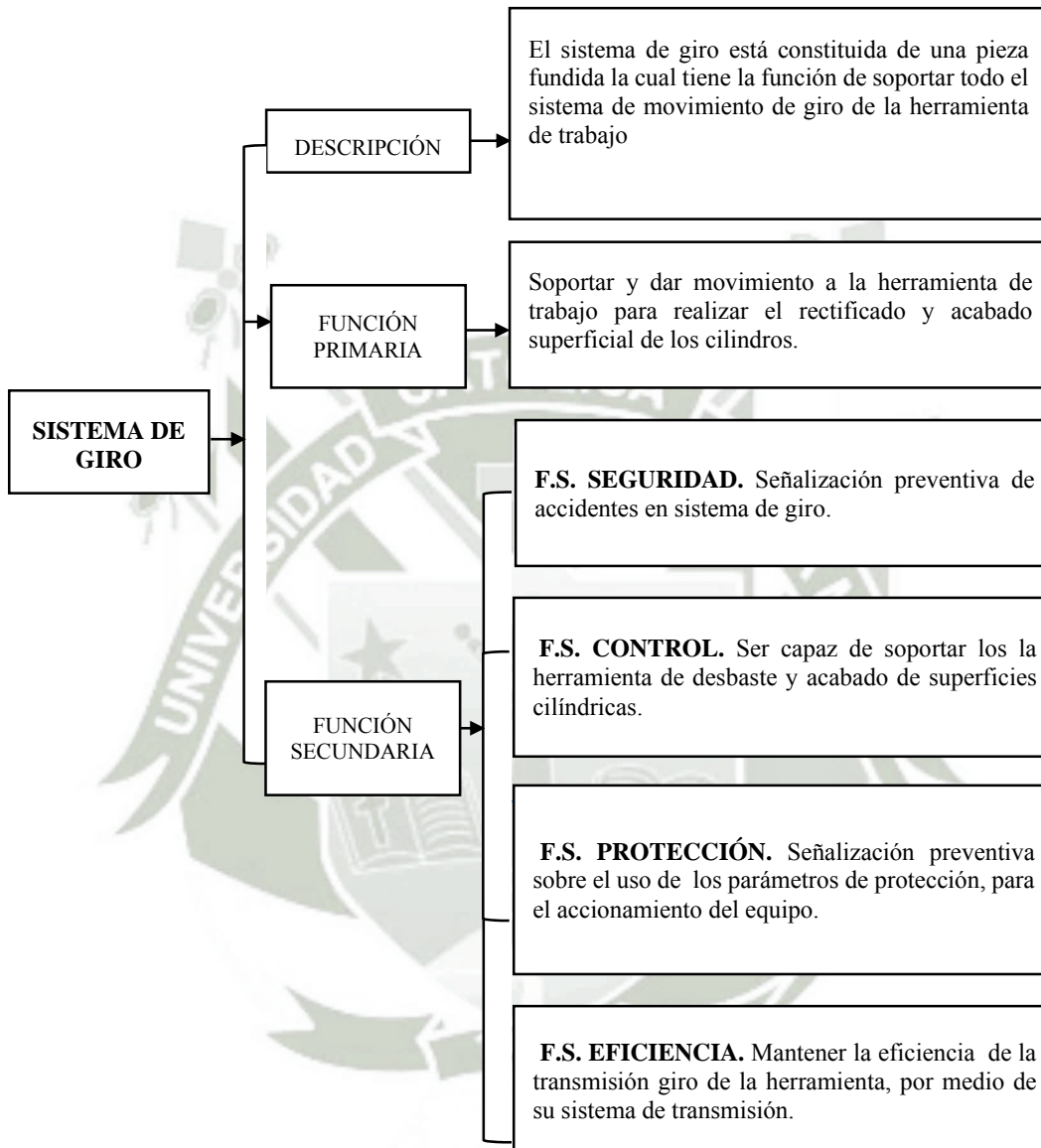


*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



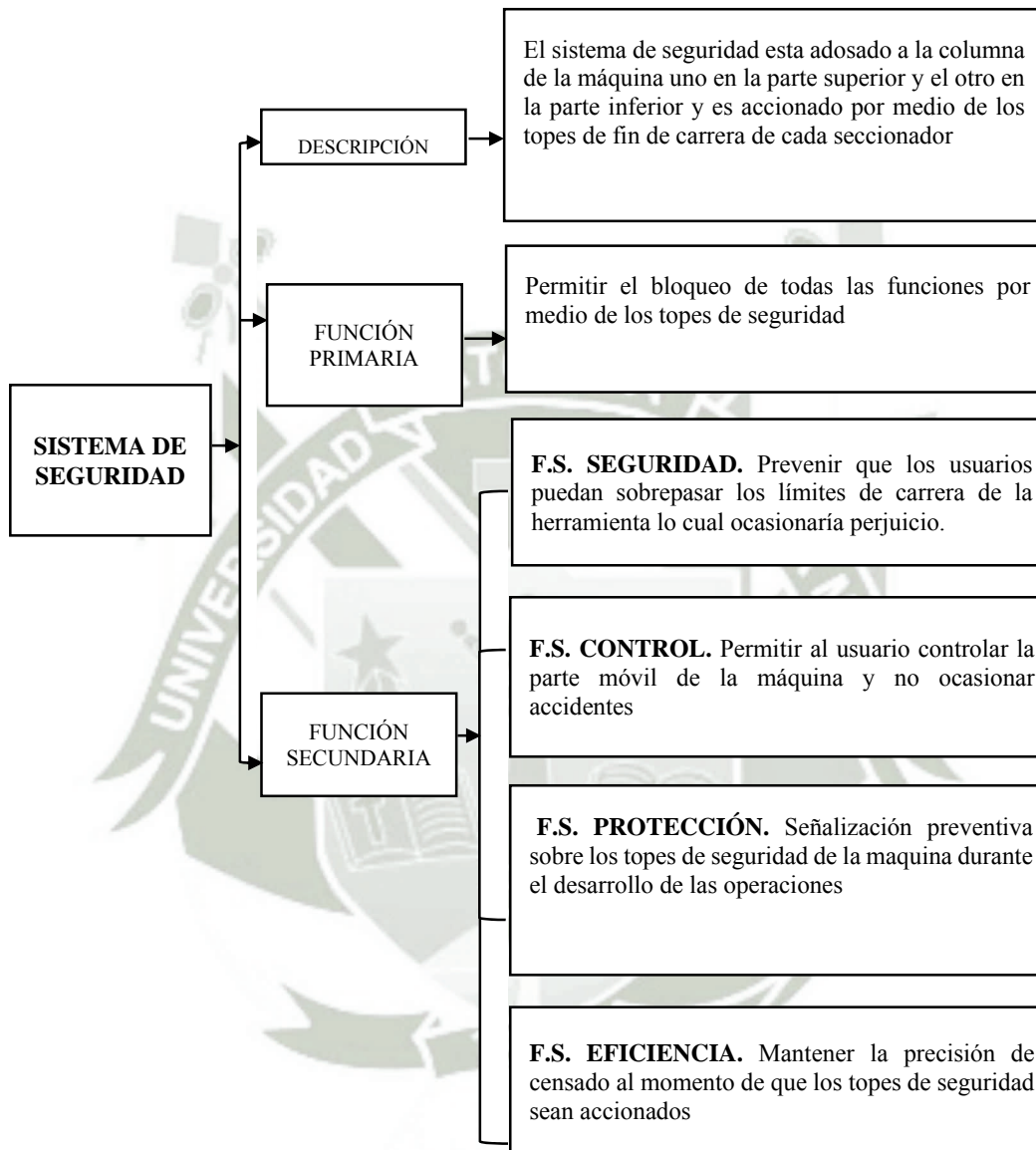
**Figura Nro. 78**  
**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN**



*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

**Figura Nro. 79**  
**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN**

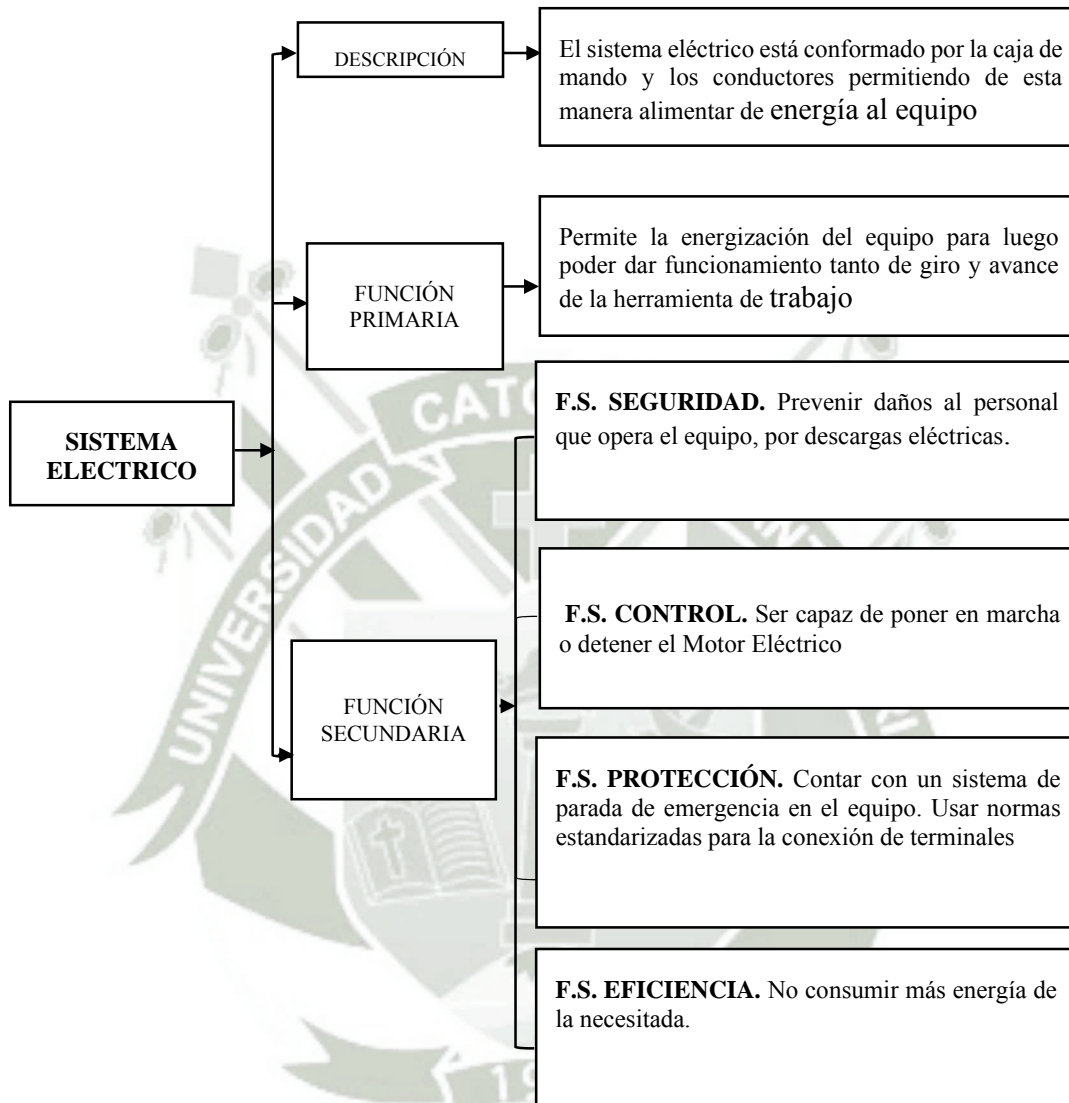


*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

Figura Nro. 80

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS QUE LO INTEGRAN



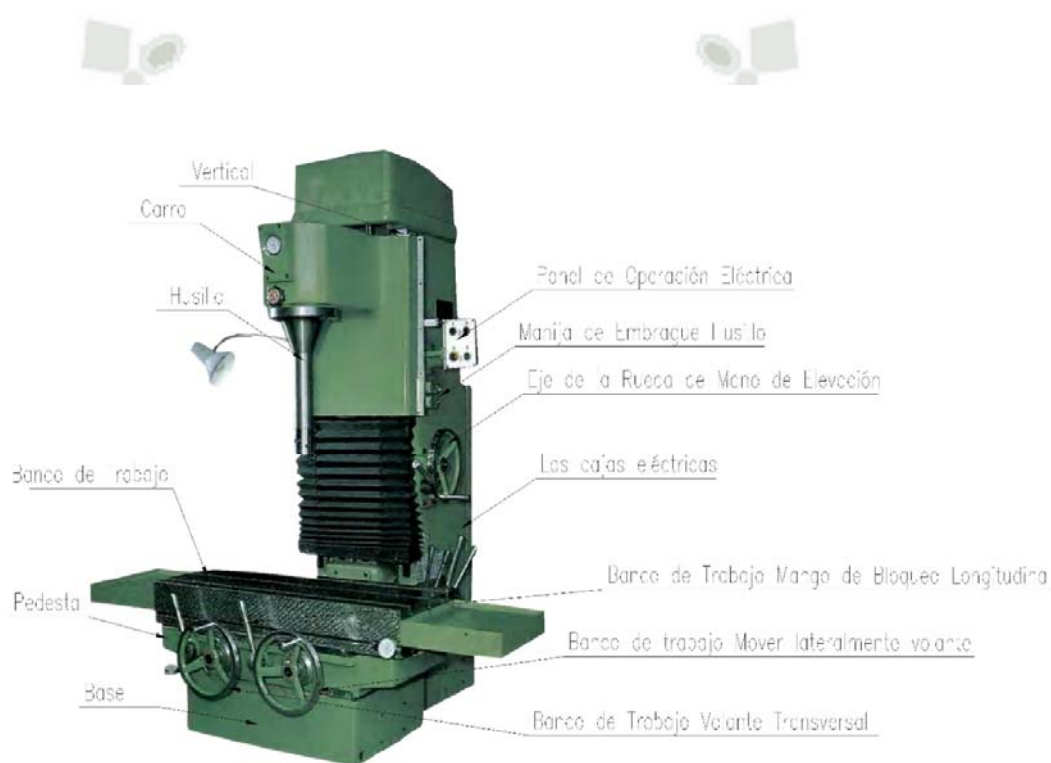
*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



Se muestra a continuación los Sistemas y Componentes de la Máquina Rectificadora de Cilindros

**Figura Nro. 81**  
**SISTEMAS Y COMPONENTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**



ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

*Fuente: "Manual de la Rectificadora de Cilindros"*

### 2.3.13. ANÁLISIS DE FALLAS TOTAL Y PARCIAL DEL EQUIPO Y LOS SISTEMAS

Una vez que han sido descritas las funciones Primarias y Secundarias de la Rectificadora de Cilindros y de cada uno de los Sistemas que lo componen, se establecen las Fallas Totales y Parciales de la Rectificadora de Cilindros y de cada uno de los Sistemas. A continuación se muestra un cuadro resumen de lo desarrollado en las Hojas RCM de la Investigación.

**Figura Nro. 82**

#### CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS

EQUIPO	FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	TIPO DE FUNCIÓN SECUNDARIA	FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA
RECTIFICADORA DE CILINDROS	La función principal de la Rectificadora de cilindros es devolver la sección perfectamente circular a los cilindros, con ayuda de herramientas que reciben el nombre de muelas y que pueden suponerse constituidas por gran número de micro herramientas (los granos de abrasivo) situadas sobre una base cilíndrica y unidas por medio de la masa de la muela.	No permite Rectificar los cilindros de los monoblock	Permite el rectificado de los cilindros de manera deficiente.	ECOLOGÍA	Controlar derrame de aceite, derrame de refrigerantes, viruta y emisiones de ruido.	No permite Controlar el derrame de aceite, derrame de refrigerantes, viruta y emisiones de ruido.	Permite Controlar de Manera Parcial el derrame de aceite, derrame de refrigerantes, viruta y emisiones de ruido.
				SEGURIDAD	Prevenir la ocurrencia de daños al personal que opera y mantiene el equipo con EPP y una adecuada señalización del área de trabajo	No Previene la ocurrencia de daños al personal que opera y mantiene el equipo.	Previene de manera parcial la ocurrencia de daños al personal que opera y mantiene el equipo
				CONTROL	Ser capaz de controlar las velocidades y frenado de la máquina.	No es capaz de controlar las velocidades y frenado de la máquina.	Permite controlar de manera Parcial las velocidades y frenado de la máquina.

EQUIPO	FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	TIPO DE FUNCIÓN SECUNDARIA	FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA
				APARIENCIA	Distribuir adecuadamente la maquina con una iluminación adecuada, guardando uniformidad con el resto de las maquinas	No se realiza la distribución adecuada de la máquina, iluminación y la uniformidad con el resto de las maquinas	La distribución de la maquina se realiza de manera deficiente con una iluminación poco adecuada y con uniformidad deficiente.
				PROTECCIÓN	Contar con sistemas de paradas de emergencia en el mismo Equipo.	No cuenta con sistemas de paradas de emergencia en el Equipo	NINGUNO
				EFICIENCIA	Mantener un consumo estable de Energía Eléctrica y lograr las tolerancias y acabados determinados en los cilindros	No Mantiene un consumo estable de Energía Eléctrica , así como no permite lograr las tolerancias y acabados determinados en los cilindros	Mantener un consumo parcialmente estable de Energía Eléctrica y como lograr de manera parcial las tolerancias y acabados de los cilindros

Figura Nro. 83

**CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

SISTEMAS	FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	TIPO DE FUNCIÓN SECUNDARIA	FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA
SISTEMA DE AVANCE	Permitir el desplazamiento vertical de la herramienta para realizar el rectificado y acabado		Permite el desplazamiento parcial de del desplazamiento de la	SEGURIDAD	Prevenir que los usuarios puedan accionar el sistema de avance bajo supervisión del personal especializado	Los usuarios accionan el sistema de avance sin supervisión del personal especializado.	Ninguno



superficial de los cilindros.	No permite el desplazamiento vertical de la herramienta para realizar el rectificado de las superficies cilíndricas	rectificadora de cilindros	<b>CONTROL</b>	Permitir al usuario controlar la acción de movimiento de avance de la máquina de manera segura	No permite al usuario controlar la acción de movimiento de avance de la máquina	<b>Ninguno</b>
			<b>PROTECCIÓN</b>	Señalización preventiva sobre el uso de los parámetros de protección, para el accionamiento de la máquina	No existe señalización preventiva sobre el uso de parámetros de protección para el accionamiento de la máquina	<b>Ninguno</b>
			<b>EFICIENCIA</b>	Mantener la superficie de deslizamiento vertical del sistema de avance siempre lubricada	No mantienen la superficie de deslizamiento vertical del sistema de avance lubricada	<b>Ninguno</b>

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

**Figura Nro. 84**

**CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

SISTEMAS	FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	TIPO DE FUNCIÓN SECUNDARIA	FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA
<b>SISTEMA DE GIRO</b>	Soportar y dar movimiento a la herramienta de trabajo para realizar el rectificado y acabado superficial de los cilindros.	No soporta ni da movimiento a la herramienta de trabajo para realizar el rectificado y acabado superficial de los cilindros.	Permite el soporte y movimiento parcial de las funciones de giro de la rectificadora de cilindros	SEGURIDAD	Prevenir que los usuarios puedan accionar el sistema de giro bajo supervisión del personal especializado	Los usuarios accionan el sistema de giro sin supervisión del personal especializado.	<b>Ninguno</b>
				CONTROL	Permitir al usuario controlar la acción de movimiento de giro de la máquina de manera segura	No permite al usuario controlar la acción de movimiento de giro de la máquina	<b>Ninguno</b>
				PROTECCIÓN	Señalización preventiva sobre el uso de los parámetros de protección, para el accionamiento de la máquina	No existe señalización preventiva sobre el uso de parámetros de protección para el accionamiento de la máquina	<b>Ninguno</b>
				EFICIENCIA	Mantener la transmisión de giro de la herramienta a diversas revoluciones.	No mantiene la transmisión de giro de la herramienta a diversas revoluciones	<b>Ninguno</b>

SISTEMAS	FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	TIPO DE FUNCIÓN SECUNDARIA	FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA
SISTEMA DE SEGURIDAD	Permitir el bloqueo de todas las funciones por medio de los topes de seguridad	No permite el bloqueo de todas las funciones por medio de los topes de seguridad	Permite el bloqueo parcial de las funciones por medio de los topes de seguridad	SEGURIDAD	Señalización preventiva, sobre prevenir que los usuarios puedan sobrepasar los límites de carrera de la herramienta lo cual ocasionaría perjuicio.	La acción de prevenir a los usuarios para el cuidado de los límites de seguridad no se da.	Ninguno
				CONTROL	Permitir al usuario controlar la acción del sistema de seguridad de la máquina de manera segura	No permite al usuario controlar la acción del sistema de seguridad de la máquina	Ninguno
				PROTECCIÓN	Señalización preventiva sobre el uso de los parámetros de protección y seguridad, para el accionamiento de la máquina	No existe señalización preventiva sobre el uso de parámetros de protección y seguridad, para el accionamiento de la máquina	Ninguno
				EFICIENCIA	Mantener la precisión de censado al momento de que los topes de seguridad sean accionados	No mantiene la precisión de censado al momento de que los topes de seguridad sean accionados	Ninguno

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

**Figura Nro. 85**

**CUADRO DE FALLAS TOTALES Y PARCIALES DE LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

SISTEMAS	FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN PRIMARIA	TIPO DE FUNCIÓN SECUNDARIA	FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA TOTAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA	FALLA PARCIAL DE LA FUNCIÓN SECUNDARIA
SISTEMA ELECTRICO	Brindar la energía eléctrica necesaria para el equipo, tomada de la red de distribución, con la finalidad de transformarla en energía de potencia mecánica.	No brinda la energía eléctrica necesaria para el equipo, tomada de la red de distribución, con la finalidad de transformarla en energía de potencia mecánica.	Brinda inadecuada energía eléctrica para el equipo, tomada de la red de distribución, con la finalidad de transformarla en energía de potencia mecánica.	EFICIENCIA	No consumir más energía de la necesitada	En todo el proceso se consume más energía de la necesitada	Ninguno
				SEGURIDAD	Prevenir daños por descargas eléctricas al personal que opera el equipo	Se producen descargas eléctricas a los operadores del equipo	Ninguno
				CONTROL	Ser capaz de poner en marcha o detener el motor eléctrico	No se puede controlar la puesta en marcha / detención del motor	Control inadecuado de la puesta en marcha / detención del motor
				PROTECCIÓN	Usar normas estandarizadas para la conexión de terminales	No se utiliza un estándar de conexión de terminales	Algunas conexiones no cumplen la norma utilizada

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

**2.3.14. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA**

En el análisis de Modos y Efectos de falla, es importante tomar en cuenta el análisis de criticidad del equipo. Para examinar los efectos de falla es necesario conocer dos aspectos importantes:

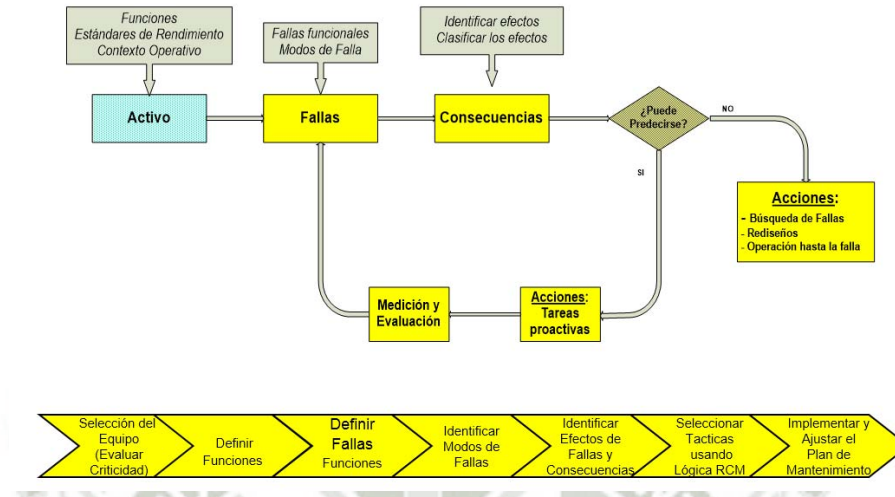
- Funcionamiento de la Máquina
- Los Probables Modos de Falla a Ocurrir

En las reuniones de Trabajo del Equipo RCM también se plantearon analizar los Modos y Efectos de Falla más probables que pudieran ocurrir en la rectificadora de cilindros, a continuación se muestra la metodología aplicada.



**Figura Nro. 86**

**PROCESO DE APLICACIÓN DEL RCM Y DETECCIÓN DE LOS MODOS Y EFECTOS DE FALLA**



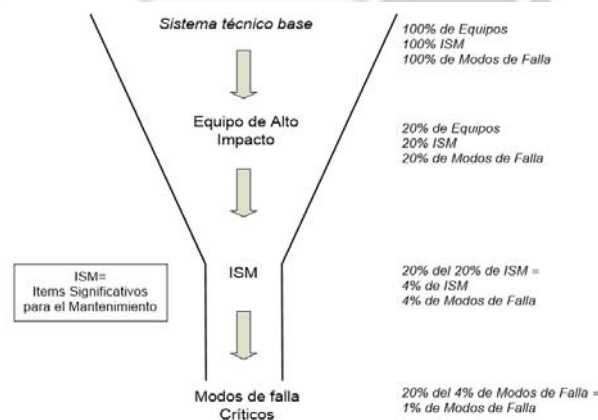
*Fuente: "Clases Magistrales de RCM-Maestría en Ingeniería de Mantenimiento".*

*Autor: LOPEZ, William*

En la figura a continuación para el análisis de los Efectos de Falla se ha aplicado la metodología de priorización de los efectos más probables de ocurrir en cada modo de falla.

**Figura Nro. 87**

**DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE RCM**



*Fuente: "Clases Magistrales de RCM-Maestría en Ingeniería de Mantenimiento".*

*Autor: LÓPEZ, William*

Los Modos y Efectos de Falla para la rectificadora de cilindros se ve en el Anexo N° 05.

### 2.3.15. EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLA

Según John Moubray la siguiente metodología para la evaluación de consecuencias de fallas se describe:

*“Una vez establecidos los Modos de Falla y los Efectos, se procede a averiguar las consecuencias de las fallas de tal forma que logre establecer una clasificación adecuada, ello en base a las consecuencias de las fallas.*

*La metodología consiste en realizar la separación y clasificación de las fallas que serán evidentes y las que son ocultas, luego se ordenan las consecuencias de las fallas evidentes en un orden de importancia creciente. Para desarrollar este procedimiento se ha utilizado una hoja RCM la cual está dividida por columnas y rubros que permiten el análisis RCM como es el caso de los sistemas, componentes, partes, modos de falla, efectos y tareas, la siguiente figura muestra las columnas con las siglas H, S, E, O y N son utilizadas para registrar las respuestas a las preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla. Las Columnas F, FF Y MF representan las Fallas, las Fallas Funcionales y los Modos de fallas de las Partes del Sistema.*

**Figura Nro. 88**  
**HOJA DE DECISIÓN RCM**

HOJA DE DECISIÓN RCM			SISTEMA/ACTIVO					SISTEMA N°		FACILITADOR	Fecha	Hoja
			SUB-SISTEMA/COMPONENTE					SUB-SISTEMA N°				De
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias			H1	H2	H3	Tareas "a falta de"		Tareas Propuestas	Frecuencia Inicial	A realizar por	
F   FF   MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4   H5   S4				

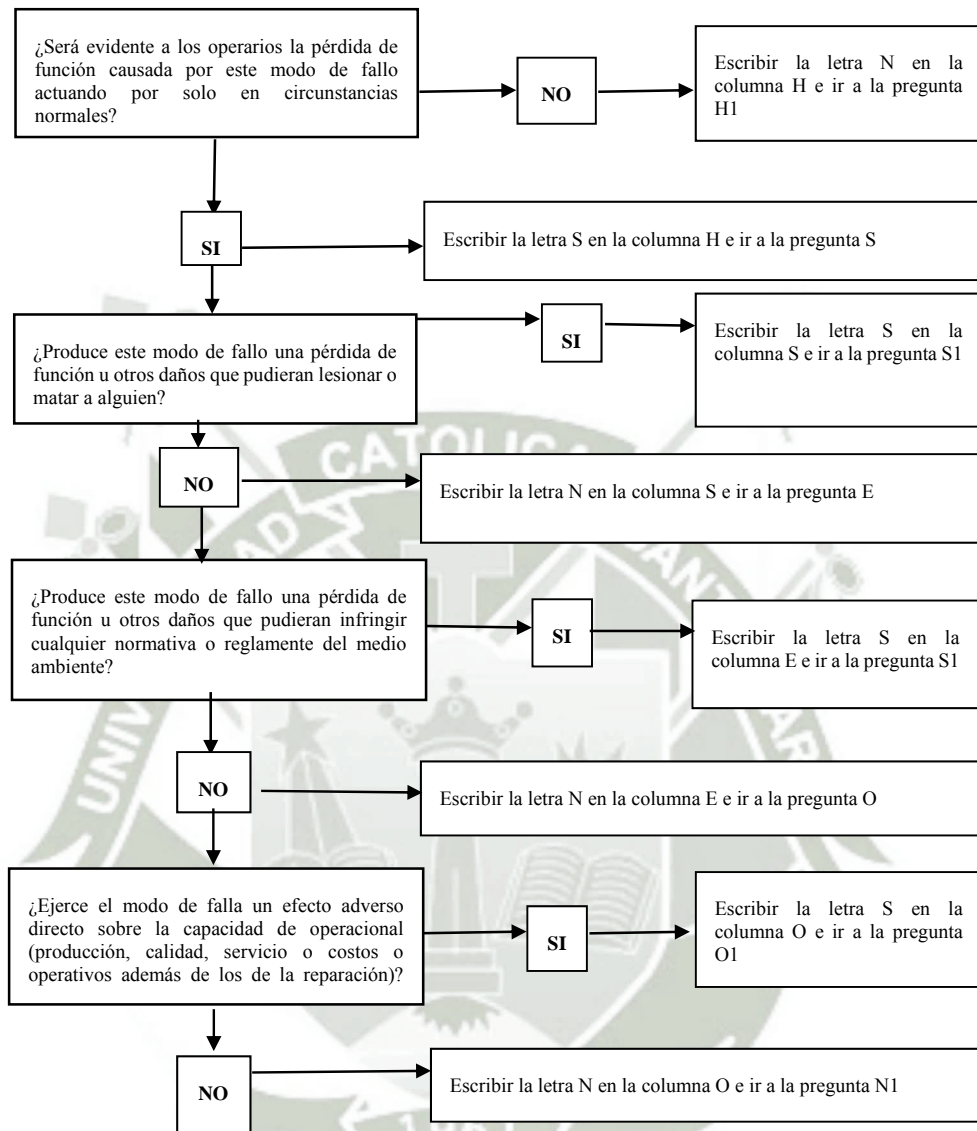
**Fuente:** “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”.

**Autor:** MOUBRAY, John.

*Según Moubray para poder seleccionar las consecuencias de las fallas descritas en la metodología líneas arriba se utiliza el siguiente de recorrido:*

**Figura Nro. 89**

**MAPA DE SEGUIMIENTO DEL REGISTRO DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLAS**



*Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".*

*Autor: MOUBRAY, John.*

*Continuando con el procedimiento, el siguiente cuadro muestra cómo es que se registran las respuestas a las preguntas en el diagrama de decisión cada modo de falla es ubicado en una sola categoría de consecuencias. Entonces si es clasificado como que tiene consecuencias ambientales, no se evalúan sus consecuencias operacionales.*



Figura Nro. 90

CONSECUENCIAS DE FALLA

Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				
F	FF	MF	H	S	E	O	
3	A	1	N				Una falla oculta: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva (predictiva o preventiva) debe reducir a un nivel tolerable el riesgo de una falla múltiple.
5	B	2	S	S			Consecuencias para la seguridad: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe reducir a un nivel tolerable el riesgo de esta falla por sí sola.
2	C	4	S	N	S		Consecuencias para el medio ambiente: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe reducir el riesgo a un nivel tolerable de esta falla por sí sola.
1	A	5	S	N	N	S	Consecuencias operacionales: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe costar menos que el costo total de las consecuencias operacionales más el costo de la reparación que pretende prevenir a través de un período de tiempo.
1	B	3	S	N	N	N	Consecuencias no operacionales: Para que merezca la pena realizarla, cualquier tarea proactiva debe costar menos que el costo de reparación que pretende prevenir a través de un período de tiempo.

Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

Autor: MOUBRAY, John.

Luego de ello llegamos a la octava y la décima columna de la Hoja de Decisión, son utilizadas para registrar si ha sido seleccionada una tarea proactiva, de la siguiente manera:

- La columna titulada H1/S1/O1/N1 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada para anticipar el modo de falla a tiempo como para evitar las consecuencias.
- La columna titulada H2/S2/O2/N2 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico apropiada para prevenir las fallas.
- La columna titulada H3/S3/O3/N3 es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir las fallas.

En cada caso, una tarea sólo es apropiada si merece la pena realizarla y si es técnicamente factible. Para que una tarea sea técnicamente factible y merezca la pena realizarla, debe ser posible dar una respuesta positiva a todas las preguntas que muestra la figura siguiente, que se aplican a ésta categoría de tareas, y la tarea debe responder al criterio de "merece la pena ser realizada" también de la

figura Si la respuesta a cualquiera de estas preguntas es negativa o se desconoce, entonces se rechaza la tarea totalmente.

Figura Nro. 91

**CRITERIOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA**

	H1	H2	H3	
	S1	S2	S3	
	O1	O2	O3	
	N1	N2	N3	
S				<p>¿Es técnicamente factible realizar una tarea a condición para reducir la consecuencia de la falla? ¿Hay alguna condición de falla potencial? ¿Cuál es? ¿Cuál es el intervalo P-F? ¿Es suficientemente largo como para ser de utilidad? ¿Es razonablemente consistente? ¿Es posible realizar la tarea a intervalos menores al intervalo P-F?</p>
N	S			<p>¿Es técnicamente factible una tarea de reacondicionamiento cíclico para reducir la frecuencia de la falla? ¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?</p>
N	N	S		<p>¿Es técnicamente factible una tarea de sustitución cíclica para reducir la frecuencia de la falla? ¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de ésta edad?</p>

Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

Autor: MOUBRAY, John.

Si se selecciona una tarea, se registra una descripción de la tarea; con el suficiente detalle y precisión para que quede lo suficientemente claro a la persona que realizará la tarea y la frecuencia con la que debe ser realizada.

Finalmente las columnas tituladas H4, H5 y S4 en la hoja de Decisión son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas "a falta de". La siguiente figura muestra cómo se responden a éstas tres preguntas. Nótese que estas preguntas sólo se harán si las respuestas a las tres preguntas previas de factibilidad técnica de las tareas proactivas fueron todas negativas.

**Figura Nro. 92**  
**CUADRO DE PREGUNTAS A “FALTA DE”**

Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias					H1	H2	H3	Tareas "a falta de"		
F	FF	MF	H	S	E	O	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	S <sub>4</sub>
3	A	1	N				N	N	N	S		
¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de búsqueda de falla? Registrar "Si" si es posible realizar la tarea y resulta práctico hacerlo con la frecuencia requerida y reduce el riesgo de la falla múltiple a un nivel tolerable.												
4	B	4	N				N	N	N	N	S	
4	C	2	N				N	N	N	N	N	
¿Podría la falla múltiple afectar la seguridad o el medio ambiente? Sólo se hace esta pregunta si la respuesta a la pregunta H4 es "No". Si la respuesta a esta pregunta es "Si", el rediseño es obligatorio. Si la respuesta es "No", la acción "a falta de" es <b>no realizar mantenimiento preventivo</b> , pero el rediseño puede ser deseable.												
5	B	2	S	S			N	N	N		S	
2	A	5	S	S			N	N	N		N	
¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una combinación de tareas? Responder "Si", si una combinación de <b>dos o más</b> tareas proactivas cualquiera reduce el riesgo de falla a un nivel tolerable (esto rara vez sucede). Si la respuesta es "No", el rediseño es obligatorio.												
1	A	5	S	N	N	S	N	N	N			
1	B	3	S	N	N	N	N	N	N			
En estos dos casos, las consecuencias de la falla son puramente económicas y no se pudo encontrar una tarea proactiva apropiada Como resultado, la decisión "a falta de" inicial es <b>no realizar mantenimiento programado</b> , pero el rediseño puede ser deseable.												

*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

*Si se hace necesario responder cualquiera de las preguntas "a falta de", las columnas encabezadas con H4, H5 o S4 son las que permiten registrar esas respuestas.*

*Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hay), la frecuencia con la que debe hacerse y quién ha sido seleccionado para realizarla. La columna de "Tareas Propuestas" también se utilizan para registrar los casos en los que se requiere rediseño o si se ha decidido que el modo de falla no necesita mantenimiento programado.<sup>1</sup>*

### 2.3.16. IMPLEMENTACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Una vez que se han realizado el análisis de los Modos y Efectos de fallas a nivel de Sistemas, Componentes y Partes de la Rectificadora de Cilindros, se procede a implementar las tareas de Mantenimiento necesarias para mejorar la confiabilidad del equipo. Esta implementación consta de tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo con la finalidad de mejorar la vida útil del equipo.

<sup>1</sup> VÁSQUEZ Oyarzún, David Esteban. "Aplicación del Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16v-149ti en Codelco División Andina". Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico). Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2008. pp. 75-79.

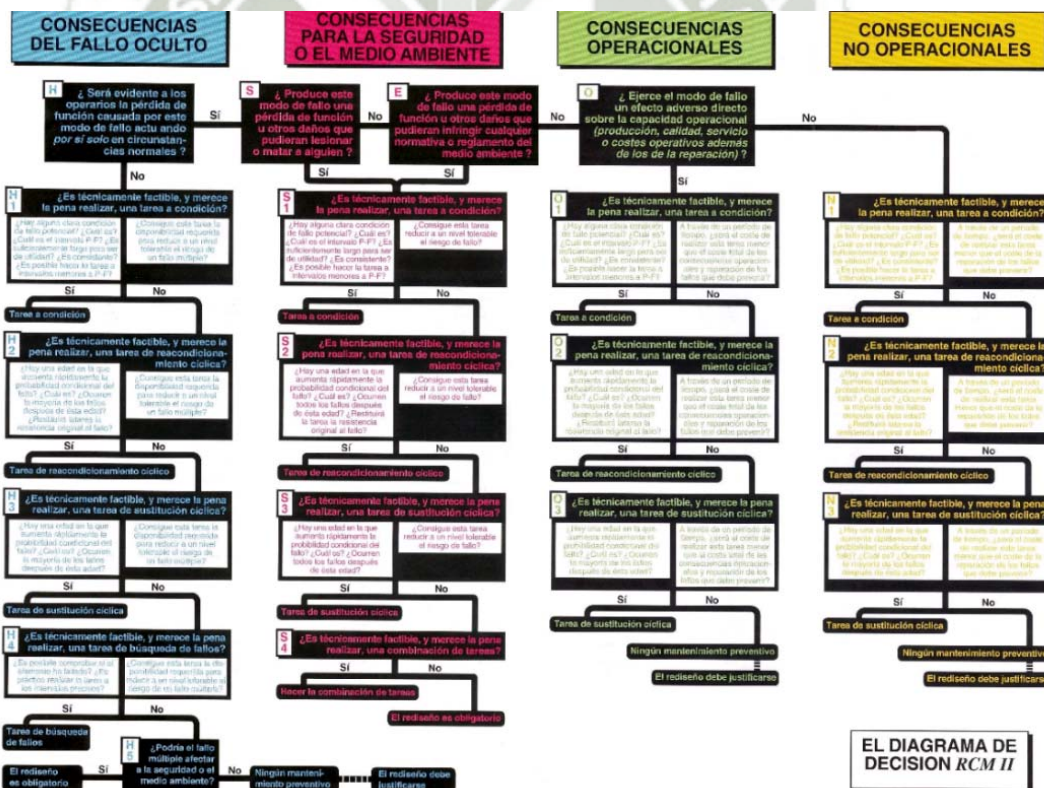


Según Moubray, para la selección de tareas se ha utilizado el diagrama de decisión del RCM, el cual integra todos los procesos de decisión en un marco de trabajo estratégico y estructurado; y da respuesta a las preguntas formuladas en el:

- Que mantenimiento de rutina (si lo hay) será realizado, con qué frecuencia será realizado y quién lo hará.
- Que fallas son lo suficientemente serias como para justificar el rediseño.
- Casos en los que se toma una decisión deliberada de dejar que ocurran las fallas.

A continuación se presenta el Diagrama de Decisión RCM (ver Anexo Nro. 6)

**Figura Nro. 93**  
**DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM**



Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

Autor: MOUBRAY, John.

### 2.3.17. TAREAS PROPUESTAS DE MANTENIMIENTO

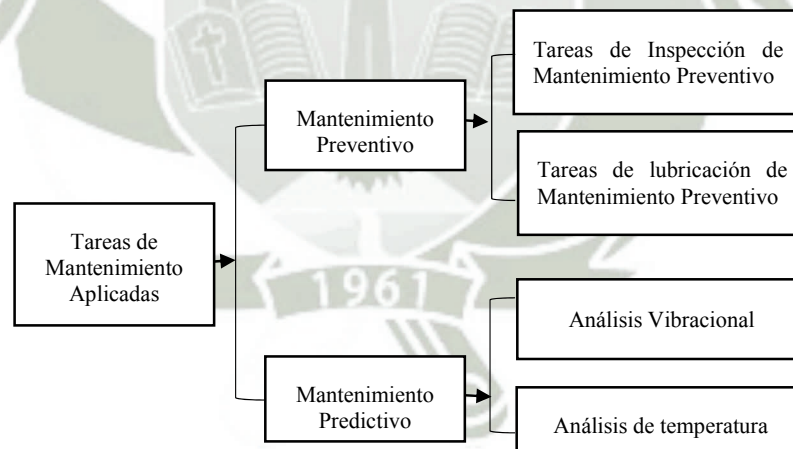
Las tareas propuestas de mantenimiento en base al autor del libro de RCM II –John Moubray, dice:

*“Si durante el proceso de toma de decisiones se ha seleccionado una tarea proactiva o una tarea de búsqueda de falla, debe registrarse la descripción de la tarea en la columna titulada tarea propuesta. Lo ideal es que la tarea fuese descrita con el mismo detalle y precisión en la hoja de decisión como en el documento que se le entregará a la persona que deba realizar la tarea. Si esto no es posible, entonces la tarea debe ser al menos descrita con el detalle suficiente como para que quede absolutamente clara para quien escriba la descripción detallada.”<sup>2</sup>*

Para lograr el objetivo se ha desarrollado tareas en función a las necesidades de cada sistema de la Rectificadora de Cilindros, lo cual se puede ver en las Hojas de Procesos de Mantenimiento, ver el Anexo. N° 5. Seguidamente presentamos los tipos de tareas que han sido seleccionadas en función a los requerimientos de los sistemas y del RCM aplicado a la Rectificadora de Cilindros.

**Figura Nro. 94**

#### TIPOS DE TAREAS DE MANTENIMIENTO APLICADAS A LA RECTIFICADORA DE CILINDROS



**Fuente:** “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

<sup>2</sup> MOUBRAY, John. “*Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*”. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.210.

Se ha utilizado una Matriz de Priorización de Mantenimiento (Ver Anexo Nro. 6), en la cual se ve la tarea de Mantenimiento a aplicar al Sistema que se esté analizando, a continuación se muestra la matriz de clasificación de los equipos:

**Figura Nro. 95**  
**MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS**

MATRIZ DE CLASIFICACION DE EQUIPOS								
A	B		C		D		E	
GRUPO DE EQUIPOS	NIVEL DE RIESGO		GRADO DE OBSOLECENCIA		REQUISITO HISTORICO DE MANTENIMIENTO		ESTADO DE CONSERVACION/ FUNCIONAMIENTO	
EE. EQUIPO ELEMENTAL	ALTO	5	>10 AÑOS	5	EXTENSIVO	5	DEFICIENTE	5
	MEDIO	3	5-10 AÑOS	3	MEDIO	3	REGULAR	3
	BAJO	1	ACTUAL = 1 AÑO	1	BAJO	1	BUENO	1

**Fuente:** "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

En este caso se aplica una ponderación en función de los criterios y los límites que se deben de conocer respecto al equipo, esta designado con 5 Ítems que van de la letra A a la letra E, los cuales son criterios a evaluar en el equipo, Grupo de Equipos, Nivel de Riesgo, Grado de Obsolescencia, Requisito Histórico de Mantenimiento y el Estado de Conservación del Funcionamiento, cada uno de estos criterios posee rangos de evaluación los cuales son colados en la Matriz. A continuación mostramos la descripción de cada uno de los Criterios:



**Figura Nro. 96**  
**DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS**

DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS	
GRUPO DE EQUIPOS	Equipos básicos, aquellos que la operatividad es sencilla y el proceso realizado por estos puede efectuarse por otros equipos de similares características
NIVEL DE RIESGO	Considera el nivel de riesgo presente al manipular los equipos durante el uso para el proceso Productivo
GRADO DE OBSOLECENCIA	Denota la antigüedad del equipo
REQUISITO HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO	Denota la exigencias históricas requeridas por los equipos en concepto de mantenimientos - preventivos y/o correctivos
ESTADO DE CONSERVACIÓN/FUNCIÓN	Indica el estado físico y de funcionamiento en que se encuentra el Equipo / Instalaciones.

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestría Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Después de aplicados los criterios, se aplicada la ecuación del Nivel de Prioridad la cual permitirá seleccionar el tipo de mantenimiento y la frecuencia del mismo a realizar en el Equipo.

**Figura Nro. 97**  
**MATRIZ DE NIVEL DE PRIORIDAD**

NIVEL DE PRIORIDAD
$NIVEL DE PRIORIDAD = \frac{\sum(\text{sumatoria de la clasificación})}{4}$
[4.5 - 5.0]=Mantenimiento Preventivo c/4 meses o recambio
[3.5-4]=Preventivo c/6 meses
[3.0]=Preventivo c/12 meses
[1.0-2.5]=Manenimiento Correctivo a demanda

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestría Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

A Continuación se presenta la descripción de la Matriz de Priorización de Mantenimiento utilizada como segunda metodología para la selección de Tareas de Mantenimiento:

**Figura Nro. 98**

**MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE MANTENIMIENTO**

ITEM	ÁREA	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	AÑOS DE SERVICIO	HORAS DE SERVICIO
1			RECTIFICADORA	---			

**AREA:** Se coloca el área a la cual pertenece la Rectificadora de Cilindros

**CODIGO Y EQUIPO:** Se detallan el Código y el Equipo en el cual se realiza el Análisis de Criticidad.

**MARCA, MODELO:** Señala la Marca y el Modelo de la Máquina.

**AÑOS DE SERVICIO Y HORAS DE SERVICIO ANUALES:** Se Especifica el tiempo que la Máquina ha venido operando desde su adquisición y las horas que opera Anualmente.

A	B	C	D	E	$\Sigma/4$	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA
EE	3	3	3	3	3	PREVENTIVO	ANUAL

**ITEMS DE PRIORIZACIÓN.** Se detallan la ponderación acorde a los niveles y/o grados que posea el Equipo, ello según la Matriz de Clasificación de Equipos.

**ECUACION DE NIVEL DE PRIORIDAD.** Se detalla el resultado de aplicar la Ecuación del Nivel de Prioridad  $[(A+B+C+D+E)/4]$

**TIPO DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA.** Se Detalla el tipo de Mantenimiento a desarrollar y la frecuencia, esto depende del valor obtenido en la Ecuación de Priorización y su comparación con los rangos del Nivel de Prioridad.

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Con la implementación del RCM a la maquina Rectificadora de Cilindros se ha logrado proponer la cantidad de horas de mantenimiento que cada sistema debe de tener en función de su criticidad y análisis de fallas, a su vez se han considerado las probables fallas que pueden ocurrir en un determinado Sistema.

Para lo cual se propuso dos tipos de estrategias de Mantenimiento, el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Predictivo.

El Mantenimiento Preventivo está referido a tareas de Inspección y de lubricación, las cuales son desarrolladas según su criticidad, análisis de falla y necesidad.

Para el Mantenimiento Predictivo se emplea dos técnicas de Mantenimiento Predictivo, mantenimiento basado en el Análisis Vibracional y mantenimiento basado en la Temperatura.

Los diagramas a continuación muestran el resultado de la aplicación del RCM en relación a porcentaje de horas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo aplicadas a cada uno de los Sistemas de la Rectificadora de Cilindros:

**Figura Nro. 99**

**CUADRO DE RESÚMEN DE HORAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO APLICADOS A LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

N°	SISTEMA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MANTENIMIENTO PREDICTIVO			TOTAL DE HORAS DE MANTENIMIENTO ANUALES (POR SISTEMA)
		NRO. DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR TAREAS DE INSPECCION PREVENTIVA-ANUALES	NRO. DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR TAREAS DE LUBRICACION ANUAL	TOTAL DE HORAS UTILIZADAS EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL	NRO DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR ANALISIS VIBRACIONAL	NRO. DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR ANALISIS DE TEMPERATURA	TOTAL DE HORAS UTILIZADAS EN MANTENIMIENTO PREDICTIVO-ANUAL	
1	AVANCE	48	48	96	12	12	24	120
2	GIRO	24	24	48	12	12	24	72
3	SEGURIDAD	10	10	20	0	2	2	22
4	ELÉCTRICO	12	0	12	0	4	4	16
5	MESA	8	12	20	6	0	6	26
<b>TOTAL DE HORAS UTILIZADAS EN MANTENIMIENTO</b>		<b>102</b>	<b>94</b>	<b>196</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>256</b>

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

El cuadro se puede observar las horas destinadas al Mantenimiento Preventivo y Predictivo de los Sistemas que componen la Rectificadora de Cilindros, en los cuales se aplican las tareas para cada sistema.

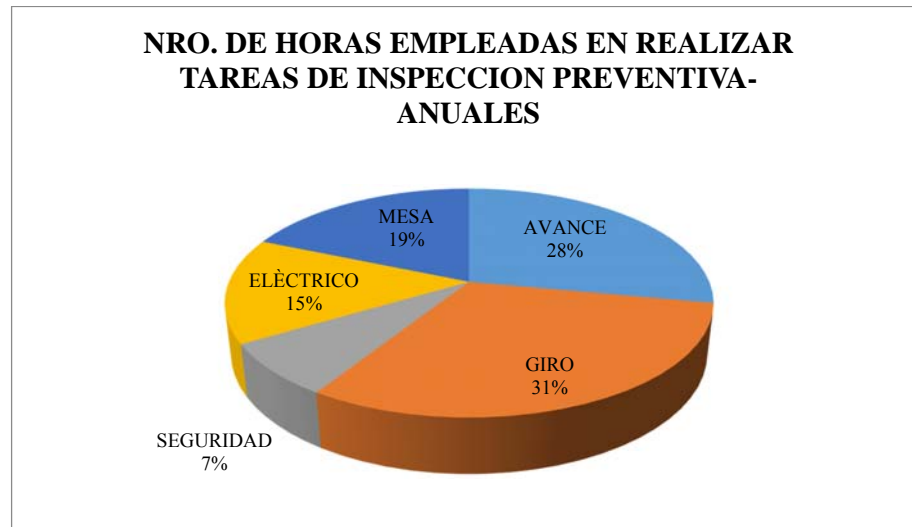


### 2.3.18. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Seguidamente presentamos los resultados obtenidos en la aplicación de la estrategia de Mantenimiento Preventivo a los Sistemas de la Rectificadora de Cilindros:

**Figura Nro. 100**

#### **PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR TAREAS DE INSPECCIÓN PREVENTIVA-ANUAL POR SISTEMAS**



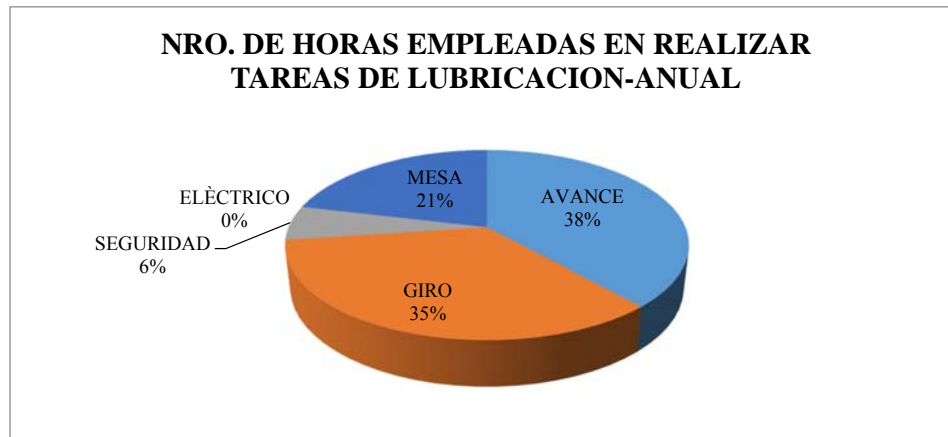
*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera. Marco Antonio

De la gráfica del podemos decir que el Sistema de Giro posee la mayor cantidad de horas de inspección anual con un 31 % del total de horas destinadas a Inspecciones Preventivas de Mantenimiento a la Ratificadora de Cilindros por año, después se puede observar que la que le sigue con un 28% es el Sistema de Avance de la Herramienta, y en menores porcentajes tenemos el Sistema de Mesa de Trabajo con un 19%, el Sistema Electrico con un 15% y por ultimo esta el Sistema de Seguridad con un 7%. Esto nos dice que el sistema con mayor frecuencia de inspecciones es el de Giro de la Herramienta ya que posee mayor cantidad de componentes y Partes, y el que le sigue también con un poco menor de componentes y partes es el Sistema de Avance de la Herramienta y en menor escala tenemos los restantes sistemas.

**Figura Nro. 101**

**PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR TAREAS DE LUBRICACIÓN PREVENTIVA –ANUAL POR SISTEMAS**



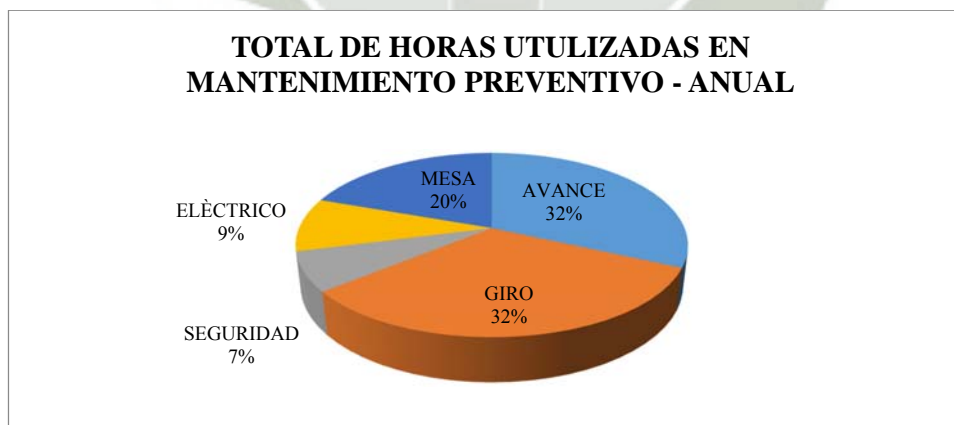
*Fuente: “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

Para las tareas de Lubricación, tenemos el Sistema de Avance con un 38 % del total de horas destinadas a Lubricación por Año, y muy seguido del Sistema de Giro con un 35% y con el 21 % el Sistema de Mesa de Trabajo, que son los más representativos esto debido a que tienen mayor cantidad de componentes y partes que lubricar.

**Figura Nro. 102**

**PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL POR SISTEMAS**



*Fuente: “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

De la gráfica anterior podemos ver el porcentaje total de horas de Mantenimiento Preventivo las cuales involucran las Inspecciones Preventivas y la Lubricación de los Sistemas de la Rectificadora de Cilindros, la cual se aprecia que el Sistema de Giro y el Sistema de Avance poseen el 32% del total de Horas de Mantenimiento Preventivo que se le aplica a dicha máquina, un 20 % es aplicado a la Mesa de Trabajo y en menor porcentaje tenemos con un 9 % el Sistema Eléctrico y el Sistema de Seguridad con un 7%. Esto demuestra que los Sistemas de Avance y de Giro de la Herramienta recibe un mayor porcentaje de Mantenimiento Preventivo debido a su conformación, uso y funcionamiento.

### **2.3.19. TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

En la aplicación del RCM se han elaborado Hojas de Procesos para realizar las Tareas de Mantenimiento Preventivo, estas hojas se pueden ver en los Anexos N° 5 y 8, estas están diseñadas para cada Parte de los Sistemas de la Máquina Rectificadora de Cilindros en la cual se aplique las Tareas de Mantenimiento Preventivo. En la descripción de estas Hojas de Procesos se ve el Código de la Tarea, el Nombre del Componente del Mantenimiento, la Criticidad, la Frecuencia de Mantenimiento, el tiempo que demorara realizarlas, la descripción de las operaciones, los equipos utilizados en las operaciones, la documentación necesaria, la seguridad a tener y la autorización del servicio con fecha y firma.

### **2.3.20. DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Debido a que la empresa manufacturera no cuenta en su totalidad con un sistema documentario de mantenimiento el cual pueda ayudar a cumplir adecuadamente las funciones administrativas y de servicio de mantenimiento, se ha propuesto la implementación de un sistema documentario para lograr un mejor desempeño en las tareas de Mantenimiento Preventivo, los documentos propuestos son los siguientes:

- Fichas de Orden de Trabajo de Mantenimiento
- Fichas de Hojas de Procesos
- Solicitud de Materiales
- Solicitud de Compra de Materiales

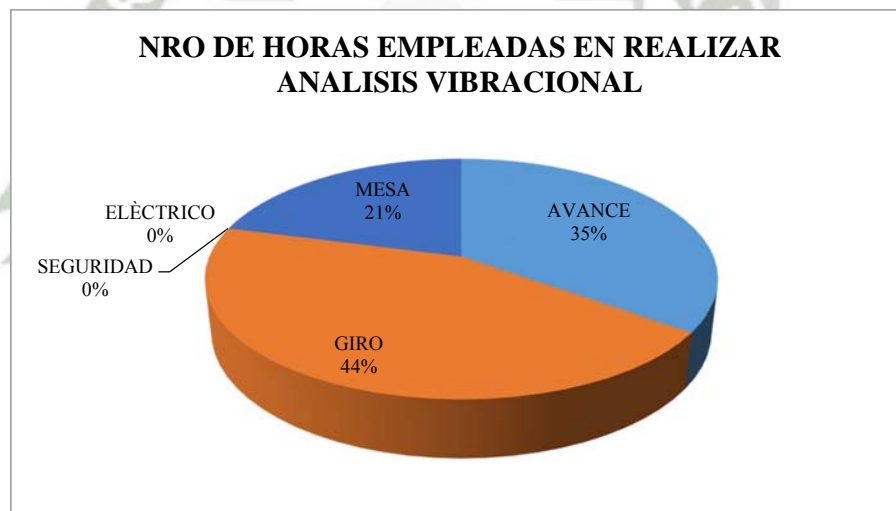


- Historial de mantenimientos
- Lista de Trabajos
- Hoja de Chequeo
- Hoja de Lubricación
- Hoja de Repuestos
- Hoja de Repuestos usados en reparación
- Reportes de Almacén

### 2.3.21. PROPUESTA DE MATENIMIENTO PREDICTIVO

Seguidamente presentamos los resultados obtenidos para la aplicación de la Estrategia de Mantenimiento Predictivo a los Sistemas la Maquina Rectificadora de Cilindros:

**Figura Nro. 103**  
**PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR ANÁLISIS VIBRACIONAL –ANUAL POR SISTEMAS**



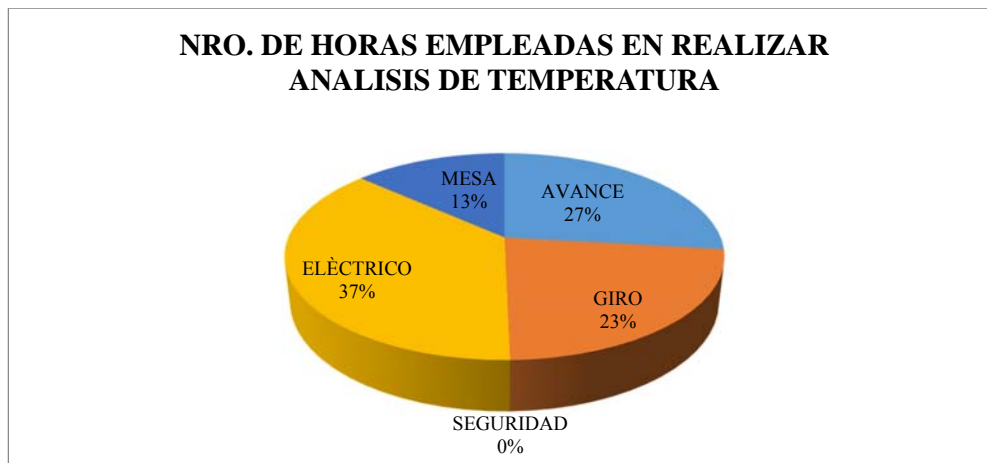
**Fuente:** “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

**Autor:** CARPIO Rivera, Marco Antonio

De la gráfica podemos decir que el Sistema que posee mayor cantidad de horas para la aplicación de Análisis Vibracionales es el Giro de la Herramienta con un 44% del total de horas para las Tareas de Mantenimiento Predictivo de la Maquina Rectificadora de Cilindros por año, la cual va seguida por los sistemas de Avance de La Herramienta con un 35% y con un 21% la Mesa de Trabajo respectivamente. De los porcentajes anteriores

podemos decir que el sistema con mayor Análisis Vibracional es el Sistema de Giro de la herramienta y esto debido a que posee mayor cantidad de Componentes y Partes para dicho análisis, y en menor porcentaje estaría dado en el Sistema de Mesa de Trabajo y debido a su composición menor de partes del sistema a analizar.

**Figura Nro. 104**  
**PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR ANÁLISIS DE TEMPERATURA –ANUAL POR SISTEMAS**

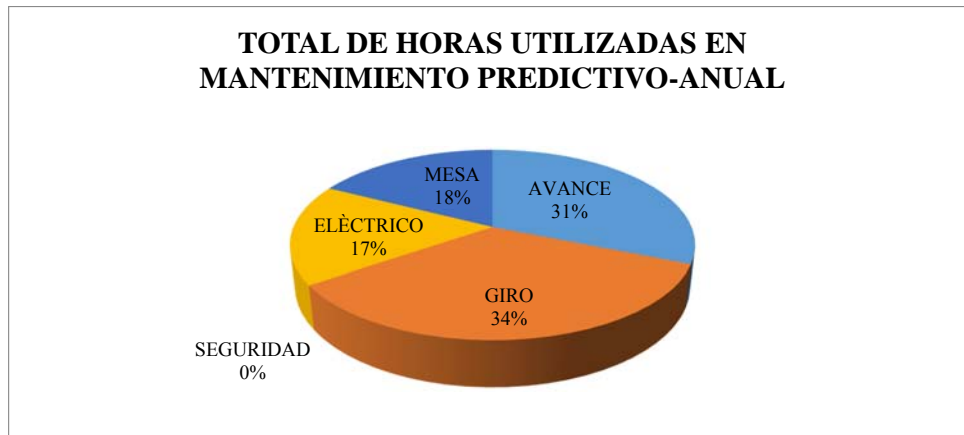


*Fuente:* “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

Según el Mantenimiento Predictivo por medio de Análisis por Temperatura el sistema con mayor porcentaje con un 37% es el Sistema Eléctrico, seguido por el sistema de Avance con un 27% y el sistema de Giro con un 23%, esto es debido a que los Componentes y Partes que lo constituyen presentan altas temperaturas de trabajo por lo que es necesario aplicar esta técnica para mejorar la confiabilidad y desempeño de sus Partes y Componentes.

**Figura Nro. 105**  
**PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR MANTENIMIENTO PREDICTIVO ANUAL POR SISTEMAS**



*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

De la gráfica podemos decir que el Sistema de Giro de la Herramienta contiene el 34% del total de Horas de Mantenimiento Predictivo, por lo tanto se requiere tener un conjunto de procedimientos adecuados para efectuar las tareas requeridas por el Sistema.

### **2.3.22. TAREAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

En la aplicación del RCM se han elaborado los Procesos para realizar las Tareas de Mantenimiento Predictivo, estas hojas se pueden ver en los Anexo N° 5 y 8, estas están diseñadas para cada Parte de los Sistemas de la Maquina Rectificadora de Cilindros en la cual se aplique las Tareas de Mantenimiento Predictivo. En la descripción de estas Hojas de Procesos se ve el Código de la tarea, el Nombre del Componente que se le va a realizar el Mantenimiento, la Criticidad, la Frecuencia de Mantenimiento, la descripción de las operaciones, el tiempo que toma realizarlas, los equipos utilizados en las operaciones, la documentación necesaria, la seguridad a tener y la autorización del servicio con fecha y firma.



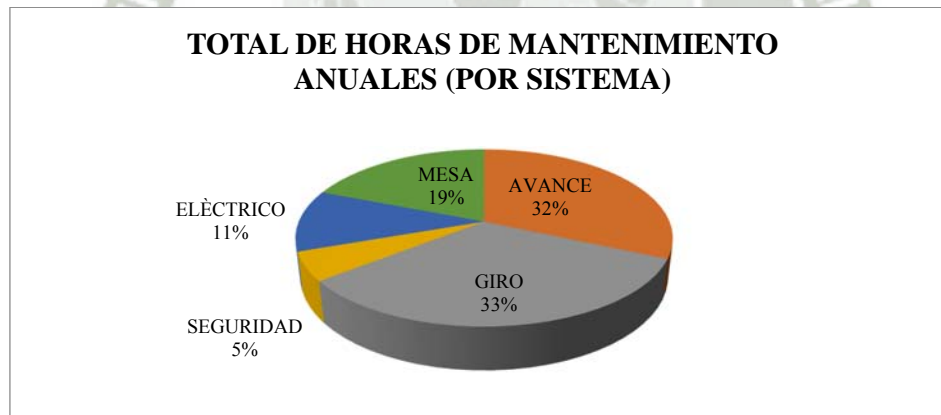
### 2.3.23. DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

La documentación considerada para desarrollar las tareas de Mantenimiento Predictivo es:

- Ficha de Análisis Vibracional para Maquinaria
- Ficha de Análisis Vibracional para Ejes
- Ficha de Análisis de Temperatura

Se ha elaborado el diagrama a continuación para observar el porcentaje de mantenimiento que se considera en la Maquina Rectificadora de Cilindros tanto para el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Predictivo referente al Porcentaje en Horas de Tareas.

**Figura Nro. 106**  
**PORCENTAJE DE HORAS EMPLEADAS EN REALIZAR**  
**MANTENIMIENTO (PM+PDM) A LA RECTIFICADORA DE**  
**CILINDROS**



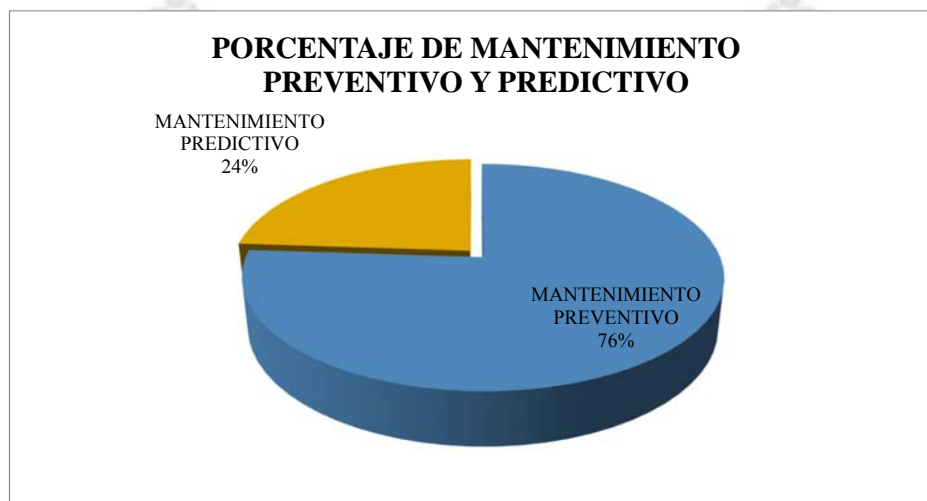
*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

En este diagrama se ve que el 33 % del total de horas de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo de la Maquina Rectificadora de Cilindros se emplean en el Sistema de Giro de la Herramienta, el 32 % de las mismas en el Sistema de Avance de la Herramienta y el Sistema de Mesa de Trabajo es de 19% del total de horas y en menores

porcentajes tenemos con 11% al Sistema Eléctrico y al Sistema de Seguridad con 5% del total de horas, la cual evidencia que se requiere una implementación adecuada de las tareas y procesos de Mantenimiento para lograr que el Equipo logre su más alta confiabilidad.

**Figura Nro. 107**  
**PORCENTAJE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO EMPLEADOS A LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

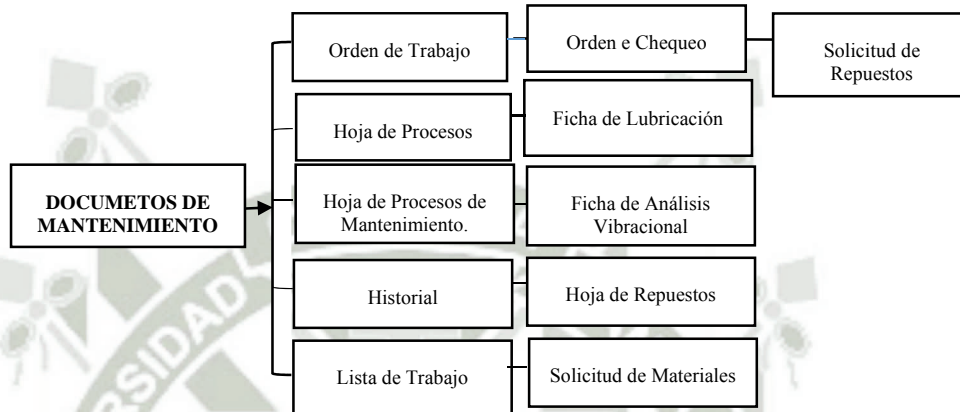
De la gráfica se puede concluir que el total de horas destinadas al Mantenimiento Preventivo esta dado en un 76% entre las cuales están destinadas a realizar Actividades de Mantenimiento como Inspección y Lubricación, mientras que un 24 % a la realización de tareas de Mantenimiento Predictivo, entre las cuales están el Análisis Vibracional y el de Temperatura. Por lo tanto el porcentaje de distribución de horas es el adecuado para el tipo de máquina y su contexto operacional.

Para complementar la implementación de las Tareas de Mantenimiento tanto Preventivas y Predictivas se ha elaborado documentos que ayuden en la realización del mantenimiento.

El cuadro a continuación muestra el resumen los documentos que han sido propuestos para el mantenimiento de la Maquina Rectificadora de Cilindros, también se puede observar el detalle de los formatos en el Anexo N° 8.

**Figura Nro. 108**

**CUADRO DE DOCUMENTOS PROPUESTOS PARA LA REALIZACION DEL  
MANTENIMIENTO –RECTIFICADORA DE CILINDROS**



*Fuente:* “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

**2.3.24. HOJA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO**

La figura a continuación muestra las partes que conforman la Hoja de Procedimientos para las Tareas de Mantenimiento. En estas hojas se han considerado la sección donde se aplicará las tareas de mantenimiento, la codificación del Equipo, el nivel criticidad de la parte a la cual se le aplicará la tarea de mantenimiento, la frecuencia de realización de la tarea y la descripción de los procedimientos a seguir, así tenemos:



Figura Nro. 109

HOJA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

HOJA DE MANTENIMIENTO		HOJA	FECHA
TALLER	SISTEMA	PARTE	CRITICIDAD: <b>MUY ALTA</b>
AREA	COMPONENTE	NRO. PARTE EN EL PLA	
EQUIPO			
CODIGO DEL EQUIP	INSPECCION <input checked="" type="checkbox"/>	LUBRIFICACION <input checked="" type="checkbox"/>	ADJUSTE <input type="checkbox"/>
TIPO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	FRECUENCIA	
PREVENTIVO <input checked="" type="checkbox"/>	INSPECCION <input type="checkbox"/>	DIARIA <input type="checkbox"/>	
PREDICTIVO <input type="checkbox"/>	LIMPIEZA <input type="checkbox"/>	SEMANAL <input type="checkbox"/>	
	LUBRIFICACION <input type="checkbox"/>	QUINCENAL <input type="checkbox"/>	
		ANUAL <input type="checkbox"/>	
OP	DESCRIPCION DE OPERACION	TIEMPO (min)	CANTIDAD DE
1	Solicitar permiso para el mantenimiento	5	1
2	Buscar los herramientas de taller, trapo industrial, liquido limpador, disolvente y grasa y trasladarse a la retificadora	5	1
			TIEMPO TOTAL (min)
			ESPECIFICACIONES

**ENCABEZADO:** Contiene la información sobre el tipo de Documento y la instancia donde será desarrollará la Tarea de

**INFORMACIÓN DE LA HOJA DE PROCESO:** Contiene la sección donde será desarrollada la tarea, el equipo, el código del equipo, el sistema, componente, parte, la numeración en el plano y la Criticidad del Componente.

**PROCEDIMIENTO:** Contiene la descripción de la Operación, el tiempo que toma desarrollar la tarea, la cantidad de operarios necesaria y las Especificaciones que se han tomado al desarrollar la tarea.

**TIPO DE MANTENIMIENTO :** Indica el tipo de Mantenimiento que se está realizando (Correctivo, Preventivo y/o Predictivo)

**TIPO DE TAREA :** Indica el tipo de Tarea a desarrollar (Inspección, Limpieza, Ajuste, Lubricación)

**FRECUENCIA :** Indica la frecuencia en la cual se desarrolla la tarea de Mantenimiento.

**COD. DE TAREA:** Indica la Codificación de la Tarea en base al tipo de Tarea y al Sistema, Componente y Parte donde es aplicada

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

La figura a continuación muestra la segunda parte de la hoja de procedimientos de Mantenimiento y está constituida por una imagen del plano de la parte a la cual se le realiza el Mantenimiento, las observaciones durante la realización de la tarea, se consideran los documentos alternativos utilizados para desarrollar de la misma, las medidas de seguridad en el desarrollo de la actividad y las herramientas necesarias para efectuar el mantenimiento.

**Figura Nro. 110**

**HOJA DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (CONTINUACIÓN)**

The diagram shows a maintenance procedure sheet with several sections and callouts:

- PLANO:** A large empty box for a technical drawing of the component to be maintained.
- MEDIDAS DE SEGURIDAD:** A section for safety measures, including:
  - TRABAJAR CON LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ASIGNADOS (EPP)
  - USAR HERRAMIENTAS MANUALES EN BUENAS CONDICIONES
  - UTILIZA CANDADO DE BLOQUEO PARA EVITAR LA ENERGIZACIÓN DE LA RECTIFICADORA DURANTE LA ACTIVIDAD
- INFORMACIÓN DEL EJECUTOR:** A table for the person performing the task, with columns for NOMBRE, CODIGO, FIRMA, and REALIZADO VISTO BUEN.
- OBSERVACIONES:** A section for recording observations during the task.
- DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** A table for reference documents, including:
  - MANUAL DE RECTIFICADORA
  - HOJA RCM-RECTIFICADORA
  - HOJA CRITICIDAD-RECTIFICADORA
- HERRAMIENTAS-EQUIPOS A UTILIZAR:** A section for listing tools and equipment to be used.
- EMITIDO REVISADO:** A section for the issuer and reviewer.

Callouts provide detailed explanations for each section:

- PLANO:** Se presenta una vista en conjunto del Componente donde se desarrollara la Tarea de Mantenimiento.
- INFORMACIÓN DEL EJECUTOR:** Se detalla la información del encargado de realizar la Tarea de Mantenimiento y el visto bueno para su realización.
- MEDIDAS DE SEGURIDAD:** Indican las medidas de seguridad a tomar durante la realización de la Tarea.
- OBSERVACIONES:** Colocar las observaciones que se han presentado durante el desarrollo de la Tarea.
- DOCUMENTOS DE REFERENCIA:** Se detallan los documentos que son de soporte para el desarrollo de la tarea.
- HERRAMIENTAS-EQUIPOS A UTILIZAR:** Se detallan las herramientas y equipos que serán utilizados en la realización de la tarea.

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

### 2.3.25. CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

A continuación describimos la metodología para la codificación de las tareas de mantenimiento:

### 2.3.26. TIPO DE MANTENIMIENTO

La codificación del tipo de mantenimiento se puede ver en la siguiente figura.

**Figura Nro. 111**

#### CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN AL TIPO DE MANTENIMIENTO

TIPO DE MANTENIMIENTO	CÓDIGO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MP
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	MD

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

### 2.3.27. TIPO DE TAREA DE MANTENIMIENTO

La Codificación contiene también el tipo de Tarea de Mantenimiento a desarrollar, a continuación se muestra la codificación utilizada:

**Figura Nro. 112**

#### CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN AL TIPO DE TAREA DE MANTENIMIENTO

TIPO DE MANTENIMIENTO	TIPO DE TAREA	CÓDIGO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	INSPECCIÓN	I
	LUBRICACIÓN	L
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	ANÁLISIS VIBRACIONAL	V
	ANÁLISIS DE TEMPERATURA	T

*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio



### 2.3.28. NÚMERO DE TAREA

Se utilizó la numeración arábica para ordenar las Tareas de Mantenimiento a desarrollar, la numeración es independiente de cada sistema y del Mantenimiento aplicado.

### 2.3.29. TIPO DE SISTEMA , COMPONENTE Y PARTE

Finalmente para completar la codificación de las Tareas de Mantenimiento a desarrollar se asignan dos siglas de manera independiente para cada sistema, componente y parte.

**Figura Nro. 113**

#### **CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN FUNCIÓN DE LOS SISTEMAS, COMPONENTES Y PARTES DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

TIPO DE SISTEMA	CÓDIGO
AVANCE DE HERRAMIENTA	AV
GIRO DE HERRAMIENTA	GR
SEGURIDAD	SG
ELÉCTRICO	EL
MESA	ME

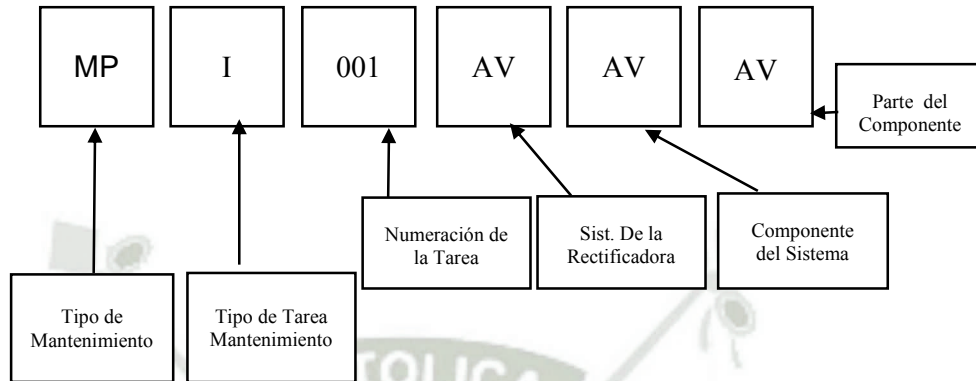
*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

### 2.3.30. ESTRUCTURA DE LA CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

A continuación se presenta la estructura de la codificación utilizada en las tareas de mantenimiento:

**Figura Nro. 114**  
**ESTRUCTURA DE CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE**  
**MANTENIMIENTO**



*Fuente:* “Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda”.

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

La Codificación de las Tareas de Mantenimiento está contemplada en el Calendario Anual de Mantenimiento de la Rectificadora de Cilindros.

### 2.3.31. INTERVALOS INICIALES DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Los Intervalos iniciales de las tareas de Mantenimiento se basan en lo propuesto por John Moubray, así tenemos:

- “Los Intervalos de las tareas a condición están determinados por el Intervalo P-F.
- Los Intervalos de las tareas de Reacondicionamiento programado y de Sustitución cíclica dependen de la vida útil del elemento que consideramos.
- Los intervalos de las tareas de búsqueda de fallas están determinados por las consecuencias de la falla múltiple, que determina la disponibilidad necesaria, y el tiempo medio entre ocurrencias de la falla oculta”<sup>3</sup>

Los intervalos Iniciales considerados en la investigación , han sido propuestos en función del uso de los sistemas de la Maquina Rectificadora de Cilindros, en función del Manual

<sup>3</sup> MOUBRAY, John. “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.211.

del Fabricante para el caso de los cojinetes , engranajes , correas y ejes, para el caso de las actividades de Mantenimiento Preventivo y en función de la Curva P-F para los sistemas donde se aplican técnicas de Mantenimiento Predictivo, a continuación se muestra las Frecuencias de Mantenimiento que han sido usadas en la implementación del Mantenimiento a la Empresa, se pueden apreciar mejor en el Calendario Anual de Mantenimiento.

**Figura Nro. 115**

**INTERVALOS DE INICIALES DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO  
APLICADOS A LOS SISTEMAS DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

INTÉRVALO	DESCRIPCIÓN
<b>D</b>	Intervalo Diario de Mantenimiento
<b>S</b>	Intervalo Semanal de Mantenimiento
<b>Q</b>	Intervalo Quincenal de Mantenimiento
<b>M</b>	Intervalo Mensual de Mantenimiento
<b>T</b>	Intervalo Trimestral de Mantenimiento
<b>C</b>	Intervalo Cuatrimestral de Mantenimiento
<b>ST</b>	Intervalo Semestral de Mantenimiento
<b>A</b>	Intervalo Anual de Mantenimiento

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*



### 2.3.32. RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Luego de la determinar las tareas de Mantenimiento, se designa los responsables encargados de la realización del mantenimiento.

El cuadro a continuación muestra el número de Personas a cargo del Mantenimiento de la Rectificadora de Cilindros.

**Figura Nro. 116**  
**PERSONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DESTINADO AL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

PERSONAL	ESPECIALIDAD	CANTIDAD
Técnico de Mantenimiento	Tec. de Producción	2
Supervisor de Mantenimiento	Ing. Mecánico	1

*Fuente: "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".*

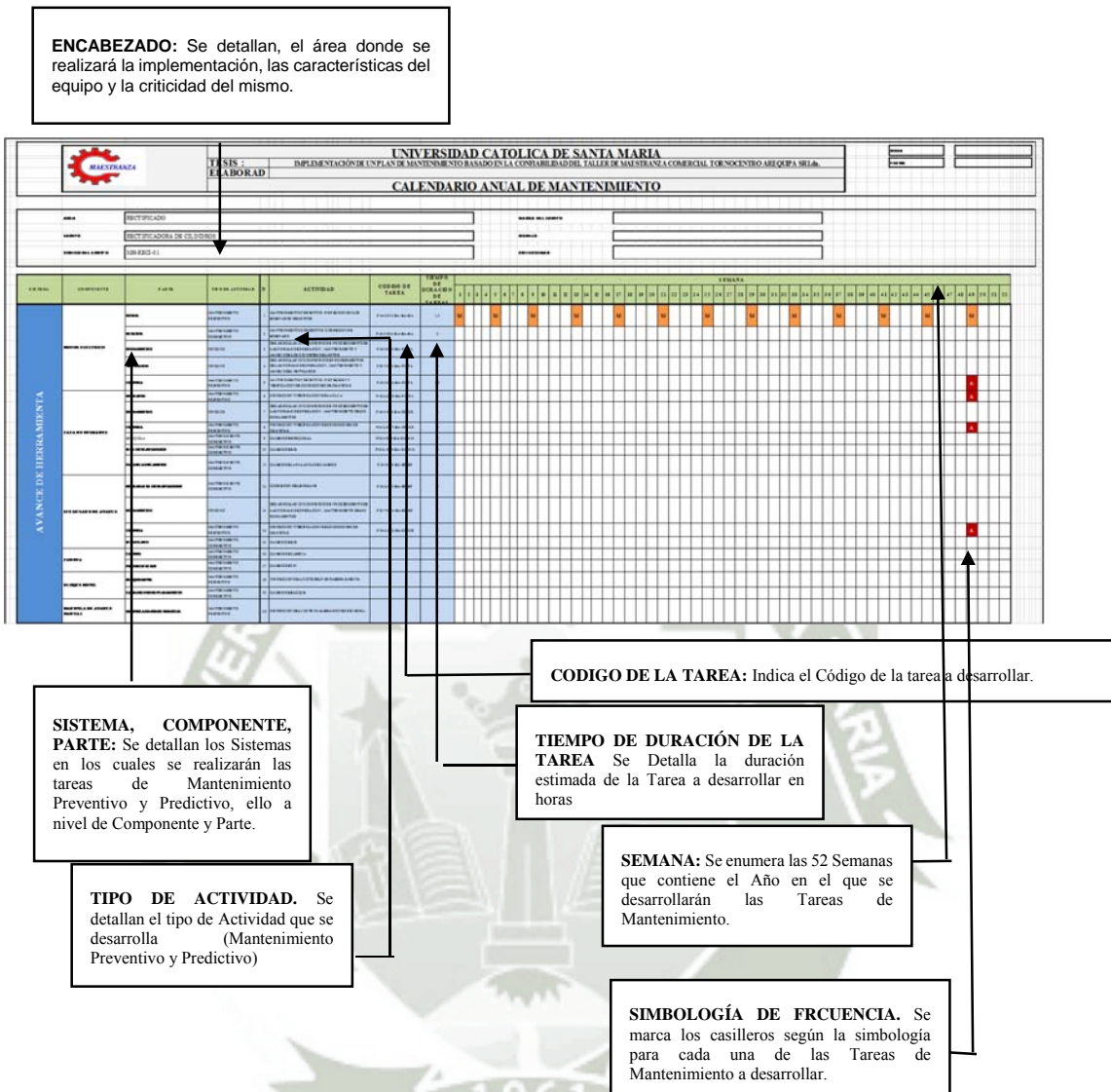
*Autor: CARPIO Rivera, Marco Antonio*

### 2.3.33. CALENDARIO DE MANTENIMIENTO

Para la realización y cumplimiento de las tareas es necesario que estas estén en un calendario anual de mantenimiento, donde se pueda ver la programación de las actividades de Mantenimiento Preventivo como es el caso de las Inspecciones y Lubricación y las Actividades de Mantenimiento Predictivo como los Análisis Vibracionales y de Temperatura. En la siguiente figura Nro. 117 se puede ver la descripción del calendario de mantenimiento como es la marca, el modelo, la descripción de la Actividad a desarrollar, el código de la Tarea, el tiempo de duración de la Tarea y las Semanas que posee un año en las cuales se llevarán a cabo las actividades de Mantenimiento. El Anexo N° 9 se puede ver en forma detallada la conformación del Calendario de Mantenimiento Propuesto para la Rectificadora de Cilindros:

Figura Nro. 117

**HOJA DEL CALENDARIO DE MANTENIMIENTO DE LA RECTIFICADORA DE CILINDROS**



*Fuente:* "Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en La Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda".

*Autor:* CARPIO Rivera, Marco Antonio

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

Luego de realizar la situación actual del Taller de maestranza se determinó que este no contaba con una distribución adecuada de máquinas, como también el espacio de trabajo era reducido lo cual podría producir accidentes, por eso que se planteó que para la implementación de la Estrategia de RCM era necesario una nueva redistribución de planta, la cual se realizó en su nuevo local, la nueva redistribución de planta se puede ver en la figura Nro. 51

### SEGUNDA

El taller de maestranza con su nueva distribución se organizó en tres áreas de trabajo: Área de Rectificado, Área de Maquinado y Área de Soldadura, la cual se le aplicó el análisis de criticidad al taller por áreas de trabajo, por la cual se determinó que el área de rectificado era la más crítica y dentro de ella la Máquina Rectificadora de Cilindros por lo cual se decidió aplicar la estrategia del RCM (Mantenimiento Basado en la Confiabilidad) a dicha máquina. El cuadro de criticidad del taller de maestranza se puede ver en el Anexo N 2.

### TERCERA

Con referencia al análisis y evaluación de los componentes del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad RCM en el Área crítica en relación a sus Funciones Primarias y Secundarias de la Rectificadora de Cilindros, se sintetiza que existe dominio por parte del personal técnico en cuanto a la operatividad de la máquina, lo cual garantiza el conocimiento de fallas funcionales primarias como secundarias; del mismo modo se aprecia que el área de la Rectificadora de Cilindros cuenta con el espacio necesario para un desplazamiento ergonómico en el ejercicio de las Funciones Básicas. En cuanto a las funciones secundarias se observó que existe conocimiento cabal sobre Ecología, Seguridad, Control, Apariencia, Protección y Eficiencia por parte de los técnicos. Sin embargo se puede observar que existe desconocimiento de la gestión del costo y finanzas, y tampoco cuenta el área con un manual técnico administrativo de prevención de condiciones anormales o contingentes del funcionamiento de la rectificadora como lo muestran las Tablas VII, VIII.



#### **CUARTA**

Con referencia al análisis y evaluación de los componentes del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) de la Rectificadora de cilindros a las fallas funcionales, referidas al estado de falla asociado a cada función, se encontró divergencias, respecto a las respuestas expresadas, en el contexto operativo relativo a ubicación, ergonomía, funcionamiento y producción, no contando de instrumentos básicos para la medición de las fallas, de lo que se infiere en la Tabla IX que se obvia el conocimiento de la presencia de Fallas Funcionales de la Rectificadora por desconocimiento y ausencia de mantenimiento.

#### **QUINTA**

Con referencia al análisis y evaluación de los componentes de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en la Rectificadora de Cilindros en relación a las causas de fallas, relacionada a la identificación, modo, lista y proceso de falla, se apreció en la Tabla X que en relación a la percepción al tema desconoce las causas relacionadas a las fallas, más aún tienen total desconocimiento de la existencia de un registro de causas de fallas, lo que implica que no existe proceso ni procedimiento menos documentación referida a las fallas que sustente dicha falla.

#### **SEXTA**

Con referencia al análisis y evaluación de los componentes del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en la Rectificadora de Cilindros en relación a los efectos que ocurren relacionados a Alarmas Previas, Riesgo de Seguridad y Medio Ambiente, consecuencias y/o daños a la producción, averías físicas y acciones correctivas, se evidencia en la Tabla XI que existe conocimiento referidas a las fallas, sin embargo refieren que no existe manual de política de riesgo de seguridad, de igual manera no existe instrumentos de alerta previa a las fallas, lo que implica que no existe un Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM).

**SEPTIMA**

Con referencia al análisis y evaluación de los componentes del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en la Rectificadora de Cilindros en relación a las Consecuencias De Falla relacionadas a fallas evidentes (Consecuencias Operacionales y del Medio Ambiente) fallas ocultas (Función de Protección de Seguridad y Fallas sin alerta) se evidencia que en la Maquina Rectificadora de Cilindros existe dilema relacionado a si se han producido consecuencias de fallas evidentes, pero hay claridad en afirmar que en el desempeño de los trabajos de rectificado no se han producido a la fecha incidentes como consecuencia de las Fallas Evidentes, como lo expresan en la Tabla XII .

**OCTAVA**

Con referencia al Análisis y Evaluación de los componentes del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en el Área de Rectificado en relación a las acciones predeterminadas en la búsqueda de la falla, intervalo de tareas de la búsqueda, relacionadas al mantenimiento confiabilidad y factibilidad técnica, se observa que el 83% de los que operan y se responsabilizan del área de rectificado no realizan acciones de planeamiento para la predicción y búsqueda de las fallas, por tal motivo se implementó el RCM al área de Rectificado la cual en base a la implementación se logró la optimización de las técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo lo que a futuro garantizara confiabilidad, disponibilidad, seguridad y mejor uso de repuestos y consumibles en los equipos.

## RECOMENDACIONES

### PRIMERA

La ejecución del proyecto de la implementación del RCM en la Maquina de Rectificado de Cilindros, debe servir de guía para poder desarrollar este tipo de estrategia en las otras áreas del Taller de Maestranza.

### SEGUNDA

Para garantizar plenamente el éxito del proyecto de investigación es necesario dar el adecuado seguimiento y control; para ello se recomienda realizar auditorías trimestrales que permitan verificar el cumplimiento de las acciones proactivas recomendadas, para su cumplimiento.

### TERCERA

Realizar capacitaciones en RCM (Mantenimiento basado en la Confiabilidad) al personal operativo, administrativo y técnico, que permita crear una cultura organizacional en esta nueva filosofía de mantenimiento.

### CUARTA

Implantar la adquisición de los repuestos en cantidad y tiempo óptimo de los componentes críticos; efectuando un estudio de stocks mínimos y máximos considerado de la criticidad de los repuestos y de la reposición automática de los mismos, que nos permita también manejar un correcto mantenimiento sin pérdida de producción.

### QUINTA

Se recomienda la implementación de un Software de sistema de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM), donde contenga los procesos, procedimientos, y formas y registros que exige la estrategia RCM.



**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- **AMÉNDOLA**, Luis. *“Organización y Gestión del Mantenimiento”*. 1ra. Ed. Madrid. PMM INSTITUTE FOR LEARNING. 2008.
- **ARIZA** Rincón Albert Jair. *“Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a equipos de Minería a Cielo Abierto tomando como piloto la flota taladros de Voladura”*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Santander, Colombia. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas Escuela de Ingeniería Mecánica. 2008.
- **CÓRDOVA** Carlos. *“Implantación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) a los Hornos Convertidores Peirce Smith De La Fundición De Cobre De Southern Peru Copper Corporation”*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.
- **DA COSTA** Martín. *“Aplicación del Manteamiento Centrado en La Confiabilidad a Motores a Gas de Dos Tiempos en Pozos De Alta Producción”*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- **GARDELL** Marc. *“Mejora de Metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de Mantenimiento Preventivo y Predictivo en plantas de procesos”*. Tesis (Doctorado).Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia.
- **ISO 14224**. *“Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos”*. 1ra. Ed. 2004.

- **LOPEZ**, William. Mantenimiento Basado en la Confiabilidad. “*Introducción al Mantenimiento Basado en la Confiabilidad*”. En: Clases Académicas de Posgrado en Ingeniería de Mantenimiento. (2014, Arequipa, Perú).Apuntes de Clase .Arequipa, Perú.
- **MOUBRAY**, John. “*Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*”. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS.
- **ROJAS** Randall. “*Plan para La Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) Para Plantas De Concreto En Proyectos Del Ice*”. Tesis (Maestría).San José, Costa Rica. Universidad para La Cooperación Internacional (UCI).
- **SAE INTERNATIONAL**. “*Norma para Vehículos Aeroespaciales J.A-1011*”. USA. 1998.
- **VÁSQUEZ** Oyarzún, David Esteban. “*Aplicación del Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16v-149ti en Codelco División Andina*”. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2008.



# ANEXOS





**Anexo Nro. 1**

**PROYECTO DE TESIS**

### CAPITULO III PLANTEAMIENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3. PLANTEAMIENTO TEORICO

##### 3.3. PROBLEMA

###### 3.3.1. ENUNCIADO

“Implementación de un plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa SRLda.”

##### 3.4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años el mantenimiento ha evolucionado como consecuencia de la optimización productiva, desde un servicio para solucionar fallas en los equipos hasta el de constituirse en un departamento de ingeniería que planea las actividades con criterios tecnológicos, administrativos y económicos que le permiten participar en las decisiones estratégicas de la organización.

La empresa manufacturera Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda., está ubicada en Paucarpata, avenida Apima 300 esta empresa entro en funcionamiento en el año 1990, y como fue pasando los años y el crecimiento económico en la región se tuvo que implementar cada vez más y más hasta el punto que las áreas de trabajo ya se han reducido, lo cual se convierte en una actividad muy peligrosa para el personal que labora, y por ende se pone en riesgo la producción.

En la actualidad, la empresa manufacturera Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda., viene aplicando un mantenimiento inadecuado para sus máquinas, debido a que no tiene un plan ni cronograma definido de los mantenimientos a realizarse, es más, en la mayoría de los casos se espera a que ocurra alguna acción fuera de lo normal para realizar un chequeo o un mantenimiento teniendo como consecuencia el respectivo daño o parada de la máquina herramienta y por su puesto su indisponibilidad.

Tomando en cuenta todo lo anterior, la empresa manufacturera Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda. ha decidido el traslado a otro local más apropiado con todas las medidas de seguridad como lo indica la norma, y diseñar e implementar un programa y plan de mantenimiento basado en la confiabilidad,

para evitar paros innecesarios y prolongar la vida útil de todas las máquinas con las que cuenta, además de lograr una mayor confiabilidad y disponibilidad de las maquinas herramientas. (Ferreyros)

### 3.5. CAMPO, ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

**Figura Nro. 118**

**CUADRO DE CAMPO, ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Campo	Ciencias
Área	Ingeniería
Línea	Gestión de Mantenimiento
Aspectos	Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM)

*Fuente: Propuesta de Tesis: Implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para el taller de maestranza: Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda.*

*Autor: CARPIO. Marco*

### 3.6. TIPO DE PROBLEMA.

Relacional

### 3.7. VARIABLES

#### 3.7.1. ANALISIS DE VARIABLES

#### 3.7.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio del Área de Rectificado

#### 3.7.3. VARIABLE DEPENDIENTE

Implementación del mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).

### 3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Se puede apreciar en el siguiente cuadro



Figura Nro. 119

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

CONCEPTUAL		OPERACIONAL	
CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
El estudio del área de rectificado del taller su funcionamiento operativo está asociado al mantenimiento del área; el que consiste en precisar y analizar el estado de su organización, infraestructura, equipamiento y sus funciones operativas, para ello se analizaran, las fallas funcionales, las causas, efectos, consecuencias, la predicción y las acciones a determinar los modos de las fallas.	Análisis del taller de maestranza	Percepción de formulación y dirección del taller de maestranza	Observación y cuestionario a los responsables del área de mantenimiento
	Análisis área de rectificado	Análisis y evaluación de activos críticos del área de rectificado	Observación y cuestionario a encargado del mantenimiento del área de rectificado
	Funciones	Análisis de las funciones primarias y secundarias de los activos de rectificado	Observación (Cuaderno de apuntes) cuestionario
	Fallas funcionales	Análisis y evaluación del estándar y medidores de falla	Observación (Cuaderno de apuntes) cuestionario
	Causas de las fallas	Percepción de causas de fallas	Observación (Cuaderno de apuntes) cuestionario
	Efectos de las fallas	Percepción de efectos por fallas	Observación (Cuaderno de apuntes) de cuestionario

CONCEPTUAL		OPERACIONAL	
CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
	Consecuencias de las fallas	Precepción de importancia de fallas evidentes y ocultas	Observación (Cuaderno de apuntes) cuestionario
	Predicción y de prevención de fallas	Percepción de acciones realizadas ante fallas	Observación (Cuaderno de apuntes) de cuestionario
	Acciones predeterminadas	Frecuencia y tasas de acciones de fallas.	Observación (Cuaderno de apuntes) de cuestionario

*Fuente: Propuesta de Tesis: Implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para el taller de maestranza: Comercial Tornocentro Arequipa S.R..Lda.*

*Autor: CARPIO. Marco*

**Figura Nro. 120**

**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE**

CONCEPTUAL		OPERACIONAL	
CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
El mantenimiento sostenido, conlleva a la implementación de la metodología estratégica del RCM como política de gestión para responder a los	Condición estratégica del área de rectificado	Percepción, evaluación y aceptación de propuesta	Observación y cuestionario a los responsables de mantenimiento
	Estructura de puesto y formación de equipo de labor	Percepción de propuesta de características de los cargos.	Observación y cuestionario a los responsables de mantenimiento
	Aplicación metodológica de RCM	Percepción e implementación de estrategia RCM	Observación (Cuaderno de apuntes) de cuestionario

CONCEPTUAL		OPERACIONAL	
CONCEPTO	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
requerimientos de dicho método y las necesidades del taller de maestranza	Integración de procesos y procedimientos	Percepción e implementación de procesos y procedimientos	Observación (Cuaderno de apuntes) de cuestionario

*Fuente:* Propuesta de Tesis: Implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para el taller de maestranza: Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda.

*Autor:* CARPIO, Marco

### 3.9. INTERROGANTE BÁSICA

¿Será posible implementar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para el taller maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda?

### 3.10. INTERROGANTES ESPECÍFICAS

1. ¿Cuál será el resultado del análisis de criticidad aplicado al taller de maestranza?
2. ¿Es posible diseñar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para la empresa?
3. ¿Se aplica algún plan de mantenimiento a las máquinas?
4. ¿Se puede disminuir el tiempo de reparación de las fallas?
5. ¿Es factible elevar la disponibilidad de las máquinas?
6. ¿Se puede mejorar la confiabilidad de las máquinas?
7. ¿Qué causas ocasiona cada falla?
8. ¿Qué sucede cuando falla una máquina de producción?
9. ¿Qué se puede hacer y qué acciones se puede tomar para predecir o prevenir cada falla?
10. ¿Será posible la implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) en el taller de maestranza?



### **3.11. JUSTIFICACIÓN**

Debido a las exigencias que demanda el medio externo de la empresa y el aumento de la demanda del servicio que presta la empresa por parte de los clientes, es necesario analizar la problemática en cuanto a mantenimiento que realiza el taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda. ha sus máquinas y equipos.

Dada la total relación entre la actividad productiva y el mantenimiento de los equipos involucrados en ella, toda falla de proceso que se presenta actualmente en la empresa representa pérdidas económicas que se reflejan invariablemente en el costo del producto, en el nivel de cumplimiento de las órdenes de trabajo y en resumen, en la estabilidad de la empresa, lo que motiva a la implementación de la estrategia de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).

Con la implementación de la estrategia del mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), el taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda., se pretende establecer un plan de mantenimiento con procedimientos estandarizados según las normas SAE JA1011 y SAE JA1012, por lo cual el presente trabajo tiene relevancia, por tratarse de una actividad contemporánea.

### **3.12. OBJETIVOS**

#### **3.12.1. OBJETIVO GENERAL**

Generar e implementar un Plan de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para la maquina critica del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda.

#### **3.12.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la situación actual del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda.
2. Realizar un análisis de criticidad del taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.R.Lda.
3. Recopilar y analizar las formas que la maquina crítica puede fallar al cumplir sus funciones.

4. Diagnosticar y analizar las causas que ocasionan cada falla funcional de la máquina crítica.
5. Recopilar y analizar lo que sucede cuando falla una máquina crítica.
6. Analizar y definir cuáles son las consecuencias que genera cada falla de la máquina crítica.
7. Analizar y Precisar qué se puede hacer y qué estrategias se puede tomar para predecir o prevenir cada falla.
8. Implementar en base a los resultados la Estrategia del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) en el Área de Rectificado del Taller de Maestranza.

### **3.13. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo a la estrategia del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), empleando una metodología que maneje de forma adecuada los datos, permita ver las fallas más críticas y asociar causas, efectos y fallas de un sistema, y para obtener un diagnóstico más rápido y completo. Se logrará implementar el mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad al taller de maestranza Comercial Tornocentro Arequipa S.A-Lda.

### **3.14. ESTADO DEL ARTE**

#### **3.14.1. OBJETIVO DEL ESTADO DEL ARTE**

Brindar una descripción de los conceptos necesarios, del mantenimiento de máquinas, estrategias y planes de mantenimiento para empresas manufactureras.

### **3.15. BASES TEORICAS - CIENTIFICAS**

### **3.16. BASE FILOSOFICA**

La investigación a desarrollar se sostiene en las siguientes teorías mostradas a continuación:

Teoría del mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), la cual consiste en asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quiere que haga en su contexto operacional actual, logrando una optimización de la confiabilidad operacional.

Teoría de la gestión de recursos de mantenimiento, se basa en la planificación y programación sistemática de los recursos físicos de mantenimiento a lo largo de su vida.

### **3.17. BASE LEGAL**

Para el desarrollo de la tesis se ha considerado el uso de la siguiente normativa: AE JA1011 “Norma para vehículos aeroespaciales”, SAE JA1012 “Prácticas recomendadas para vehículos aeroespaciales y de superficie”, ISO14224 “Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural-recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos”, NORZOK Z008 “Análisis de criticidad para mantenimiento”, OREDA “Manual de datos de confiabilidad”

### **3.18. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.18.1. CONCEPTUALIZACION ELEMENTAL**

Desde el principio de los tiempos, el hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad.

De ahí, podemos vislumbrar que la principal función de mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo, bajo esta premisa se puede entender la evolución del área de mantenimiento al atravesar las distintas épocas acorde a las necesidades de sus clientes: que son todas aquellas dependencias y/o empresas de procesos o servicios, que generan bienes reales o intangibles mediante la utilización de estos activos, para producirlos.<sup>4</sup>

#### **3.18.2. EL MANTENIMIENTO**

La historia del mantenimiento como parte estructural de las empresas, data desde la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, inclusive desde cuando el hombre formaba parte de la energía de dichos equipos.

---

<sup>4</sup> GARDELL Marc. “Mejora de Metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de Mantenimiento Preventivo y Predictivo en plantas de procesos”. Tesis (Doctorado). Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. pp.1-30.



Se reconoce la aparición de los primeros sistemas organizacionales de mantenimiento para sostener las máquinas desde principios del siglo XX en los Estados Unidos donde todas las soluciones a fallas y paradas imprevistas de equipos se solucionaban vía mantenimiento correctivo.

El progreso del mantenimiento permite distinguir varias generaciones evolutivas, en relación a los diferentes objetivos que se observan en las áreas productivas o de manufactura a través del tiempo.

Desde la década del '30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones principales.<sup>5</sup>

La Tabla XV nos ayuda a ver en forma sintetizada el comportamiento de cada una de las generaciones analizadas.

**Tabla XV**  
**GENERACIONES DEL MANTENIMIENTO**

Aspectos de mantenimiento	Comportamiento 1era generación (I guerra mundial - 1950)	Comportamiento 2da generación (1950-1970)	Comportamiento 3era generación (1970-2000)	Comportamiento 4ta generación (2000 - presente)
Expectativas del mantenimiento	Repare equipos cuando estén rotos	Equipos con mayor disponibilidad Mayor duración de los Equipos Bajos costos de mantenimiento	Equipos con mayor disponibilidad y confiabilidad. Incremento en la seguridad Sin daño al ambiente Mejor calidad de producto Mayor duración de los equipos	Equipos con mayor disponibilidad y confiabilidad Incremento en la seguridad Sin daño al ambiente Mejor calidad de producto Mayor duración de los equipos Mayor costo efectividad Manejo de riesgo (legislación, procedimientos, entrenamientos, equipos para minimizar el riesgo, etc)

<sup>5</sup> ROJAS Randall. "Plan para La Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) Para Plantas De Concreto En Proyectos Del Ice". Tesis (Maestría). San José, Costa Rica. Universidad para La Cooperación Internacional (UCI) . pp.1-40.

Aspectos de mantenimiento	Comportamiento 1era generación (I guerra mundial - 1950)	Comportamiento 2da generación (1950-1970)	Comportamiento 3era generación (1970-2000)	Comportamiento 4ta generación (2000 - presente)
visión sobre la falla del equipo	Todos los equipos se desgastan	los se Todos los equipos cumplen con la curva de la bañera	Existen 6 patrones de falla	Fallas desde el punto de vista del error humano, error del sistema, error del diseño y error de selección (Confiabilidad Operacional)
Técnicas de mantenimiento	Todas las habilidades de reparación	la de Mantenimientos mayores planeados y programados Sistema de planificación y control de los trabajos (PERT, Gantt, etc) Computadores grandes y lentos	Mantenimiento predictivo Diseño basado en confiabilidad y mantenibilidad Estudio de riesgo Análisis de modos de fallas y sus efectos (FMEA,FMECA) Pequeños y rápidos computadores Sistemas expertos Trabajos en equipo y apoderamiento	Monitoreo por condición Diseño basado en confiabilidad y mantenibilidad Estudio de Riesgo Análisis de modo de fallas y sus efectos (FMEA,FMECA) Pequeños y rápidos computadores Trabajo en equipo y apoderamiento Uso de técnicas especializadas (RCA, RCM, TPM, PMO, modelamiento de confiabilidad, optimización de respuestas, etc.) ERP-módulos de mantenimiento Outsourcing Internet

*Fuente: Modelo para la implementación de mantenimiento predictivo en las facilidades de producción de petróleo;2012.*

*Autor: Ruiz Acevedo, Adriana María.*

### 3.19. EL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)

#### 3.19.1. DEFINICIÓN

Según los autores que a continuación vemos definen al RCM como:

John Moubray define al RCM de la siguiente forma: “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: Un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier Activo Físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.”<sup>6</sup>

La definición propuesta por la Norma SAE –JA 1011 de Agosto de 1998 sostiene que: “El mantenimiento Centrado en la Confiabilidad es una filosofía de Gestión de Mantenimiento, en el cual un equipo de trabajo multidisciplinario, se encarga de optimizar la Confiabilidad Operacional de un sistema productivo, que funciona bajo condiciones de operación definidas

Estableciendo las actividades más efectivas en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, considerando los posibles efectos que originan los modos de fallas de estos activos, en la seguridad, el ambiente y las funciones operacionales.”<sup>7</sup>

#### 3.20. EVOLUCIÓN DEL RCM

El RCM a lo largo de la historia, ha recibido grandes aportes favorables de parte del campo Estadístico y del Campo de la Confiabilidad, el cuadro a continuación muestra una comparación entre las acciones a seguir según el modelo tradicional de mantenimiento y el RCM:

---

<sup>6</sup> MOUBRAY, John, Op.Cit. Pag.7

<sup>7</sup> SAE INTERNATIONAL. “*Norma para Vehículos Aeroespaciales J.A-1011*”. USA. 1998 .p.1.



**Figura Nro. 121**  
**CUADRO DE LA EVOLUCIÓN DEL RCM**

<b>ACCIONES DE MANTENIMIENTO TRADICIONAL</b>	<b>ACCIONES DE MANTENIMIENTO CON RCM</b>
Mantenimiento para conservar los equipos en buen estado.	Mantenimiento para conservar las funciones de los activos físicos.
Mantenimiento rutinario para prevenir la falla.	Mantenimiento rutinario para evitar, reducir o eliminar las consecuencias.
El objetivo del mantenimiento era optimizar la disponibilidad de la Planta a un costo bajo.	Su objetivo no es solo optimizar la disponibilidad de la planta, sino también aumentar la seguridad, la integridad ambiental, la calidad de los productos y el servicio al cliente.
La mayoría de los equipos tienden a fallar a medida que envejecen.	Se presentan modelos de fallas de los equipos determinados por curvas de probabilidad de falla contra la vida útil.
Los tres tipos de mantenimiento convencional son: Predictivo, Preventivo, Correctivo.	Con la nueva estrategia de mantenimiento se adiciona el tipo detectivo.

**Fuente:** “Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a cielo abierto tomando como piloto La Flota Taladros de Voladura”.

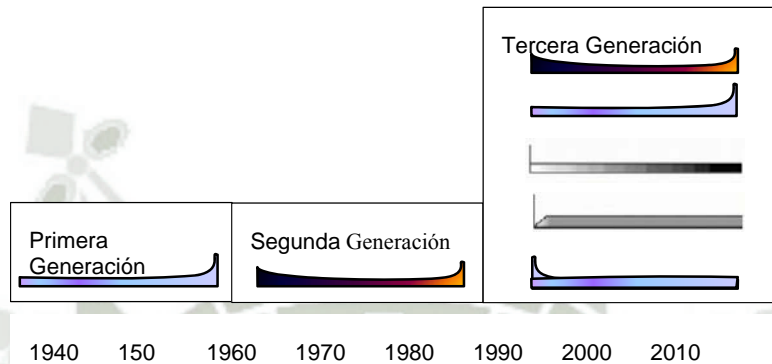
**Autor:** ARIZA Rincón, Albert Jair

John Moubray analiza la Confiabilidad en base a la evolución del Mantenimiento y en esencial el RCM: “La figura Nro. 139 muestra como en un principio la idea era simplemente que a medida que los elementos envejecían eran más propensos a fallar. Una creciente conciencia de la "mortalidad infantil" llevó a la Segunda Generación a creer en

la curva de "bañera". Sin embargo, investigaciones en la Tercera Generación revelan no uno ni dos sino seis patrones de falla que realmente ocurren en la práctica."<sup>8</sup>

**Figura Nro. 122**

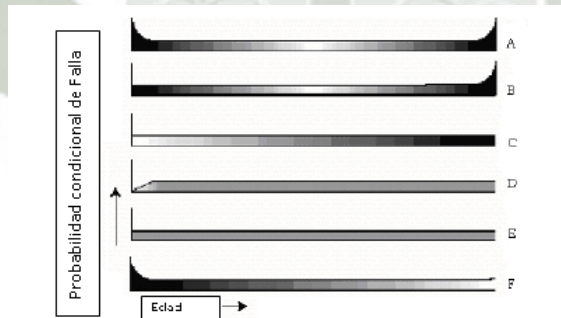
**GRÁFICA DE CAMBIOS EN LOS PUNTOS DE VISTA SOBRE FALLA DE EQUIPOS**



**Fuente:** "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

**Autor:** MOUBRAY, John.

**Figura Nro. 123**  
**MODOS DE FALLA**







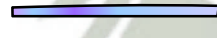

**Fuente:** "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

**Autor:** MOUBRAY, John.

<sup>8</sup> MOUBRAY, John. "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad". 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.7.

Figura Nro. 124

CUADRO DESCRIPTIVO DE LOS MODOS DE FALLA

TIPO DE CURVA	DESCRIPCIÓN
	<p>El modelo A es la conocida “Curva de la bañera”. Comienza con una gran incidencia de la falla (llamada mortalidad infantil o desgaste de funcionamiento) seguida por un incremento constante o gradual de la probabilidad condicional de falla y por ultimo una zona de desgaste.</p>
	<p>El modelo B muestra una probabilidad condicional de falla constante o de lento incremento, y que termina en una zona de desgaste.</p>
	<p>El modelo C muestra una probabilidad de falla ligeramente ascendente, pero no hay una edad de desgaste definida que sea identificable.</p>
	<p>El D muestra una baja probabilidad condicional de falla cuando el equipo es nuevo o recién salido de fábrica y luego un veloz incremento a un nivel constante.</p>
	<p>El E muestra una probabilidad condicional de falla constante a todas las edades por igual. (falla al azar).</p>
	<p>El patrón F comienza con una alta mortalidad infantil, que finalmente cae a una probabilidad de falla constante o que asciende muy lentamente.</p>

**Fuente:** “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”.

**Autor:** MOUBRAY, John.



### 3.21. LAS SIETE PREGUNTAS BÁSICAS DEL RCM

El proceso RCM formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intente revisar:

- A. *¿Cuáles son las funciones deseadas y los estándares de desempeño asociados del activo en su contexto operacional presente (funciones)?.*
- B. *¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones (fallas funcionales)?.*
- C. *¿Qué causa cada falla funcional (modos de falla)?.*
- D. *¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional (efectos de falla)?.*
- E. *¿De qué manera afecta cada falla (consecuencias de falla)?.*
- F. *¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas intervalos de tareas)?.*
- G. *¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva que conviene no está disponible (acciones predeterminadas)?.”<sup>9</sup>*

El siguiente cuadro realiza la clasificación de las Siete Preguntas de manera agrupada, tal como se muestra a continuación:

**Figura Nro. 125**

**CUADRO DE LAS SIETE PREGUNTAS BÁSICAS DEL RCM**

<b>Establece Objetivos, Define el Problema y Recoge la Información Básica.</b>	¿Cuáles son las funciones deseadas y los estándares de desempeño asociados del activo en su contexto operacional presente (funciones)?
	¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones (fallas funcionales)?
	¿Qué causa cada falla funcional (modos de falla)?
	¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional (efectos de falla)?

<sup>9</sup> SAE INTERNATIONAL. “Norma para Vehículos Aeroespaciales JA-1011”. USA. 1998 .p.6.

<b>Consecuencias de las Fallas</b>	¿De qué manera afecta cada falla (consecuencias de falla)?
<b>Estrategias de Mantenimiento</b>	¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla (tareas proactivas intervalos de tareas)?
	¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva que conviene no está disponible (acciones predeterminadas)?

*Fuente:* “Aplicación del Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16v-149ti en Codelco División Andina”.

*Autor:* VÁSQUEZ Oyarzún David Esteban

### 3.22. METODOLOGÍA LÓGICA DEL RCM

La metodología Lógica del RCM ha sido desarrollada en base a diversas investigaciones, lo que se puede sintetizar en el siguiente cuadro:

**Figura Nro. 126**

**CUADRO DE LA METODOLOGÍA LÓGICA DEL RCM**

<b>PASOS</b>	1	Identificar los Sistemas Básicos de la Planta y Definir sus funciones Principales
	2	Identificar los Modos de Falla que puedan producir cualquier Falla Funcional
	3	Jerarquizar las necesidades Funcionales de los Equipos mediante el Análisis de Criticidad
	4	Determinar la Criticidad de los Efectos de las Fallas Funcionales
	5	Emplear el diagrama de árbol lógico para establecer la Estrategia de Mantenimiento
	6	Seleccionar las actividades proactivas , más convenientes u otras acciones que conserven a Función del Sistema

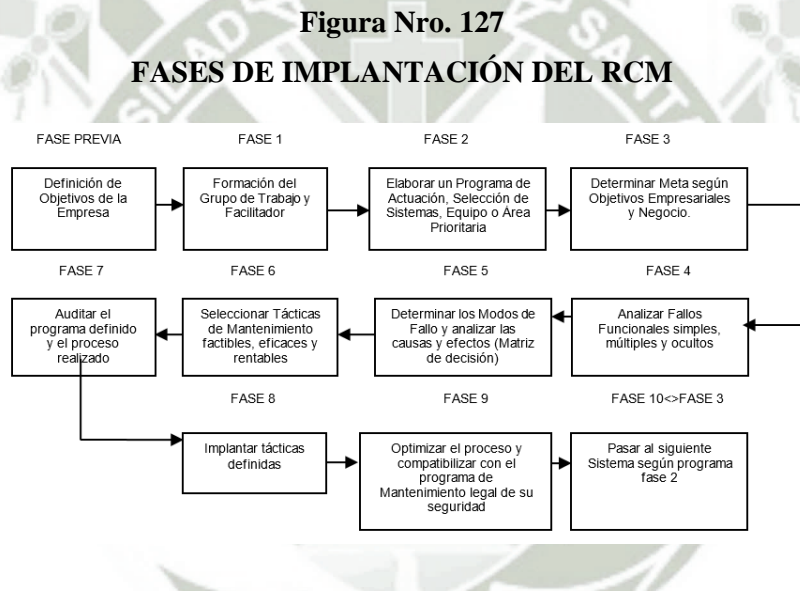
*Fuente:* “Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial”.

*Autor:* GARCÍA Palencia, Oliverio

Cada uno de los pasos anteriormente descritos resume la secuencia metodológica en la aplicación de la estrategia RCM, todos ellos están sustentados en función de las Normas SAE JA 10 11 , SAE JA 1012 , ISO 14224 y la Norzok Z008 las dos primeras abocadas a la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad , la ISO 14224 abocada a la jerarquización y/o taxonomía del equipo y la Norzok aplicada a la Criticidad del Equipo.

### 3.23. FASES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL RCM

A continuación se muestra el diagrama de Bloques de las fases a seguir para la implantación del RCM:



**Fuente:** "Teoría Práctica de Mantenimiento Industrial Avanzado".

**Autor:** GONZÁLES Fernández, Francisco Javier.



**Figura Nro. 128**

**FASES DE IMPLANTACIÓN DEL RCM SEGÚN LA METODOLOGÍA A DESARROLLAR**

<b>FASES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>FASE I</b>	Análisis de la planta para RCM
	Análisis de Criticidad
<b>FASE II</b>	Definición del Equipo o Sistema
	Definición de Funciones del Equipo
	Descripción de las Fallas Funcionales
	Descripción de los Modos de Falla
	Descripción de Efectos de Falla
	Aplicación Lógica de RCM: Metodología para elegir las acciones más apropiadas de mantenimiento y las frecuencias de aplicación.
<b>FASE III</b>	Documentación del programa de mantenimiento: Enfocado en la operación del Equipo o Sistema.
<b>FASE IV</b>	Aplicación de RCM (Equipo de trabajo, recursos materiales, físicos, tecnológicos).

*Fuente: "Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura"*

*Autor: ARIZA Rincón Albert Jair*

**3.24. BENEFICIOS AL APLICAR RCM**

En el siguiente cuadro se muestra los beneficios a obtener cuando se realiza la implantación del RCM, se resalta principalmente los valores concretos para la mejora de la disponibilidad.

**Figura Nro. 129**  
**CUADRO DE BENEFICIOS AL APLICAR RCM**

<b>BENEFICIOS A PERSEGUIR COMO METAS EN UN MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD</b>				
<b>COSTES</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>CALIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RIESGOS</b>
Reducir los niveles y costes del mantenimiento preventivo rutinario (10 a 40%).	Conocer mejor los requerimientos de servicio al cliente.	Incremento de la disponibilidad por menor preventivo y menor correctivo (2 a 10%).	Reducción en las paradas programadas para grandes revisiones.	Mayor aseguramiento de la integridad de la seguridad y entorno.
Definir directrices y objetivos concretos para sustituir preventivos rutinarios por predictivos.	Definir de forma consensuada niveles de calidad de servicio.	Eliminación de fallos crónicos que “no entiende” de producción como no se reparan.	Intervalos normalmente más largos entre paradas por seguimientos predictivos.	Análisis de fallos ocultos y sus causas, que no suelen revisarse en mantenimiento rutinarios.
Reducir los niveles de mantenimiento contratado y sus aportes.	Reducir las averías con especial incidencia en las que repercuten en el servicio.	Mejora de la adhesión al cambio en el mantenimiento.	Tiempos de reparación más cortos por mejor conocimiento del sistema en su conjunto.	Reducción de la probabilidad de fallos múltiples.

COSTES	SERVICIO	CALIDAD	TIEMPO	RIESGOS
Reducir las paradas en producción de forma rentable haciendo reingeniería.	Mejor comunicación entre Mantenimiento y Producción.	Mejor documentación del cambio y sistema auditable por terceros	Reducir los tiempos de parada es decir mejora del MTTR	Reducción de riesgos asociados a las tareas rutinarias.

*Fuente:* “Teoría Práctica de Mantenimiento Industrial Avanzado”.

*Autor:* GONZÁLES Fernández, Francisco Javier.

### 3.25. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Según Ariza Rincón define: *“El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridad de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilite la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.”*<sup>10</sup>

Por lo tanto el objetivo fundamental del Análisis de Criticidad: es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la Jerarquía de Procesos, Sistemas y Equipos de una Planta, permitiendo subdividir en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

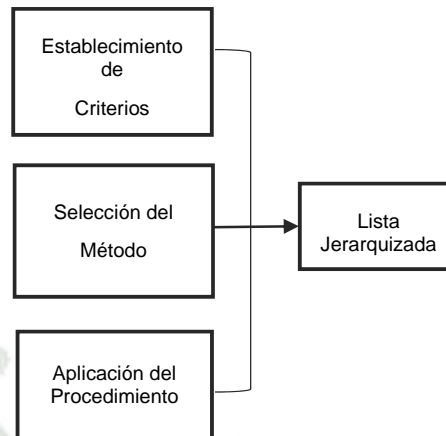
El siguiente diagrama muestra un modelo básico el análisis de Criticidad:

<sup>10</sup> ARIZA Rincón Albert Jair. *“Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a equipos de Minería a Cielo Abierto tomando como piloto la flota taladros de Voladura”*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico). Santander, Colombia. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas Escuela de Ingeniería Mecánica. 2008. pp.57-58.



**Figura Nro. 130**

**MODELO BÁSICO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD**



*Fuente:* “Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura”

*Autor:* ARIZA Rincón Albert Jair

El análisis de criticidad puede ser empleado en Procesos, Plantas, Sistemas, Equipos y/o Componentes, los cuáles requieran ser Jerarquizados en base a su impacto en el proceso o función que realizan.

En el cuadro siguiente se muestran los pasos a seguir en la aplicación del Análisis de Criticidad:

**Figura Nro. 131**

**CUADRO DE LOS PASOS A SEGUIR EN EL PROCESO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

N°	PASOS	DESCRIPCIÓN
1	Identificación de los equipos a estudiar	Se seleccionan los equipos más importantes dentro del proceso
2	Definición del alcance y objetivo del estudio.	Esta herramienta se hace vital a la hora de priorizar órdenes de trabajo y proyectos de inversión. La elaboración del estudio de Análisis de Criticidad se realiza a partir de un formato de encuesta que permite recoger la información de parte de los ingenieros, técnicos y operarios de la planta.

N°	PASOS	DESCRIPCIÓN
3	Selección del personal a entrevistar.	El grupo de personas involucradas en el estudio
4	Recolección de datos.	La recolección de la información se realiza a partir de las encuestas contestadas por ingenieros, técnicos y operarios de la planta.

*Fuente:* "Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura"

*Autor:* ARIZA Rincón Albert Jair

A continuación se muestra la ecuación de Criticidad que permite realizar el cálculo para la evaluación de los casos que se presenten:

**Figura Nro. 132**

**ECUACIÓN DE CRITICIDAD**

**Criticidad = Frecuencia x Consecuencia**

**Frecuencia** = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

**Consecuencia** = a+b; siendo

a = Impacto operacional x flexibilidad operacional

b = Costo de mantenimiento + Impacto en Seguridad ambiente e higiene (SAH)

*Fuente:* "Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura"

*Autor:* ARIZA Rincón Albert Jair

En la siguiente tabla, se muestran los criterios de evaluación de cada una de las criticidades, ya que para cada pregunta se tiene una serie de respuestas con ponderaciones diferentes, además esta ponderación se presenta y se asigna un valor específico a cada ítem o parámetro dependiendo de las características del equipo a evaluar.

**Figura Nro. 133**

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS CRITICIDADES**

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	
Una falla máxima por día	4
Una falla máxima por semana	3
Una falla máxima por trimestre	2
Menos de una falla por año	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de opción de repuesto compartido/almacén	2
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	
Pérdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacto en niveles de inventario o calidad	4
No generar ningún efecto significativo sobre la operación y producción	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE</b>	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere de notificación a entes externos de la organización	8
Afecta el ambiente e/o instalaciones	7
Afecta instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores en seguridad y ambiente	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones y ambiente	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	
Mayor o igual a US 7.000	2
Inferior a US 7.000	1

*Fuente: "Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura"*

*Autor: ARIZA Rincón Albert Jair*



Los criterios o parámetros que se utilizan para la elaboración de las encuestas, las tablas de ponderación y el cálculo de los valores de criticidad de los sistemas son:

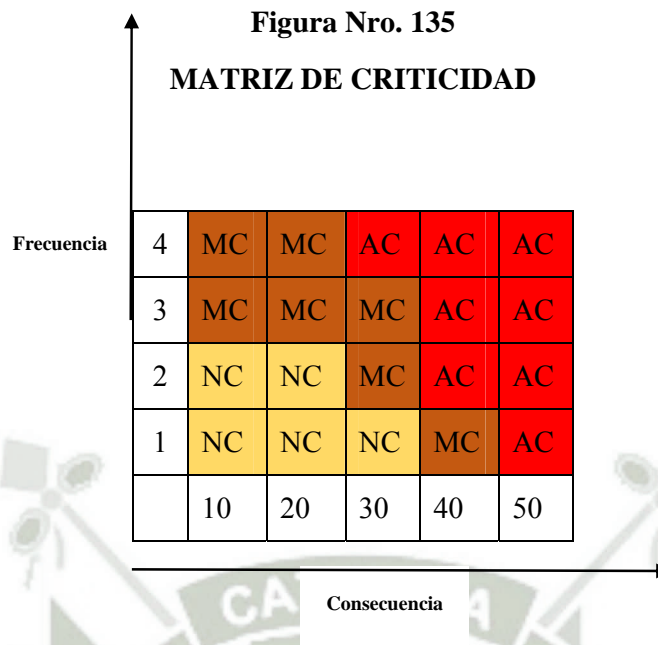
**Figura Nro. 134**

**CUADRO DE CRITERIOS PARA LA ELABORACIÓN DE ENCUESTAS, TABLAS DE PONDERACIÓN Y CÁLCULO DE VALORES DE CRITICIDAD**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Frecuencia de fallas.	Representa las veces que falla cualquier componente del sistema que produzca la pérdida de su función, es decir, que implique una parada en un período de un año.
Impacto operacional.	Es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla.
Costo de mantenimiento	Costos de materiales, repuestos y mano de obra. La información que se requiere para obtener los valores de ponderación se encuentra registrada en las tarjetas de costos de los diferentes equipos.
Flexibilidad operacional.	En caso de falla que opción producción de puede llevar a cabo, además del grado de disponibilidad de repuesto para atender la emergencia de la falla causante de la pérdida de función.
Impacto en seguridad.	Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas, instalaciones y otros equipos.
Impacto ambiental.	Posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños al ambiente

*Fuente: "Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura"*

A continuación se procede a desarrollar una Matriz de Criticidad y ubicar los resultados y ordenarlos de mayor a menor grado de criticidad de los sistemas analizados en la lista Jerarquizada, como se muestra en la figura:



*Fuente: "Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura"*

*Autor: ARIZA Rincón Albert Jair*

Los sistemas se clasifican en:

- NC = No críticos
- MC = Mediana criticidad
- AC = Alta criticidad

También se representa la simbología de colores utilizada en la Matriz de Criticidad.

Figura Nro. 136

**SIMBOLOGÍA DE COLORES UTILIZADA EN LA MATRIZ DE CRITICIDAD**

	<b>No Crítico</b>
	<b>Mediana Criticidad</b>
	<b>Alta Criticidad</b>

*Fuente: “Aplicación De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM) a Equipos de Minería a Cielo Abierto Tomando Como Piloto La Flota Taladros de Voladura”*

*Autor: ARIZA Rincón Albert Jair*

**3.26. TAXONOMÍA DE LOS EQUIPOS**

Según lo planteado en la norma ISO 14224, la taxonomía es: *“Una clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos, basándose en factores posiblemente comunes a varios de los elementos (ubicación, uso, equipo de subdivisión etc). Comúnmente también son llamados árboles de equipos, por su característica jerarquizada de acceder a un activo.”*<sup>11</sup>

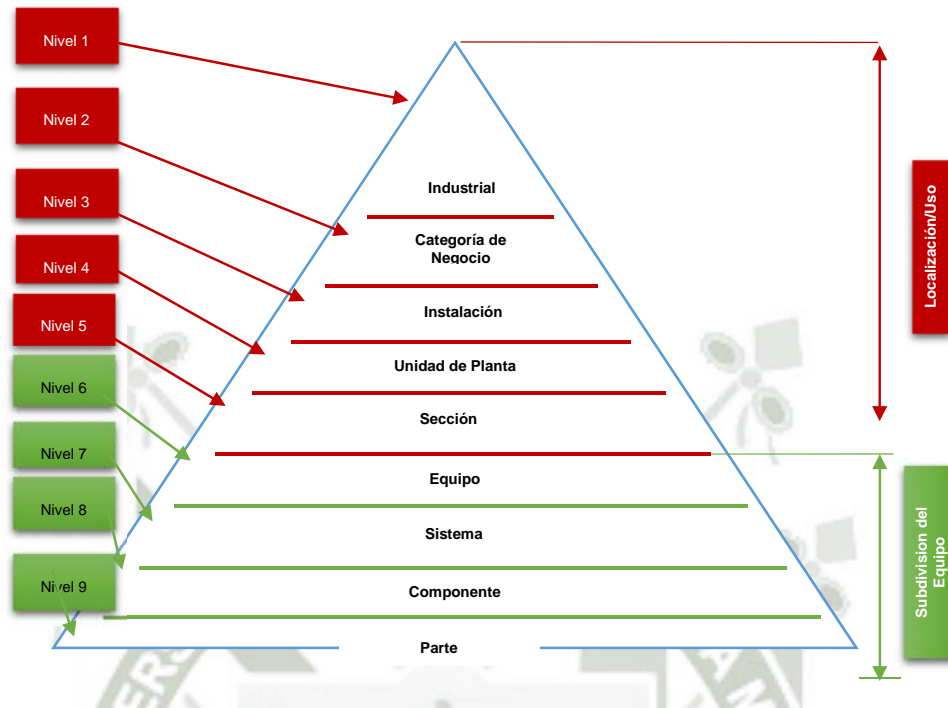
El siguiente pirámide muestra la jerarquización utilizada por la Norma ISO 14224 para establecer la taxonomía de los equipos:

---

<sup>11</sup> ISO 14224. *“Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos”*. 1 ra. Ed. 2004 .pp 44-45



**Figura Nro. 137**  
**PIRÁMIDE DE TAXONOMÍA**



**Fuente:** "ISO 14224 Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos"

**Autor:** ISO 14224

*“Los Niveles 1 a 5 son una categorización alta que se relacionan con industrias. Debido a que se analiza la confiabilidad del equipo en función de toda la planta.*

*Los Niveles 6 a 9 están relacionados con la unidad de equipo y con la subdivisión del mismo. El número de niveles para la subdivisión dependerá de la complejidad de la unidad y/o equipo y también en función del uso. Es muy importante considerar estos niveles para la implementación de la estrategia RCM y así asegurar una buena confiabilidad, disponibilidad y uso del equipo.”<sup>12</sup>*

<sup>12</sup> ISO 14224. “Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e Intercambio de datos de Confiabilidad y Mantenimiento de Equipos”. 1 ra. Ed. 2004 .pp 44-45.

### 3.27. LA TEORÍA DE FALLAS EN MANTENIMIENTO

#### 3.27.1. FUNCIONES

Jonh Moubray propone que una función es *“Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer.”*<sup>13</sup>

Las funciones se dividen en dos categorías principales como se detalla a continuación:

**Funciones Primarias:** Son la razón principal de porque es adquirido y existe el activo, por eso se debe cuidar de definir las tan precisamente como sea posible. Las funciones primarias son fáciles de reconocer, de hecho el nombre de la mayoría de los activos físicos industriales se basa en su Función Primaria.

**Funciones Secundarias:** Constituyen funciones adicionales que el activo físico puede realizar además de las primarias, tales como: seguridad, control, contención, apariencia, protección, economía, eficiencia, integridad estructural e integridad ambiental.

### 3.28. ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO

Un estándar de Funcionamiento según John Moubray es: *“La magnitud de aquello que los usuarios quieren que el activo haga.”*

*Por otro lado la Capacidad inicial se entiende como lo que el activo físico es capaz de realizar”*<sup>14</sup>.

El siguiente diagrama muestra la relación correcta entre la capacidad inicial y el funcionamiento deseado:

---

<sup>13</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.7.

<sup>14</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.7.

**Figura Nro. 138**  
**RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD INICIAL Y EL  
FUNCIONAMIENTO DESEADO**



*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

A continuación la gráfica muestra el comportamiento de un Activo Físico Mantenable, es decir cumple con la capacidad inicial, caso contrario el Activo Físico sería No Mantenable:

**Figura Nro. 139**  
**ACTIVO FÍSICO MANTENIBLE**

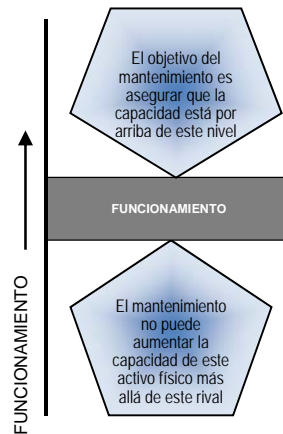


*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.



**Figura Nro. 140**  
**ACTIVO FÍSICO NO MANTENIBLE**

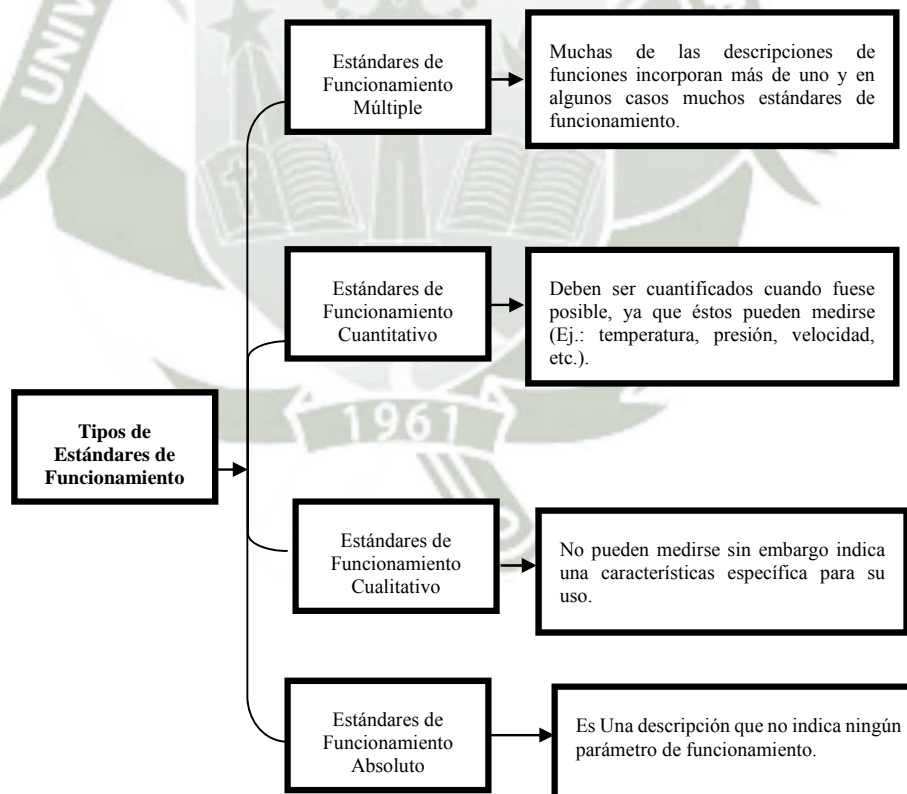


*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

La siguiente grafica sintetiza los tipos de Estándares de Funcionamiento existentes:

**Figura Nro. 141**  
**TIPOS DE ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO**



*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

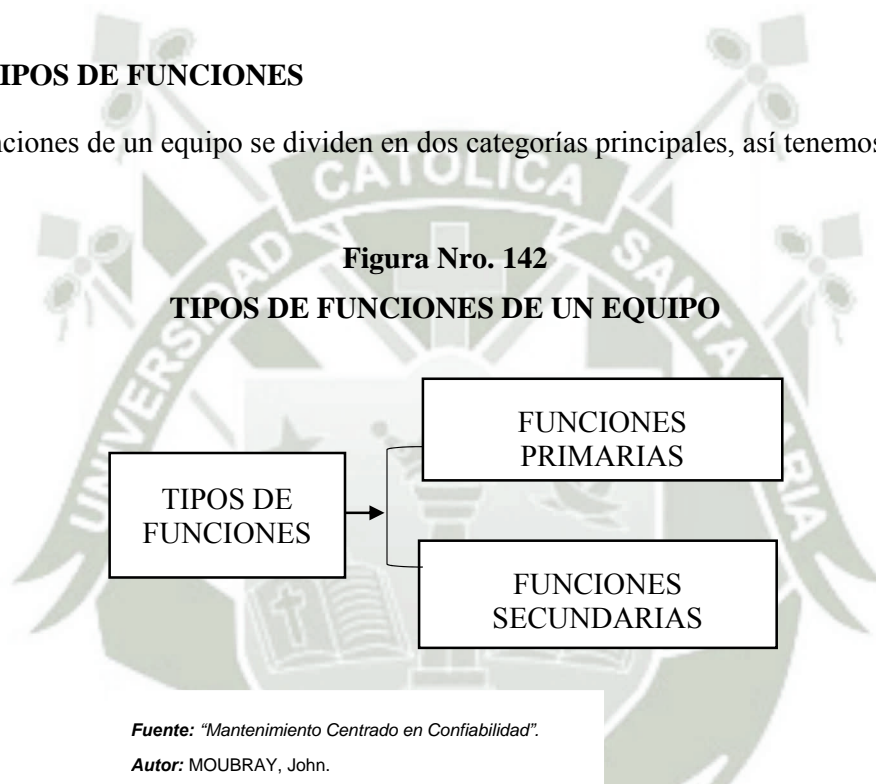
### 3.29. CONTEXTO OPERACIONAL

El contexto Operacional es Definido como: “El Indicador de las condiciones de operación del activo, y afecta a todo el proceso de formulación de estrategias de mantenimiento, comenzando por la definición de funciones.”<sup>15</sup>

Es muy importante considerar, que antes de la implementación del RCM, a cualquier proceso o activo físico debe de tener un concepto bastante claro sobre el contexto operacional.

### 3.30. TIPOS DE FUNCIONES

Las funciones de un equipo se dividen en dos categorías principales, así tenemos:



A continuación se muestra una tabla en la cual se describen los conceptos y definiciones de las Funciones Primarias y Secundarias, así tenemos:

<sup>15</sup> VÁSQUEZ Oyarzún , David Esteban. “ Aplicación del Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16v-149ti en Codelco División Andina”. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2008. pp. 40-44.

Figura Nro. 143

**FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS**

TIPO DE FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
<b>FUNCIÓN PRIMARIA</b>	<p>Se conocen como <b>funciones primarias</b> por ser la razón principal por la que es adquirido el activo físico. Son las razones por las cuales existe el activo, por lo que debemos definirlas tan precisamente como sea posible.</p> <p>Para la mayoría de los tipos de equipo los parámetros de funcionamiento asociados a las funciones primarias tienen que ver con velocidad, volumen, y capacidad de almacenamiento. Por lo general también necesita considerarse en esta etapa la calidad del producto.</p>
<b>TIPOS DE FUNCIONES PRIMARIAS</b>	<p><b>FUNCIONES PRIMARIAS MÚLTIPLES E INDEPENDIENTES.</b></p> <p>Un activo puede tener más de una función primaria. En casos como este, ambas funciones deben listarse en las especificaciones funcionales.</p>
	<p><b>FUNCIONES PRIMARIAS DEPENDIENTES O EN SERIE</b></p> <p>Puede encontrarse activos que son capaces de realizar, hacer dos o más funciones primarias en serie. Éstas son conocidas como funciones en serie.</p>
<b>FUNCIONES SECUNDARIAS</b>	<p>Se denominan funciones Secundarias aquellas que complementan a la función Primaria. Las funciones secundarias frecuentemente necesitan tanto o más mantenimiento que las funciones primarias, por lo que también deben ser claramente identificadas.</p>
<b>TIPOS DE FUNCIONES SECUNDARIAS</b>	<p><b>ECOLOGÍA.</b></p> <p>Las expectativas medioambientales de la sociedad se han vuelto un factor crítico del contexto operacional de muchos activos. RCM comienza el proceso de cumplimiento de los estándares asociados con la definición de funciones, expresándolos apropiadamente.</p>



TIPO DE FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p><b>SEGURIDAD</b></p> <p>La gran mayoría de los usuarios quieren estar razonablemente seguros que sus máquinas no le causarán ningún daño y menos aún la muerte. En la práctica, la mayoría de los riesgos para la seguridad surgen más adelante en el proceso RCM cuando se analizan los modos de fallas.</p>
	<p><b>INTEGRIDAD ESTRUCTURAL</b></p> <p>Este tipo de Funciones por lo general comprenden funciones como la de sostener otro activo, otro subsistema u otro componente.</p>
	<p><b>CONTROL</b></p> <p>En muchos casos, los usuarios no sólo quieren que los activos cumplan con sus funciones con un determinado estándar de funcionamiento, sino que también desean poder regular dicho funcionamiento. Estas expectativas se extractan en funciones separadas.</p> <p>Las formas de medición o de feedback son un subconjunto importante de las funciones de control. Estas incluyen funciones que dan al operador información en tiempo real de las condiciones del proceso (manómetros, indicadores, axiómetros y paneles de control), o que registran dicha información para un análisis posterior (dispositivos de grabación análogos o digitales, cajas negras de aviones, etc.). Los estándares de funcionamiento asociados con estas funciones no sólo se relacionan con la facilidad con la que se podría leer y asimilar o recuperar la información, sino que también se relacionan con hacerlo con precisión.</p>
	<p><b>CONTENCIÓN</b></p> <p>En el caso de activos usados para <i>almacenar</i> cosas, su función primaria será la de contener lo que sea que se almacene. No obstante, la contención podría considerarse también como una función secundaria de todos los dispositivos usados para <i>transferir</i></p>

TIPO DE FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p>material de cualquier tipo -especialmente fluidos. Estos pueden ser cañerías, bombas, cintas transportadoras, tolvas, silos y sistemas hidráulicos y neumáticos.</p> <p>La contención también es una función secundaria importante en ítems como cajas reductoras y transformadores.</p>
	<p><b>CONFORT</b></p> <p>La mayoría de las personas esperan que sus activos no les causen ansiedad, molestia o incomodidad. La función "confort" contiene este tipo de expectativas.</p>
<p><b>TIPOS DE FUNCIONES SECUNDARIAS</b></p>	<p><b>ECONOMÍA/EFICIENCIA</b></p> <p>Cualquiera que usa un activo de la clase que sea, tiene recursos financieros finitos. Esto los lleva a poner un límite a lo que están preparados a gastar en su operación y mantenimiento.</p> <p>Desde el punto de vista del contexto operativo, las expectativas funcionales relativas a los costos usualmente se expresan como presupuesto de gastos.</p> <p>Desde el punto de vista del activo, las cuestiones económicas pueden incluirse directamente en la definición de funciones que definirán las expectativas de los usuarios en relación a temas como la economía de combustible y la pérdida de material en proceso.</p>
	<p><b>FUNCIONES SUPERFLUAS</b></p> <p>A veces se encuentran ciertos componentes u objetos que son completamente superfluas. Esto pasa por lo general cuando el equipo se ha modificado frecuentemente a lo largo del tiempo, o bien cuando el equipo fue sobre especificado. Muchas veces se argumenta que estos componentes no molestan para nada y que cuesta dinero sacarlos de donde están, con lo que la solución más simple podría ser dejarlos hasta que se desarme toda la planta. Desafortunadamente, en la práctica esto es</p>

TIPO DE FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p>verdad en contadas ocasiones. A pesar que estos componentes no tengan una función positiva, aún pueden fallar y por lo tanto reducir la confiabilidad de toda la planta. Para evitar esto, necesitan mantenerse, lo que significa que aún consumen recursos.</p>
	<p><b>APARIENCIA</b></p> <p>En muchos activos la apariencia engloba una función secundaria específica. Por ejemplo, la función primaria de una pintura en la mayoría de los equipos industriales es la de protegerlos de la corrosión, pero los colores brillantes pueden usarse para aumentar la visibilidad por razones de seguridad.</p>
	<p><b>PROTECCIÓN</b></p> <p>A medida que los activos físicos se vuelven más complejos, la cantidad de formas en las que pueden fallar crece de forma casi exponencial. Esto trajo aparejado un crecimiento en la variedad y la severidad de las consecuencias de las fallas. Para eliminar (o al menos reducir) estas consecuencias, cada vez se usan más dispositivos de protección automáticos.</p>

*Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".*

*Autor: MOUBRAY, John.*

### 3.31. FALLAS FUNCIONALES

#### 3.31.1. CONCEPTO DE FALLA

John Moubray dice que la Falla es *"Es la incapacidad de cualquier activo de hacer aquello que sus usuarios quieren que haga."*<sup>16</sup>

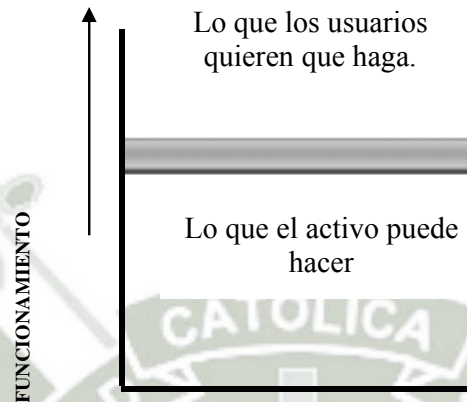
También se puede decir que una falla es una restricción que impide que los activos realicen las tareas deseadas por los usuarios, a continuación se muestra la gráfica del Estado General de la Falla:

<sup>16</sup> MOUBRAY, John. *"Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.7.



Figura Nro. 144

### ESTADO GENERAL DE FALLA



*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

#### 3.31.2. CONCEPTO DE FALLA FUNCIONAL

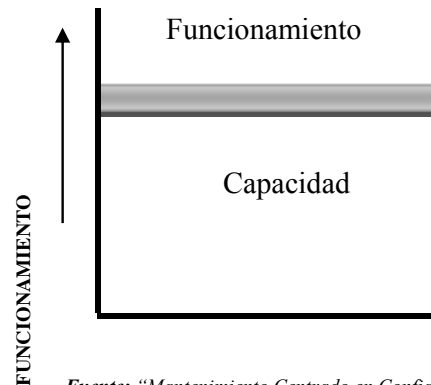
Una falla funcional se define como: *"La incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario."*<sup>17</sup>

También se puede definir como: *"La pérdida total de una función o también puede ser en las que el comportamiento funcional queda al margen de los parámetros de funcionamiento establecidos."*<sup>18</sup>

<sup>17</sup> MOUBRAY, John. *"Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.50.

<sup>18</sup> VÁSQUEZ Oyarzún, David Esteban. *"Aplicación del Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16v-149ti en Codelco División Andina"*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2008. pp. 40-44.

**Figura Nro. 145**  
**FALLA FUNCIONAL**



*Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".*

*Autor: MOUBRAY, John.*

### 3.31.3. ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS

Una vez que se ha identificado la falla funcional, lo que se debe de realizar a continuación es analizar las causas de la falla, dichos eventos son conocidos como modos de falla y se definen como: *"Las causas de la pérdida de una función."*<sup>19</sup>

Un modo de falla también se define como: *"Cualquier evento que pueda causar la falla de un activo físico (o sistema o proceso)."*<sup>20</sup>

Por lo tanto un Modo de Falla puede ser definido como un hecho que causa u origina una falla funcional por lo que la función objeto del RCM queda afectada negativamente.

La descripción de un modo de falla debe consistir en un sustantivo y un verbo escritos claramente.

Mayormente los Modos de Falla incluyen fallas causadas por deterioro o desgaste normal, pero también es necesario que se liste fallas por errores humanos y fallas de diseño, tal que las causas de la falla del equipo puedan identificarse y pueden repartirse apropiadamente. También se necesita identificar la causa de cada falla para asegurar que el tiempo y el esfuerzo no se pierdan tratando los síntomas en lugar de las causas.

<sup>19</sup> ARIZA Rincón Albert Jair, *"Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a equipos de Minería a Cielo Abierto tomando como piloto la flota taladros de Voladura"*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Mecánico).Santander, Colombia. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas Escuela de Ingeniería Mecánica. 2008. pp. 40-44.

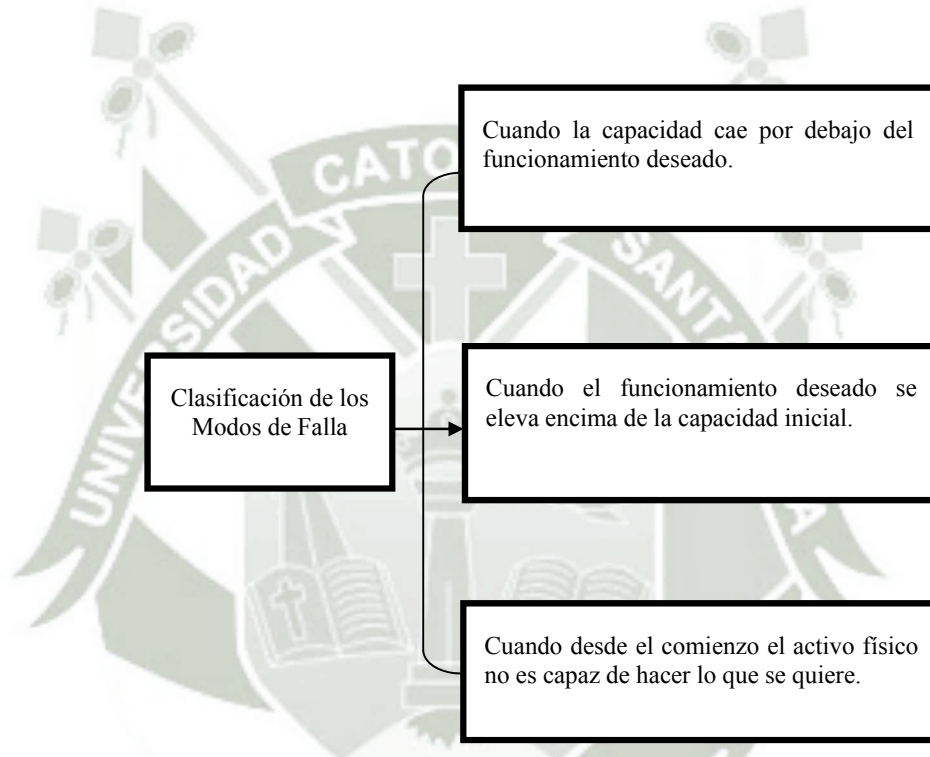
<sup>20</sup> MOUBRAY, John. *"Mantenimiento Centrado en Confiabilidad"*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004. pp.56-57.

### 3.31.4. CATEGORÍAS DE MODOS DE FALLA

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de Los Modos de falla:

**Figura Nro. 146**

#### CLASIFICACIÓN DE LOS MODOS DE FALLA



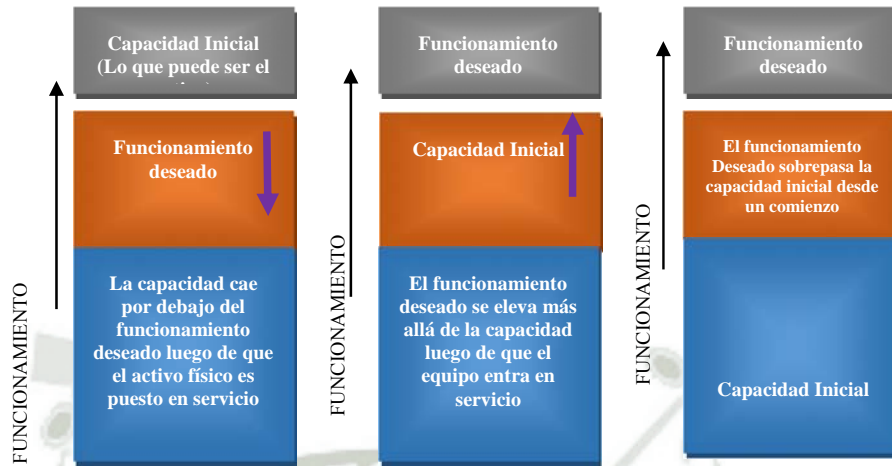
*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

A continuación se muestra la gráfica del comportamiento de los modos de falla según su clasificación:



**Figura Nro. 147**  
**CATEGORÍA DE LOS MODOS DE FALLA**

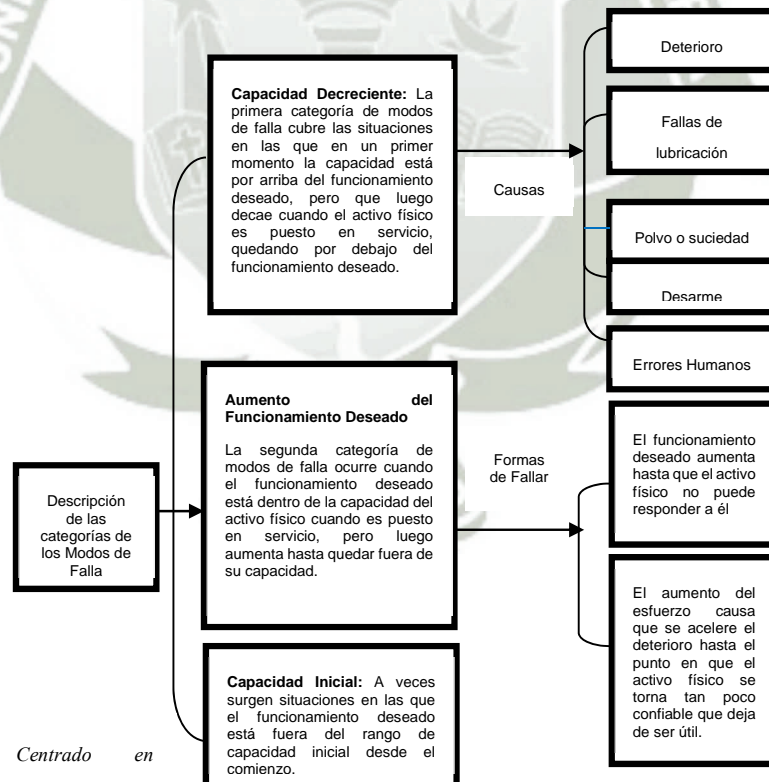


Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

Autor: MOUBRAY, John.

El diagrama siguiente muestra la descripción principal sobre las categorías de los modos de Falla:

**Figura Nro. 148**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE LOS MODOS DE FALLA**



Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

Autor: MOUBRAY, John.

### 3.31.5. DETALLES DE LOS MODOS DE FALLA

Es importante señalar que los modos de falla requieren ser definidos con un detalle suficiente, de tal forma que sea posible seleccionar una estrategia para el control y/o manejo de la falla.

Según Moubray lo define: *“Los modos de falla deben ser definidos con el detalle suficiente como para posibilitar la selección de una adecuada política de manejo de falla”*<sup>21</sup>.

El nivel de detalle es un factor de gran importancia ya que involucra la validez del AMFE y el tiempo que toma realizarlo. Podemos ver que este detalle presenta dos casos:

- Cuando tenemos poco detalle, vamos a tener pocos modos de fallas, entonces el análisis es superficial del RCM y peligroso.
- El otro caso cuando tenemos mucho detalle, vamos a tener muchos modos de fallas, entonces el proceso de RCM esta con excesivo tiempo de implementación

En cuanto a la causalidad de las fallas funcionales Moubray sostiene que: *“Las Fallas Funcionales pueden ser definidas casi a cualquier nivel de detalle, y pueden aplicarse diferentes niveles a distintas situaciones. En un extremo, a veces es suficiente resumir las causas de una falla funcional en una expresión como “falla la máquina”*<sup>22</sup>.

Moubray plantea lo siguiente: *“Cuando se listan modos de falla, no debe tratarse de listar todos y cada uno de ellos ignorando la probabilidad de ocurrir que tiene cada uno.”*<sup>23</sup>.

Por lo cual solo se deben de señalar los modos de falla que tenga la probabilidad elevada de ocurrir, por lo tanto la lista de probables fallos debería de contener lo siguiente:

- **Fallas que han ocurrido antes en el mismo activo físico o en activos similares.** Estas son las candidatas más obvias a incluirse en el AMFE,

---

<sup>21</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .pp.68-70.

<sup>22</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .pp.68-76.

<sup>23</sup> Ibit.Pág.73

excepto que para que la falla no volviera a ocurrir, se haya modificado el activo. las fuentes de información sobre las fallas incluyen a la gente que conoce bien el activo (sus propios empleados, fabricantes u otros usuarios del mismo equipo), los registros de historia técnica y bancos de datos.

- **Modos de falla que ya son objeto de rutinas de mantenimiento proactivas, y que ocurrirían si no se hiciera mantenimiento proactivo.** Una manera de asegurarse que ninguno de estos modos de falla se pasará por alto es estudiar los planes de mantenimiento actuales y preguntarse ¿Qué modo de falla podría ocurrir si no hiciéramos esta tarea?.
- **Modos de falla que no haya ocurrido todavía, pero que tiene posibilidades reales de suceder.** Identificar y decidir cómo lidiar con fallas que aún no han ocurrido es una particularidad esencial de la gestión proactiva en general y del manejo de riesgo en particular. A su vez, es uno de los aspectos más desafiantes del proceso RCM ya que requiere de un gran sentido común y criterio.

### 3.31.6. EFECTOS DE FALLA

Se definen como: “*La descripción de lo que pasa cuando ocurre un modo de falla*”.<sup>24</sup>

Los Efectos de Falla tienen distinto comportamiento que las consecuencias de Falla, un efecto de falla responde a una pregunta ¿Qué ocurre? , lo que una consecuencia de falla responde a la pregunta ¿Qué importancia tiene? <sup>12</sup>

Al describir los efectos de una falla, debemos incluir toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de las fallas y debe hacerse constar lo siguiente:


---

<sup>24</sup> MOUBRAY, John. “*Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*”. 1ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .pp.76-78.



Figura Nro. 149

CUADRO DESCRIPTIVO DE LOS EFECTOS DE FALLA

EFECTOS DE FALLA	DESCRIPCIÓN
<p><b>La evidencia de que se ha producido una falla</b></p>	<p>Debe permitir a los operarios si la falla será evidente para ellos en el desempeño de sus tareas normales. También debe indicar si va precedida por: ruidos, fuego, humo, fugas de fluidos, si se detiene el equipo, etc. Si se tratase de dispositivos de seguridad, debe detallarse que sucedería si fallase el dispositivo protegido mientras el dispositivo de seguridad se encuentra en estado de falla.</p>
<p><b>En que forma la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente</b></p>	<p>Debe señalarse la manera en que pueda lesionarse o morir alguna persona o infringir alguna normativa o reglamento relativo al medio ambiente como consecuencia de una falla.</p>
<p><b>Las maneras en que afecta a la producción o a las operaciones</b></p>	<p>Debe indicarse cómo y cuánto afecta, ya sea por parada de máquina o varias de ellas, interrupción líneas de proceso, etc.</p> <p>Generalmente esto tiene que ver con el tiempo de parada de máquina ocasionada por cada falla.</p> <div data-bbox="813 1234 1239 1367" style="text-align: center;">  </div>
<p><b>Los daños físicos causados por la falla</b></p>	<p>Cuantificar los daños.</p>
<p><b>Que debe hacerse para reparar la falla</b></p>	<p>Cuáles son las medidas correctivas a tomar para repararla.</p>

*Fuente:* "Aplicación del Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad RCM en Motores Detroit 16v-149ti en Codelco División Andina".

*Autor:* VÁSQUEZ Oyarzún David Esteban

3.31.7. FUENTES DE INFORMACIÓN DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS

Según Moubray las fuentes de información que tienen más frecuencia de presentarse son las siguientes:

- El fabricante o proveedor del equipo.
- Listas Genéricas de Modos de Falla
- Otros usuarios de la misma maquinaria.
- Registros de Antecedentes Técnicos
- Las personas que operan y Mantienen el equipo.

### 3.31.8. CONSECUENCIAS DE FALLA

Son definidas como: *“Describen el cómo y cuánto importa la ocurrencia de una falla”*<sup>25</sup>.

Si se reducimos los efectos de falla en base a la frecuencia y/o severidad entonces se reducirá la consecuencia. En este tipo de análisis detallado de una industria es muy probable que se proporcione entre tres y diez mil modos de falla. Cada uno de estas fallas afecta la organización de alguna manera, y a su vez en cada caso los efectos son diferentes, los cuales pueden afectar la operación, la calidad del producto, el servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente.

El RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

**Figura Nro. 150**

#### CUADRO DE CLASIFICACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLA

CLASES DE CONSECUENCIAS DE FALLA	DESCRIPCIÓN
Consecuencias Operacionales	Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero, y lo que cuesten sugiere cuanto se necesita gastar en tratar de prevenirlas.

<sup>25</sup> MOUBRAY, John. “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .pp.95-96.

CLASES DE CONSECUENCIAS DE FALLA	DESCRIPCIÓN
Consecuencias no operacionales	Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.
Consecuencias de las fallas no evidentes	Las fallas que no son evidentes no tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que trata los fallas que no son evidentes, primero reconociéndolos como tales, en segundo lugar otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente adoptando un acceso simple, práctico y coherente en relación con su mantenimiento.
Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente:	Una falla tiene consecuencias sobre la seguridad si puede afectar físicamente a alguien. Tiene consecuencias sobre el medio ambiente si infringe las normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente. RCM considera las repercusiones que cada falla tiene sobre la seguridad y el medio ambiente, y lo hace antes de considerar la cuestión del funcionamiento. Pone a las personas por encima de la problemática de la producción.

*Fuente:* "Plan para La Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para Plantas de Concreto en Proyectos del Ice".

*Autor.* ROJAS Barahona, Randall



### 3.31.9. FALLAS OCULTAS Y EVIDENTES

Según la Norma SAE-JA 1011 señala lo siguiente: Una falla oculta es definida como: *“Un modo de falla cuyo efecto no es evidente para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado. Una Falla Evidente es definida como un modo de falla cuyos efectos se tornan evidentes para el personal de operaciones bajo circunstancias normales, si el modo de falla ocurre aislado.”*<sup>26</sup>

### 3.31.10. FUNCIONES OCULTAS Y EVIDENTES

John Moubray propone que: *“Una función evidente es aquella cuya falla eventualmente e inevitablemente se hará evidente por si sola a los operadores en circunstancias normales y una función oculta es aquella cuya falla no se hará evidente a los operarios bajo circunstancias normales, si se produce por si sola.”*<sup>27</sup>

A Continuación se presentan las categorías principales de Fallas evidentes según Moubray:

- Consecuencias para la Seguridad y el Medio Ambiente
- Consecuencias Operacionales
- Consecuencias No Operacionales

### 3.31.11. CONSECUENCIAS PARA LA SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Según Moubray: *“Un modo de falla tiene consecuencias para la seguridad si causa una pérdida de función u otros daños que pudieran lesionar o matar a alguien. Por otra parte un modo de falla tiene consecuencias ambientales si causa una pérdida*

---

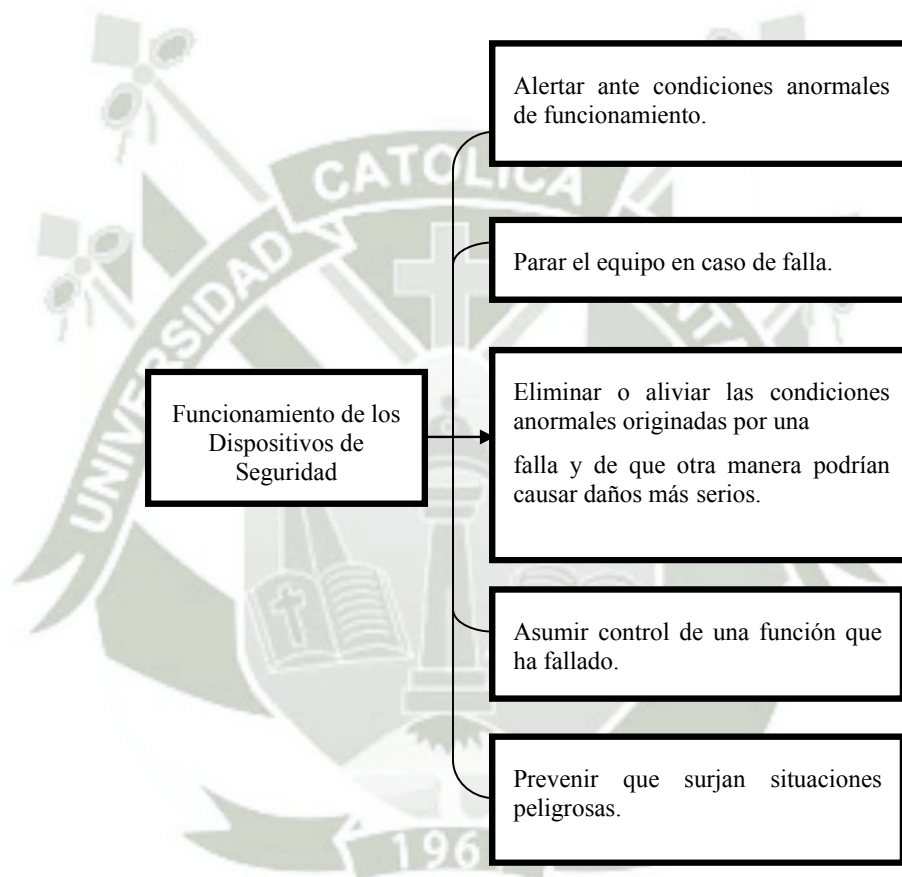
<sup>26</sup> SAE INTERNATIONAL. *“Norma para Vehículos Aeroespaciales J.A-1011”*. USA. 1998 .p.5.

<sup>27</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .pp.95-96.

*de función u otros daños que pudieran conducir a la infracción de cualquier normativa o reglamento ambiental conocido.<sup>28</sup>*

Podemos decir que los dispositivos de seguridad o de protección funcionan de una a cinco maneras y se pueden ver en el siguiente esquema:

**Figura Nro. 151**  
**ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD**



*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

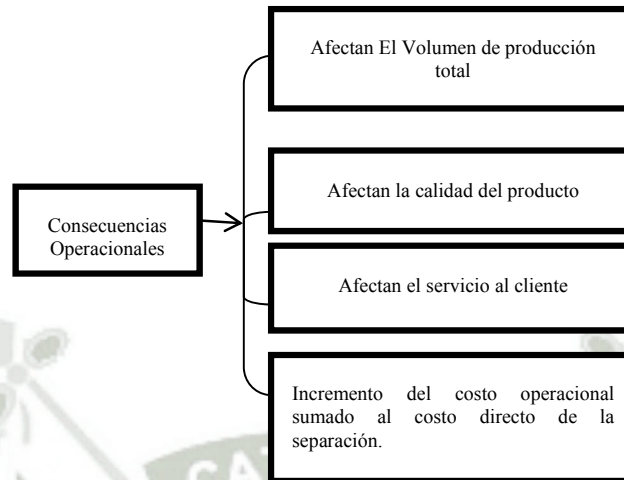
*Autor:* MOUBRAY, John.

### 3.32. CONSECUENCIAS OPERACIONALES

Las fallas afectan en general a las operaciones de cuatro maneras:

<sup>28</sup> MOUBRAY, John. "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad". 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .pp.95-96.

**Figura Nro. 152**  
**CONSECUENCIAS OPERACIONALES**



**Fuente:** “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”.

**Autor:** MOUBRAY, John.

De acuerdo a lo visto en la figura anterior se puede establecer que: *“Una falla tiene consecuencias operacionales si tiene un efecto adverso directo sobre la capacidad operacional.”*<sup>29</sup>

### 3.33. CONSECUENCIAS NO OPERACIONALES

Las no operacionales son consecuencias que no ejercen efectos adversos directo tanto para la seguridad, el medio ambiente o la capacidad operacional. Es decir que las consecuencias relacionadas son los costos directos de reparación, o sea consecuencias económicas.

John Moubrey propone que: *“Para modos de falla con consecuencias no operacionales, merece la pena realizar tareas proactivas si, en un período de tiempo, cuesta menos que el costo de reparar las fallas que pretende prevenir.”*<sup>30</sup>

<sup>29</sup> MOUBRAY, John. “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.108.

<sup>30</sup> Ibit.Pág.113

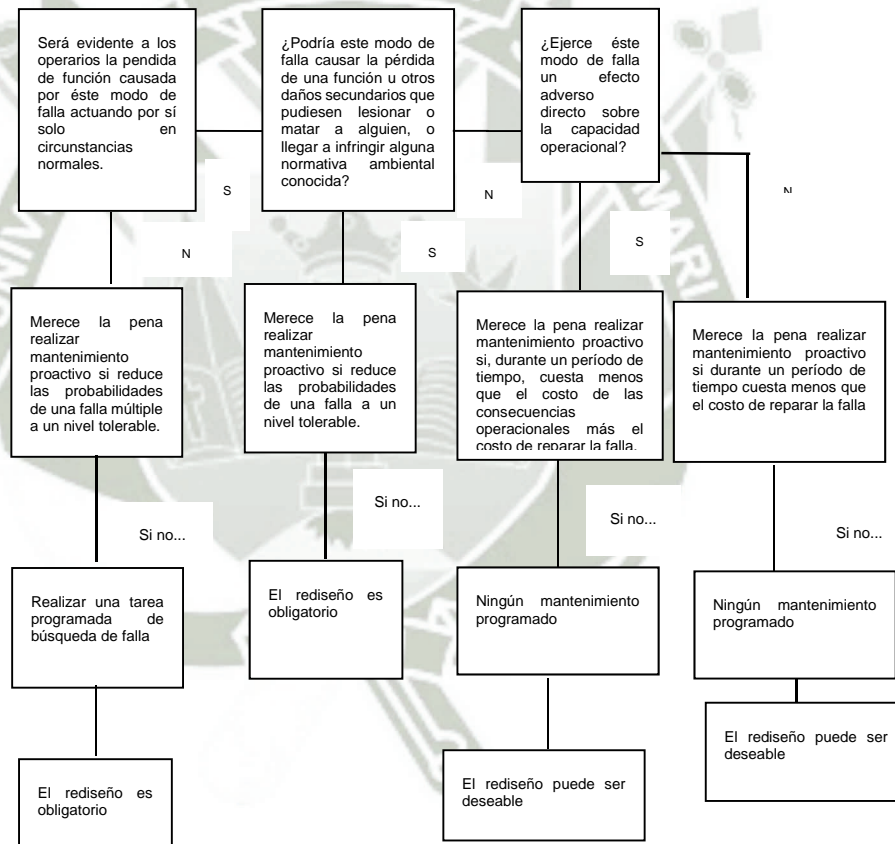


### 3.34. PREVENCIÓN DE FALLAS OCULTAS

Para prevenir una falla múltiple, debemos asegurar que la función oculta no se encuentre en estado de falla y si en caso cuando falle la función protegida. Ahora: *“Para fallas ocultas, merece la pena realizar una tarea proactiva si asegura la disponibilidad necesaria para reducir la probabilidad de una falla múltiple a un nivel tolerable.”*<sup>31</sup>

El siguiente diagrama de decisión muestra la secuencia de evaluación de las consecuencias de falla, lo que se resume como un marco estratégico de trabajo completo para manejo de fallas.

**Figura Nro. 153**  
**DIAGRAMA DE EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE FALLA**



Fuente: *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*.

Autor: MOUBRAY, John.

<sup>31</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.126.

### 3.35. TAREAS PROACTIVAS

Respecto a este tipo de tareas son iniciadas antes de que vaya a ocurrir la falla, logrando que el componente no llegue al estado de falla.

Según John Moubray dice que: *“Estas tareas se llevan a cabo antes que ocurra una falla, con el objetivo de prevenir que el componente llegue a un estado de falla. Abarcan lo que comúnmente se denomina mantenimiento predictivo y preventivo.”*<sup>32</sup>

Según Moubray la selección de tareas proactivas se dan en base a:

- La relación entre la edad del componente que se está considerando y la probabilidad de que falle.
- Lo que sucede cuando ha comenzado a ocurrir la Falla.

Al aplicar la estrategia del RCM, esta permite la división de las Tareas Proactivas de la siguiente manera:

**Figura Nro. 154**

#### **DIVISIÓN DE LAS TAREAS PROACTIVAS**

<b>TIPO DE MANT.</b>	<b>NOMBRE DE LA TAREA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA TAREA</b>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>TAREAS DE REACONDICIONAMIENTO Y SUSTITUCIÓN CÍCLICAS</b>	El reacondicionamiento cíclico implica re fabricar un componente o reparar un conjunto antes de un límite de edad específico sin importar su condición en ese momento. De manera parecida, las tareas de sustitución cíclica implican sustituir un componente antes de un límite de edad específico, más allá de su condición en ese momento.
	<b>SUSTITUCIÓN CÍCLICAS</b>	Las tareas de sustitución cíclica implican sustituir un componente antes de un límite de edad específico, más allá de su condición en ese momento.

<sup>32</sup> MOUBRAY, John. *“Mantenimiento Centrado en Confiabilidad”*. 1 ra. Ed. Madrid. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS. 2004 .p.126.

TIPO DE MANT.	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN DE LA TAREA
<b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO/BASADO EN LA CONDICIÓN Y MONITOREO DE</b>	<b>TAREAS A CONDICIÓN</b>	Se llaman tareas <i>a condición</i> porque los componentes se dejan en servicio <i>a condición</i> de que continúen alcanzando los parámetros de funcionamiento deseados. (El mantenimiento a condición incluye el <i>Mantenimiento Predictivo, mantenimiento basado en la condición y monitoreo de condición</i> ) Si son utilizadas correctamente, las tareas a condición son una muy buena manera de manejarlas fallas, pero a la vez pueden ser una pérdida de tiempo costosa. RCM permite tomar decisiones en esta área con certeza particular.

*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

### 3.36. ACCIONES "A FALTA DE"

Las acciones a falta de son aquellas que tratan con el estado de falla y son elegidas cuando no es posible indicar o identificar la tarea proactiva efectiva. Estas acciones incluyen:

**Figura Nro. 155**

#### CARACTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES "A FALTA DE"

ACCIÓN A FALTA DE	DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN
<b>Búsqueda De Fallas</b>	Las tareas de búsqueda de falla implican revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado (mientras que las tareas basadas en la condición implican revisar si algo está por fallar)
<b>Rediseño</b>	Rediseñar implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema. Esto incluye modificaciones al equipo y también cubre los cambios de una sola vez a los procedimientos.
<b>Ningún mantenimiento programado</b>	Como su nombre lo indica, aquí no se hace esfuerzo alguno en tratar de anticipar o prevenir los modos de falla y se deja que la falla simplemente ocurra, para luego repararla. Esta tarea <i>a falta de</i> también es llamada mantenimiento "a rotura".

*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.



### 3.37. SELECCIÓN DE TAREAS DE RCM

En el cuadro siguiente se muestra el proceso de selección de tareas:

**Figura Nro. 156**

**CUADRO DE SELECCIÓN DE TAREAS DE RCM**

TIPO DE FALLA	TAREA A DESARROLLAR
<b>Fallas ocultas</b>	<p>La tarea proactiva vale la pena si reduce significativamente el riesgo de falla múltiple asociado con esa función a un nivel tolerablemente bajo.</p> <p>Si esto no es posible, debe realizarse una tarea <i>de búsqueda de falla</i>. De no hallarse una tarea de búsqueda de falla que sea adecuada, la decisión <i>a falta de</i> secundaria indicará que el componente pueda ser rediseñado (dependiendo de las consecuencias de la falla múltiple).</p>
<b>Fallas con Consecuencias Ambientales o para la Seguridad</b>	<p>Una tarea proactiva sólo vale la pena si por sí sola reduce el riesgo de la falla a un nivel muy bajo, o directamente lo elimina. Si no puede encontrarse una tarea que reduzca el riesgo a niveles aceptablemente bajos, entonces <i>el componente debe ser rediseñado o debe cambiarse el proceso</i>.</p>
<b>Fallas con Consecuencias Operacionales</b>	<p>Una tarea proactiva sólo vale la pena si el costo total de realizarla <i>a lo largo de un cierto período de tiempo</i> es menor al costo de las consecuencias operacionales más el costo de la reparación en el mismo período de tiempo. En otras palabras, la tarea debe tener <i>justificación en el terreno económico</i>. Si no se justifica, la decisión <i>a falta de</i> inicial es <i>ningún mantenimiento programado</i>. (Si esto ocurre y las consecuencias operacionales siguen siendo inaceptables, entonces la decisión <i>a falta de</i> secundaria es nuevamente el rediseño).</p>
<b>Fallas con Consecuencias no Operacionales</b>	<p><i>Sólo</i> vale la pena una tarea proactiva si el costo de la tarea a lo largo de un período de tiempo es menor al costo de reparación en el mismo tiempo. Entonces estas tareas también deben tener <i>justificación en el terreno económico</i>. Si no se justifica, la decisión <i>a falta de</i> inicial es otra vez <i>ningún mantenimiento programado</i>, y si los costos son demasiado elevados entonces la siguiente decisión <i>a falta de</i> secundaria es nuevamente el rediseño.</p>

Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

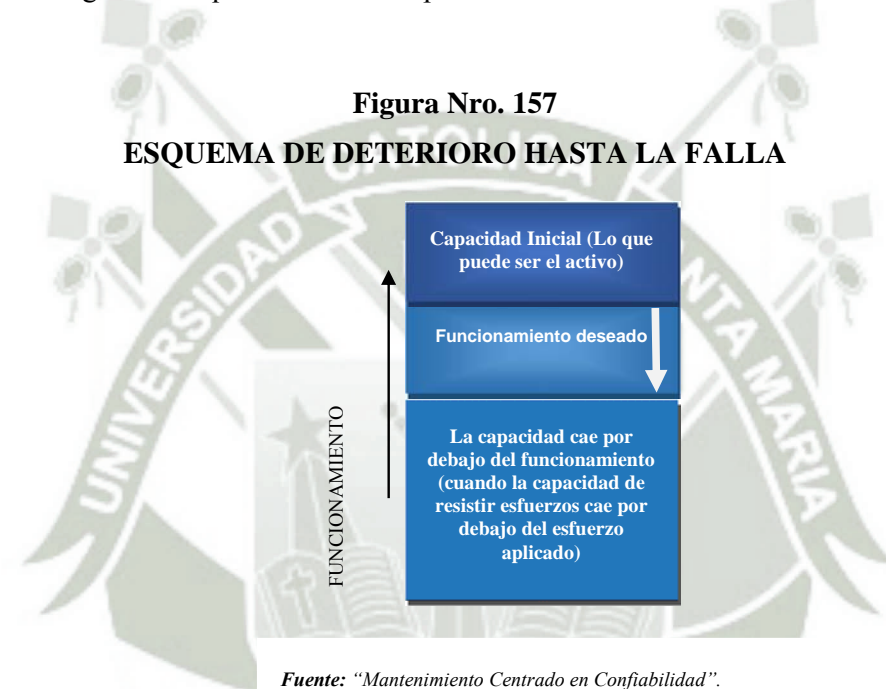
Autor: MOUBRAY, John.

## EDAD Y DETERIORO

La edad es la exposición que realiza un activo al esfuerzo, dicho esfuerzo hace que el activo se deteriore en un determinado tiempo.

La relación entre el esfuerzo y el tiempo propone que debe haber una relación directa entre el grado de deterioro y la edad del componente. Si esto ocurre así, entonces deberíamos decir que el punto en que ocurre la falla también debe depender de la edad del componente.

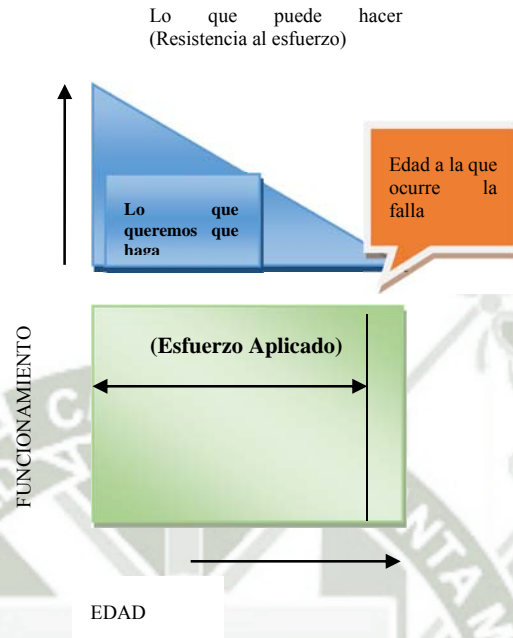
El siguiente esquema muestra el procedimiento del deterioro de un activo:



En el diagrama a continuación está basado en dos presunciones claves:

- El deterioro es directamente proporcional al esfuerzo aplicado
- El esfuerzo es aplicado consistentemente

**Figura Nro. 158**  
**DIAGRAMA DE OCURRENCIA DE FALLA PREDECIBLE**



*Fuente: "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".*

*Autor: MOUBRAY, John.*

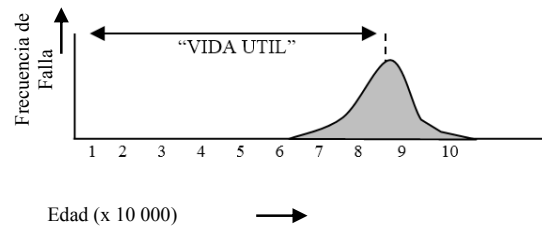
### 3.38. FALLAS RELACIONADAS CON LA EDAD

En este caso se puede decir que la falla, puede relacionarse directamente con la edad, por lo que en este caso la resistencia también varía con respecto a la edad, aun si esta fuera pequeña, puede traer consecuencias negativas en cuanto a la edad en la que falla el componente.

En la gráfica siguiente se puede observar la Frecuencia de Falla y Vida Promedio de un Activo:



**Figura Nro. 159**  
**FRECUENCIA DE FALLA Y VIDA PROMEDIO**

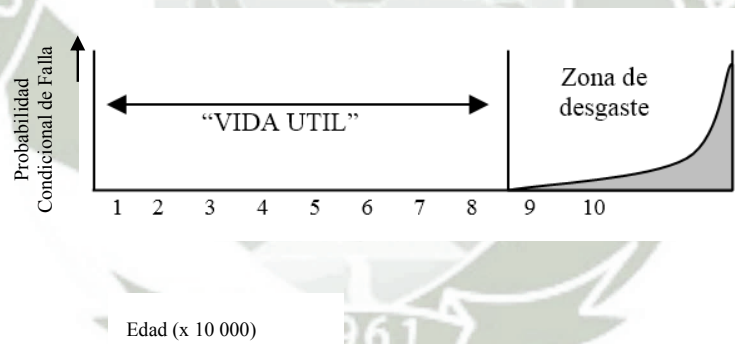


*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

La curva anterior de Frecuencia de Falla, también puede ser graficada como una curva de probabilidad condicional de falla, en este caso el término Vida Útil define la edad en la que hay un rápido incremento en la probabilidad condicional de falla.

**Figura Nro. 160**  
**PROBABILIDAD CONDICIONAL DE FALLA Y VIDA ÚTIL**

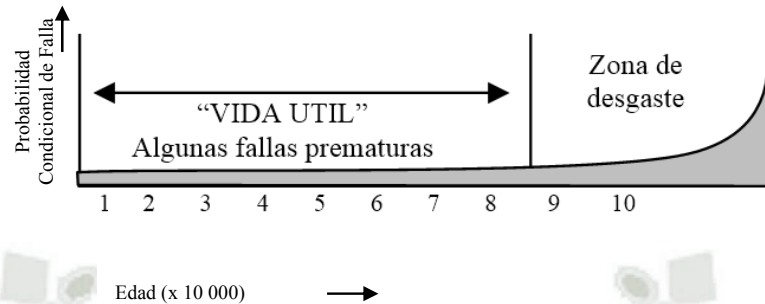


*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

En la siguiente figura se puede apreciar la importancia de ver que existen modos de falla que ocurren prematuramente, el estado de las fallas prematuras está representada por una curva de probabilidad condicional.

**Figura Nro. 161**  
**EFFECTOS DE FALLAS PREMATURAS**



*Fuente:* "Mantenimiento Centrado en Confiabilidad".

*Autor:* MOUBRAY, John.

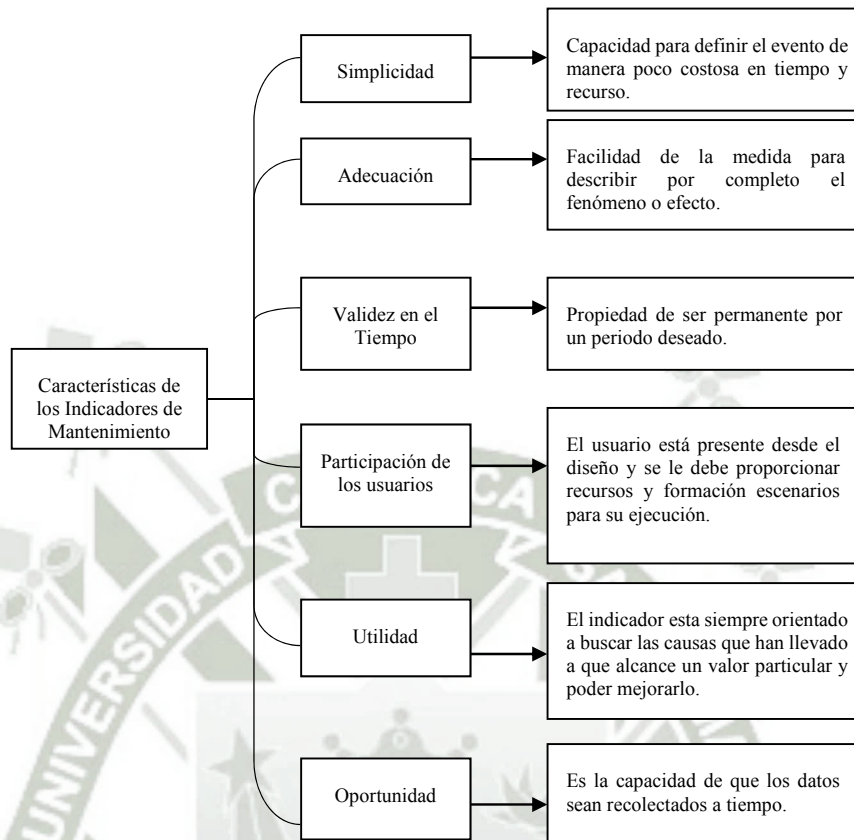
### 3.39. LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO

1. Según Luis Améndola: "Un indicador de Gestión es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre lo cual se toman acciones correctivas o preventivas según sea el caso.<sup>33</sup>"
2. Podemos decir que los indicadores en conjunto pueden proporcionar un panorama de la situación de un proceso.
3. El Diagrama a continuación muestra las Características Principales de los Indicadores de Gestión:

<sup>33</sup> AMENDOLA, Luis. "Organización y Gestión del Mantenimiento". 1 ra. Ed. Madrid. PMM INSTITUTE FOR LEARNING. 2008 .p.67.

**Figura Nro. 162**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO**



*Fuente: "Organización y Gestión de Mantenimiento"*

*Autor: AMENDOLA, Luis.*

**3.40. INDICADORES DE EFECTIVIDAD**

Los indicadores de efectividad se encargan de Medir y verificar si las acciones de Mantenimiento son efectivas en cuanto al comportamiento operación de las Instalaciones, Sistemas, Equipos y Dispositivos, también permite medir la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los Planes de Mantenimiento. Estos Indicadores se pueden ver en la siguiente tabla:



**Figura Nro. 163**  
**INDICADORES DE EFECTIVIDAD DE MANTENIMIENTO**

INDICADOR	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE CÁLCULO
<b>Tiempo Promedio para Fallar</b>	TPPF	Se refiere al tiempo promedio que es capaz de operar un equipo, instalación o dispositivo a capacidad requerida sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.	$TPPF = \frac{\text{Horas Operadas}}{N^{\circ} \text{ de Fallos}}$
<b>Tiempo Promedio para Reparar</b>	TPPR	Se refiere al tiempo promedio que puede ser reparado un equipo, instalación o dispositivo desde que el equipo falló, hasta que el equipo es nuevamente puesto en servicio. Es decir las horas de fallos se consideran igual al tiempo para reparar.	$TPPR = \frac{\text{Horas de Fallos}}{N^{\circ} \text{ de Fallos}}$
<b>Disponibilidad</b>	D	Es la capacidad de un equipo, instalación o dispositivo para realizar una función requerida bajo	$D = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR} \times 100$

INDICADOR	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE CÁLCULO
		<p>condiciones específicas en un periodo de tiempo determinado, asumiendo que los recursos requeridos son suministrados.</p> <p>Se entiende que la disponibilidad es el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema, calculado sobre la base de un largo periodo, es la probabilidad para que en un instante cualquiera el sistema reparable esté en funcionamiento</p> <p>Se considera que la disponibilidad debe de ser mayor de 90 %.</p>	
<b>Confiabilidad</b>	C	Se Refiere a la probabilidad de que un equipo, instalación o dispositivo pueda realizar una función requerida en un periodo determinado.	$C = e^{\frac{-t}{TPPF}}$

*Fuente:* "Organización y Gestión de Mantenimiento

*Autor:* AMENDOLA, Luis.

### **3.41. DEFINICION DE RECTIFICADO**

Operación consistente en el acabado de una superficie ya mecanizada con el fin de dotarla de una capa superficial muy fina. Los valores de la rugosidad que pueden alcanzarse van de 3 a 0,1 micras.

El rectificado suele realizarse con unas herramientas que reciben el nombre de muelas y que pueden suponerse constituidas por gran número de micro herramientas (los granos de abrasivo) situadas sobre una base cilíndrica y unidas por medio de la masa de la muela.

### **3.42. DEFINICION DE LA MAQUINA RECTIFICADORA DE CILINDROS**

La rectificadora es una máquina herramienta, utilizada para realizar mecanizados por abrasión, con mayor precisión dimensional y menores rugosidades que en el mecanizado por arranque de viruta.

Las herramientas que utiliza la máquina herramienta para el rectificado son discos abrasivos robustos, llamados muelas. El rectificado se aplica luego que la pieza ha sido sometida a otras máquinas herramientas que han quitado las impurezas mayores, dejando solamente un pequeño excedente de material para ser eliminado por la rectificadora con precisión. A veces a una operación de rectificado le siguen otras de pulido y lapeado, como por ejemplo en la fabricación de cristales para lentes.

### **3.43. OPERACION DE RECTIFICADORA**

La operación de rectificado para esta máquina herramienta se basa en el bloque del motor o sea los cilindros (agujeros por donde funcionan los pistones) en este caso, recibe el nombre de rectificado la operación de mecanizado que se realiza para devolver la sección perfectamente circular a los cilindros del mismo. Dicha operación es necesaria cuando la superficie interior de los cilindros resulta dañada por un gripado, por la rotura de los arcos o bien cuando los cilindros aparecen abalizados debido a su desgaste.

En general (no en especial, según el motor) Los motores se pueden rectificar hasta 4 veces y eso depende de las paredes que quedan entre los cilindros (agujeros) y el tamaño de los pistones. La idea es no debilitar la zona donde están los agujeros por donde funcionan los pistones y las cámaras de combustión.



El rectificando debe realizarse en todos los cilindros a la misma sobre-medida, cualquiera que sea su desgaste, manteniéndose, así, idéntica cilindrada en todos y, en consecuencia, igual potencia. En caso contrario, los desequilibrios de potencia entre los diferentes cilindros darían lugar a irregularidades en el giro del motor y desequilibrios peligrosos, que podrían producir la rotura de algún componente.

### 3.44. TEORÍA DE PROCESOS

Se puede definir como un proceso de producción a un conjunto de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

Cabe destacar que los factores son los bienes que se utilizan con fines productivos (las materias primas). Los productos, en cambio, están destinados a la venta al consumidor o mayorista.

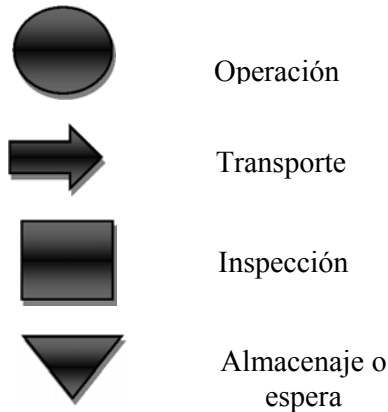
Una de tantas formas gráficas de representar un proceso es a través de los diagramas de procesos, según Ralph Barnes, propone lo siguiente: “Estos diagramas sirven para recoger un proceso en forma resumida, a fin de adquirir un conocimiento superior del mismo y poder mejorarlo. Representan gráficamente las fases que atraviesan la ejecución de un trabajo o una serie de actos. Generalmente el Diagrama se inicia con la entrada de la materia prima en la fábrica, siguiéndola a través de todas las fases, tales como transporte a almacén, inspección, operaciones mecánicas y montaje, hasta que quede convertida en una unidad terminada o formando parte de un sub- montaje”<sup>34</sup>

A continuación se muestra los principales símbolos utilizados en la los Diagramas de Procesos:

---

<sup>34</sup> BARNES, Ralph. “*Estudio de Movimiento y Tiempos*”. 5 ta. ed. Madrid/España. Aguilar 1979. pp. 61-62


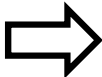
**Figura Nro. 164**  
**SIMBOLOGÍA DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS**



*Fuente: "Estudio de Movimientos y Tiempos "*

*Autor: BARNES, Ralph*

**Figura Nro. 165**  
**DESCRIPCIÓN DE LA SIMBOLOGÍA ASME**

SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Tiene lugar una operación cuando se altera intencionadamente un objeto en una o más de sus características. Una operación representa una fase principal del proceso y generalmente se realiza en una máquina o en un puesto de trabajo.
	TRANSPORTE	Tiene lugar un transporte cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento forma parte de una operación o de una inspección.

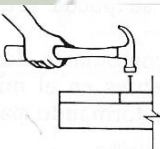
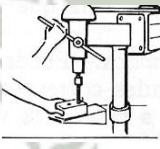
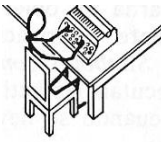
SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	INSPECCIÓN	Tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para su identificación, o se verifica en cuanto a calidad o cantidad.
<b>D</b>	ESPERA	Tiene lugar una espera cuando las circunstancias, excepto las inherentes al proceso, no permiten la ejecución inmediata de la acción siguiente prevista
	ALMACENAMIENTO	Tiene lugar un almacenamiento cuando se guarda un objeto de forma que no se pueda retirar sin la correspondiente autorización.

*Fuente:* "Estudio de Movimientos y Tiempos"


*Autor:* BARNES, Ralph




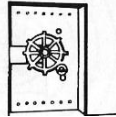
**Figura Nro. 166**

**CUADRO DE LA SIMBOLOGÍA DETALLADA SEGÚN ASME**

OPERACIÓN			
<b>○</b> Un círculo grande representa una operación, tal como →	Clavar un clavo	Hacer un taladro	Pulsar una tecla



<p><b>TRANSPORTE</b></p> <p>⇒</p> <p>Una flecha indica un transporte, tal como →</p>	 <p>Llevar materiales en una carretilla</p>	 <p>Elevar materiales cori una polea</p>	 <p>Llevar materiales a mano (ordenanza)</p>
<p><b>INSPECCIÓN</b></p> <p>□</p> <p>Un cuadrado representa una inspección, tal como →</p>	 <p>Examinar la cantidad y calidad de ciertos productos</p>	 <p>Leer el manómetro de una caldera</p>	 <p>Examinar un impreso informativo</p>
<p><b>ESPERA</b></p> <p>D</p> <p>La letra D indica una espera, tal como →</p>	 <p>Materiales colocados sobre una carretilla o en el suelo junto a la mesa o banco de trabajo, en espera de ser manipulados</p>	 <p>Empleado esperando el ascensor</p>	 <p>Documentos que esperan ser archivados</p>

<p><b>ALMACENAMIENTO</b></p>  <p>Un triángulo representa un almacenamiento, tal como →</p>	 <p>Materias primas amontonadas</p>	 <p>Producto acabado en almacén</p>	 <p>Documentos en cámara de seguridad</p>
---	--	---	--

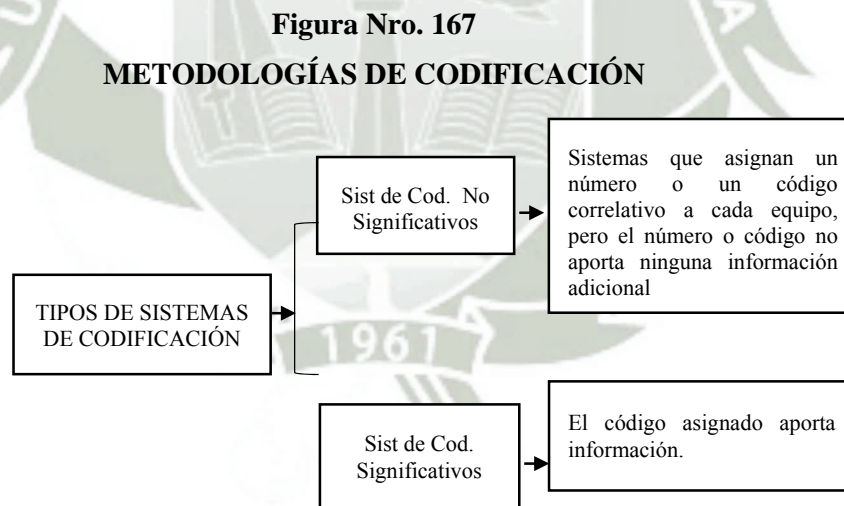
*Fuente:* "Estudio de Movimientos y Tiempos"

*Autor:* BARNES, Ralph

### 3.45. TEORÍA DE LA CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Según Santiago García Garrido sostiene que: "Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único, esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a las Áreas, Equipos, Sistemas, Elementos y permite el Control de Costes."<sup>35</sup>

A continuación se puede ver los sistemas de codificación:



*Fuente:* "Organización y Gestión Integral de Mantenimiento"

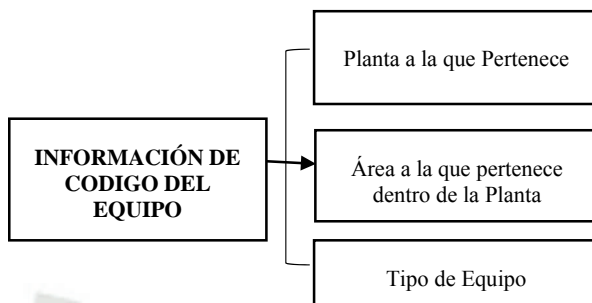
*Autor:* GARCIA, Santiago

<sup>35</sup> GARCIA, Santiago. "Organización y Gestión Integral del Mantenimiento". 1 ra. Ed. Madrid/España. Díaz Santos 2003. Pp.13-14.

A continuación, se muestra la información que debería de tener el código de un equipo:

**Figura Nro. 168**

**INFORMACIÓN DEL CÓDIGO DE UN EQUIPO**



*Fuente: "Organización y Gestión Integral de Mantenimiento"*

*Autor: GARCIA, Santiago*





ANEXO 02

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA																			
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO																			
TESIS		IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO AREQUIPA SRLs.																	
ELABORADO P																			
MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS DEL TALLER POR FACTORES DE PONDERACION																			
ITEM	ÁREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	AÑOS DE SERVICIO	NÚMERO DE SERVICIOS REALIZADOS (MÁS/A MENOS)	FACTORES						FRECÜENCIA	IMPACTO	CRITICIDAD	RIESGO		
								FRECÜENCIA DE TALLAS	LÍNEA DE FEEDBACK	IMPACTO OPERACIONAL R1	TIEMPO PARADO POR LA OPERACION R2	SEGURIDAD INCIDEN R3	COSTO DE MANTENIMIENTO R4					FRECÜENCIA DE FALLAS R5	
1	RECTIFICADA	AR-RECO-B1	RECTIFICADORA RECTIMODOS			25 AÑOS	1500	5	5	5	7	5	5	5	5	17	339	Alta	
2		AR-CEEP-B1	CEPILLADORA RESURFENDECIPIARMI			28 AÑOS	1500	5	5	5	7	5	5	5	5	13	105	Alta	
3		AR-RECO-B1	RECTIFICADORA DE ASIENTOS DE VALVULAS DE QUINIA			14 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	18	472,3	Alta	
4		AR-BAHO-B1	BARRENADORA HORIZONTAL FIJA			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	16	107,1	Alta	
5		AR-RECO-B1	RECTIFICADORA DE BIELAS			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	13	31,8	Alta	
6		AR-RECO-B1	RECTIFICADORA DE CHUMBALES			28 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	18	5,6	Alta	
7		WA-CECO-B1	CEPILLADORA DE CARNALES			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	18	18	Alta	
8		AR-BOC-B1	BARRIDORA DE CERRAJES			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	11	35,8	Alta	
9		AR-BEP-B1	BARRENADORA PORTÁTIL			18 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	16	51,8	Alta	
10	HERRAMIENTAS	AM-TOP-05	THEROPARALELO PIRACBO			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	100	Alta
11		AM-TACO-B1	TALADRO DE COLEMAN			24 AÑOS	500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,8	100	Alta
12		AM-ACU-B1	ASERTADOR DE CROMILAS			18 AÑOS	800	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,8	100	Alta
13		AM-T-Pa-B1	THEROPARALELO PIRACBO			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	100	Alta
14		AM-FRUE-B1	FREZADORA UNIVERSAL			25 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	18	18	Alta	
15		AM-T-Pa-B1	THEROPARALELO MARIADOR			28 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	100	Alta
16		AM-T-Pa-B1	THEROPARALELO PIRACBO			22 AÑOS	1500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	100	Alta
17		AM-ERE-B1	ENDREZADORA DE CILINDROS			18 AÑOS	500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	Alta
18		AM-BAO-B1	BALANZADORA DE CILINDROS			18 AÑOS	1200	5	5	5	5	5	5	5	5	18	18	Alta	
19		AM-P-01-B1	PRENSA DE 18TON			18 AÑOS	500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100
20	AM-P-02-B1	PRENSA DE 18TON			25 AÑOS	500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	Alta	
21	SOLDADURA	AS-S04E-B1	SOLDADORA DE ARCO ELÉCTRICO INDUOLAMIS			1 AÑO	800	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100	Alta
22		AS-S04E-B1	SOLDADORA DE ARCO ELÉCTRICO SOLAROMIS			1 AÑO	800	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100	Alta
23		AS-S04E-B1	SOLDADORA DE ARCO ELÉCTRICO HYPERTEC			1 AÑO	800	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100	Alta
24		AS-S04E-B1	SOLDADORA DE ARCO ELÉCTRICO MEC			1 AÑO	800	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	100	Alta
25		CO-CH-B1	COMPRESORA DE AIRE DE 220V 50HZ			1 AÑO	800	5	5	5	5	5	5	5	5	11	11	100	Alta
26	AS-S003-B1	SOLDADORA DE OXIGENIO			1 AÑO	800	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	Alta	

ANEXO 03

ANEXO 03

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA																		
ESCUELA DE POSGRADO -MAESTRIA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO																		
TESIS		IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO AREQUIPA SRLda.																
ELABORADO POR																		
MATRIZ DE CRITICIDAD DE LOS SISTEMAS DE RECTIFICADORA DE CILINDROS																		
ITEM	AREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	RARQUIZACIÓ	SISTEMAS	FACTORES					Valor de "a"	Valor de "b"	FRECUCNIA	CONSECUCIA	CRITICIDAD	MATRIZ
								FRECUCNIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO						
1	RECTIFICADO	MH-RECI-01	RECTIFICADORA DE CILINDROS				SISTEMA DE AVANCE DE LA HERRAMIENTA	5	5	7	1	5	35	6	5	41	205	MA
2							SISTEMA DE GIRO DE LA HERRAMIENTA	5	5	7	1	5	35	6	5	41	205	MA
3							SISTEMA DE SEGURIDAD	3	3	1	1	3	3	4	3	7	21	B
4							SISTEMA ELECTRICO	1	1	3	1	3	3	4	1	7	7	MB
5							SISTEMA MESA HORIZONTAL DESLIZANTE	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB

ANEXO 04

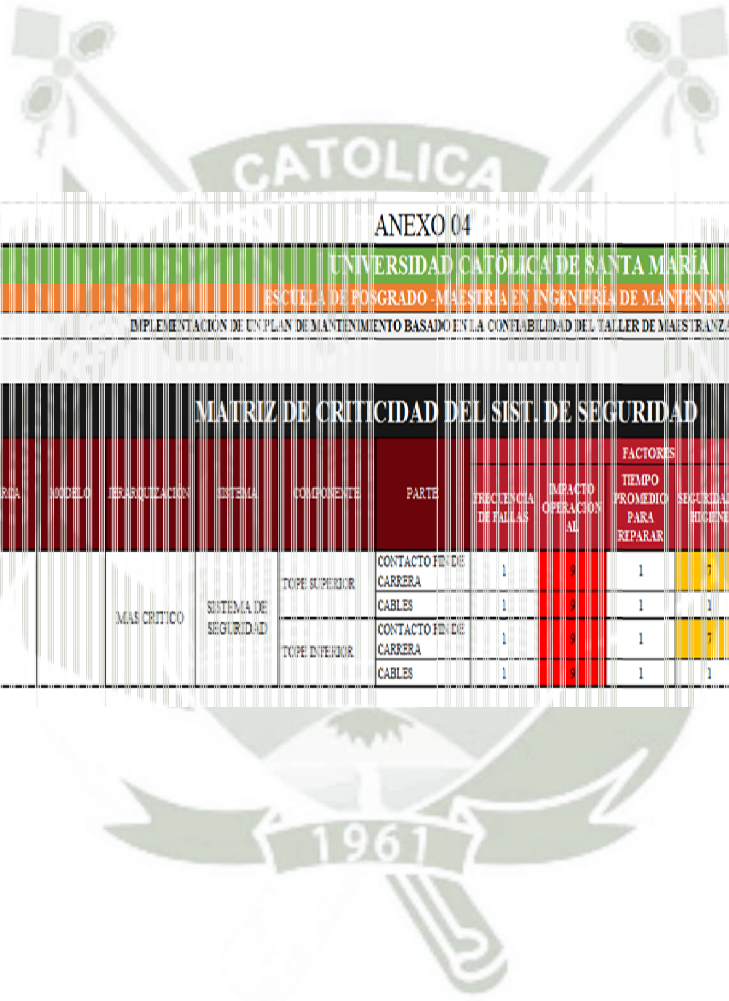
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA																					
ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO																					
TESIS IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO AREQUIPA SRIA.																					
ELABORADO POR:																					
MATRIZ DE CRITICIDAD DEL SIST. DE AVANCE DE HERRAMIENTA -PARTES																					
ITEM	AREA	CODIGO	SOLFO	MARCA	MODELO	SERIE/USU- ARIA	SERENA	COMPONENTE	PARTE	FACTORES					PUNTAJE DE PUNTAJE DE 10	PUNTAJE DE 10	PUNTAJE DE 10	PUNTAJE DE 10	PUNTAJE DE 10	PUNTAJE DE 10	MATRIZ
										FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO							
1									MOTOR	5	3	3	3	5	27	9	5	15	15		MA
2									ESTATOR	5	3	3	3	5	27	9	5	15	15		MA
3									CHAVETA	3	3	3	3	3	27	9	3	15	15		A
4									RODAMIENTOS	3	3	3	3	3	27	9	3	15	15		A
5									VENTILADOR	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
6									CONECTORES	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
8								CONTRAPESOS	PESOS DE	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
9									PALANCA DE CAMBIOS	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
10									EJE CONDUCCION	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
11									EJE CONDUCTOR	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
12									ENGRANAJES	3	3	5	5	7	45	12	3	15	15		MA
13	RECTIFICADO	MBI-RECI-01	RECTIFICADOR DE CILINDROS		MA8 ORBITAL	SISTEMA DE AVANCE DE HERRAMIENTA			RODAMIENTOS	3	3	5	5	7	45	12	3	15	15		MA
14									HORQUILLA	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
15									CHAVETA	3	3	5	5	7	45	12	3	15	15		MA
16									ENGRANAJES DE TRANSMISION	3	3	5	5	7	45	12	3	15	15		MA
17									EJE GUSANO DE AVANCE	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
18									EJE GUSANO	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
19									RODAMIENTOS	3	3	3	3	5	27	9	3	15	15		MA
20									CHAVETA	3	3	3	3	5	27	9	3	15	15		MA
21									CADENA	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
22									PINDE SUJECION	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
23									BLOQUE MOVIL	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
24									CAÑALES DE DESPLAZAMIENTO	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB
									MANIVELA DE AVANCE MANUAL	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3		MB



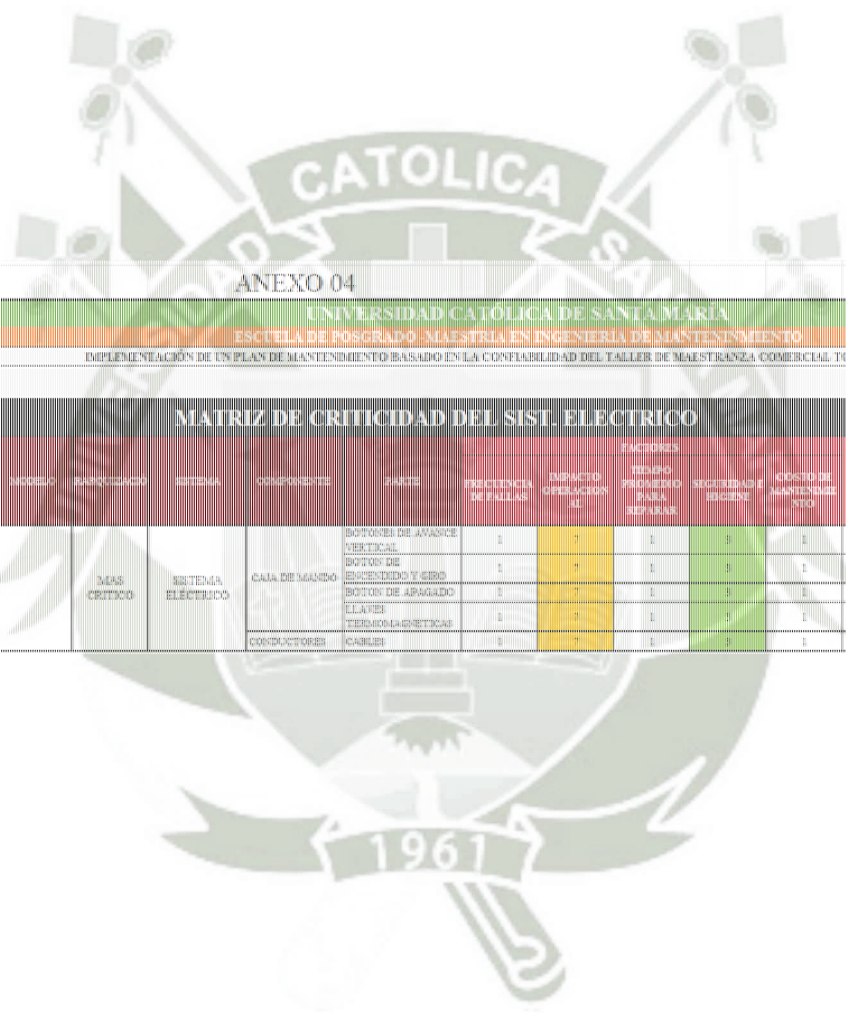
ANEXO 04

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA																				
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRIA EN INGENIERIA DE MANTENIMIENTO																				
TESIS IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO ARZQUIPA S.R.L.																				
ELABORADO POR																				
MATRIZ DE CRITICIDAD DEL SISTEMA DE GIRO DE HERRAMIENTA - PARTES																				
ITEM	AREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	JEFARQUIZACION	SISTEMA	COMPONENTE	PARTE	FACTORES					Valor de "a"	Valor de "b"	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	MATRIZ
										FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO						
1								PORTA HERRAMIENTA "CHUCK"	CHUCK	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
2								ACOPLAMIENTO HERRAMIENTA	ACOPLAMIENTO HERRAMIENTA	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
3								FAJA DOBLE	FAJA	1	1	1	1	3	4	1	5	5	MB	
5								POLEA	POLEA	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
6								CHAVETA	CHAVETA	3	3	3	3	3	27	6	33	99	A	
7								TUERCA DE SUECION	TUERCA DE SUECION	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
8								ACETERA	ACETERA	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
9								RODAMEN'TCS	RODAMEN'TCS	3	3	3	3	3	27	6	33	99	A	
10								TEMPLADOR	TEMPLADOR	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
11								PERNO TEMPLADOR	PERNO TEMPLADOR	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
14								PALANCA DE CAMBIOS	PALANCA DE CAMBIOS	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
17								EJE CONDUCTOR	EJE CONDUCTOR	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
18	RECTIFICADO	MH-REC-01	RECTIFICADOR DE CILINDROS			MAS CRITICO	SISTEMA DE GIRO DE HERRAMIENTA	CAJA	EJE CONDUCTOR	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
19								ENGRANAJES	ENGRANAJES	3	3	5	5	7	45	12	57	171	MA	
20								RODAMEN'TCS	RODAMEN'TCS	3	3	5	5	7	45	12	57	171	MA	
21								HORGULLA	HORGULLA	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
22								CHAVETA	CHAVETA	3	3	5	5	7	45	12	57	171	MA	
23								EJE	EJE	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
24								POLEA DOBLE	POLEA DOBLE	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
25								TUERCA DE SUECION	TUERCA DE SUECION	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
26								CHAVETA	CHAVETA	3	3	3	3	5	27	6	36	106	MA	
27								RODAMEN'TCS	RODAMEN'TCS	3	3	3	3	5	27	6	36	106	MA	
28								ROTOR	ROTOR	5	3	3	3	5	27	6	36	176	MA	
29								ESTATOR	ESTATOR	5	3	3	3	5	27	6	36	176	MA	
30								CHAVETA	CHAVETA	3	3	3	3	3	27	6	33	99	A	
31								RODAMEN'TCS	RODAMEN'TCS	3	3	3	3	3	27	6	33	99	A	
32								VENTILADOR	VENTILADOR	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	
33								CONECTORES	CONECTORES	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB	





4	ANEXO 04																																																																																																					
2	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA																																																																																																					
3	ESCUOLA DE POSGRADO - MAESTRIA EN INGENIERIA DE MANTENIMIENTO																																																																																																					
4	TESIS: IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONTABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNO CENTRO AREQUIPA SELSA																																																																																																					
5	ELABORADO POR:																																																																																																					
6	MATRIZ DE CRITICIDAD DEL SIST. DE SEGURIDAD																																																																																																					
7	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ITEM</th> <th rowspan="2">AREA</th> <th rowspan="2">SERVIDO</th> <th rowspan="2">EQUIPO</th> <th rowspan="2">MARCA</th> <th rowspan="2">MODELO</th> <th rowspan="2">SERVICIALIZACION</th> <th rowspan="2">SISTEMA</th> <th rowspan="2">COMPONENTE</th> <th rowspan="2">PARTE</th> <th rowspan="2">FRECUENCIA DE FALLAS</th> <th rowspan="2">IMPACTO OPERACIONAL</th> <th colspan="3">FACTORES</th> <th rowspan="2">Frecuencia de Inspección</th> <th rowspan="2">Frecuencia de Mantenimiento</th> <th rowspan="2">Frecuencia de Seguridad</th> <th rowspan="2">CRITICIDAD</th> <th rowspan="2">MATRIZ</th> </tr> <tr> <th>TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR</th> <th>SEGURIDAD E HIGIENE</th> <th>COSTO DE MANTENIMIENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="4">RECTIFICADO</td> <td rowspan="4">MMS-RECI-01</td> <td rowspan="4">RECTIFICADORA DE CILINDROS</td> <td rowspan="4"></td> <td rowspan="4"></td> <td rowspan="4">MAS CRITICO</td> <td rowspan="4">SISTEMA DE SEGURIDAD</td> <td>TOPE SUPERIOR</td> <td>CONTACTO FIN DE CARRERA</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CABLES</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>TOPE INFERIOR</td> <td>CONTACTO FIN DE CARRERA</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>8</td> <td>1</td> <td>17</td> <td>17</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CABLES</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>9</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>																		ITEM	AREA	SERVIDO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERVICIALIZACION	SISTEMA	COMPONENTE	PARTE	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FACTORES			Frecuencia de Inspección	Frecuencia de Mantenimiento	Frecuencia de Seguridad	CRITICIDAD	MATRIZ	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO	1	RECTIFICADO	MMS-RECI-01	RECTIFICADORA DE CILINDROS			MAS CRITICO	SISTEMA DE SEGURIDAD	TOPE SUPERIOR	CONTACTO FIN DE CARRERA	1	3	1	7	1	9	8	1	17	17	A	2	CABLES	1	3	1	1	1	9	2	1	11	11	A	3	TOPE INFERIOR	CONTACTO FIN DE CARRERA	1	3	1	7	1	9	8	1	17	17	A	4	CABLES	1	3	1	1	1	9	2	1	11	11	A
ITEM	AREA	SERVIDO	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERVICIALIZACION	SISTEMA	COMPONENTE	PARTE	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FACTORES			Frecuencia de Inspección	Frecuencia de Mantenimiento	Frecuencia de Seguridad	CRITICIDAD													MATRIZ																																																																							
												TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO																																																																																								
1	RECTIFICADO	MMS-RECI-01	RECTIFICADORA DE CILINDROS			MAS CRITICO	SISTEMA DE SEGURIDAD	TOPE SUPERIOR	CONTACTO FIN DE CARRERA	1	3	1	7	1	9	8	1	17	17	A																																																																																		
2								CABLES	1	3	1	1	1	9	2	1	11	11	A																																																																																			
3								TOPE INFERIOR	CONTACTO FIN DE CARRERA	1	3	1	7	1	9	8	1	17	17	A																																																																																		
4								CABLES	1	3	1	1	1	9	2	1	11	11	A																																																																																			
8																																																																																																						
9																																																																																																						
10																																																																																																						
11																																																																																																						
12																																																																																																						
13																																																																																																						
14																																																																																																						
15																																																																																																						
16																																																																																																						



ANEXO 04

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA																					
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRIA EN INGENIERIA DE MANTENIMIENTO																					
TESIS		IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TOROCCENTRO ARIQUIPA SRLtd.																			
ELABORADO POR																					
MATRIZ DE CRITICIDAD DEL SIST. ELECTRICO																					
ITEM	AREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	RANGO/USO	SISTEMA	COMPONENTE	PARTE	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERATIVO AL	FACTORES				Valor de "a"	Valor de "b"	FRECUENCIA CONSECUTIVA	CRITICIDAD	MTRIZ	
												TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD E HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO							
1	RECTIFICADO	MH-RECT-01	RECTIFICADOR DE CILINDROS			MAS CRITICO	SISTEMA ELECTRICO	CAJA DE MANDO	BOTONES DE AVANCE VERTICAL	1	7	1	3	1	1	7	4	1	11	11	MEB
2									BOTON DE ENCENDIDO Y SISO	1	7	1	3	1	1	7	4	1	11	11	MEB
3									BOTON DE APAGADO	1	7	1	3	1	1	7	4	1	11	11	MEB
4									LLAVES TERMOMAGNETICAS	1	7	1	3	1	1	7	4	1	11	11	MEB
5									CONDUCTORES	CABLES	1	7	1	3	1	1	7	4	1	11	11



ANEXO 04																				
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA																				
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRIA EN INGENIERIA DE MANTENIMIENTO																				
TESIS		IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONTABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO AREQUIPA SRLs.																		
ELABORADO POR																				
MATRIZ DE CRITICIDAD DEL SIST. DE MESA HORIZONTAL DESLIZANTE																				
ITEM	AREA	CODIGO	GRUPO	MARCA	MODELO	PARQUIDAD	SISTEMA	COMPONENTE	PARTE	FACTORES					Numero 1	Numero 2	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	MATEL
										FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	SEGURIDAD DE HIGIENE	COSTO DE MANTENIMIENTO						
1								MANIVELA DE AVANCE MANUAL	TORNILLO SIN FIN	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB
2								MANIVELA DE AVANCE MANUAL	EJE DE AVANCE	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB
3	RECTIFICADO	MH-RECT-01	RECTIFICADOR DE CILINDROS			MAS CRITICO	SISTEMA DE MESA HORIZONTAL DESLIZANTE	MANIVELA DE AVANCE MANUAL	PALANCA DE FIJACION	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB
5								CANALES PORTANTINO BLOCK	CANALES	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB
6								MESA	MESA	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	MB



ANEXO 06

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA															
ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRIA EN INGENIERIA DE MANTENIMIENTO															
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD DEL TALLER DE MAESTRANZA COMERCIAL TORNOCENTRO AREQUIPA SRLs.															
ELABORADO POR															
MATRIZ DE PRIORIZACION DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS															
ITEM	AREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	AÑO DE SERVICIO	HORAS DE SERVICIO ANUALES (HORAS/AN)	A	B	C	D	E	$\sum(A+B+C+D+E)/4$	TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA
1	RECTIFICADA		RECTIFICADORA DE CILINDROS			25 AÑOS	1500	EE	3	5	3	1	3	PREVENTIVO	ANUAL
2			CEPILLADORA DE SUPERFICIES PLANAS			28 AÑOS	1500	EE	1	5	3	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
3			RECTIFICADORA DE SERVIDOS DE VALVULAS DE CULATA			26 AÑOS	1500	EE	1	5	3	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
4			BARRENADORA HORIZONTAL			25 AÑOS	1500	EE	1	5	3	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
5			RECTIFICADORA DE BIELAS			25 AÑOS	1500	EE	1	5	1	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
6			RECTIFICADORA DE CIGUEÑALES			28 AÑOS	1500	EE	3	5	1	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
7			CEPILLADORA DE CANALES			25 AÑOS	1500	EE	1	5	3	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
8			GRUPOADORA DE CILINDROS			25 AÑOS	1500	EE	3	5	3	1	3	PREVENTIVO	ANUAL
9			BARRENADORA PORTÁTIL			18 AÑOS	1200	EE	3	3	3	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
10	MANTENIMIENTO		TORNO PARALELO PIRACRO			25 AÑOS	1500	EE	3	5	1	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
11			TALADRO DE COLUPTA			24 AÑOS	1500	EE	3	5	1	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
12			MECADORA DE CUCHILLAS			18 AÑOS	400	EE	1	5	1	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
13			TORNO PARALELO PIRACRO			25 AÑOS	1500	EE	3	5	1	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
14			FRESADORA UNIVERSAL			25 AÑOS	1500	EE	3	5	3	1	3	PREVENTIVO	ANUAL
15			TORNO PARALELO HARRISON			28 AÑOS	1500	EE	3	5	3	1	3	PREVENTIVO	ANUAL
16			TORNO PARALELO PIRACRO			22 AÑOS	1500	EE	3	5	1	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
17			PROCESADORA DE PILES			18 AÑOS	1500	EE	3	5	1	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
18			BALANZADORA DE GIG			18 AÑOS	1200	EE	1	5	3	1	2,5	CORRECTIVO	A DEMANDA
19			PRESA DE M TON			18 AÑOS	1500	EE	1	5	1	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
20		PRESA DE M TON			25 AÑOS	1500	EE	3	1	1	1	1,5	CORRECTIVO	A DEMANDA	
21	SOLDADURA		SOLDADORA DE ARCO ELECTRICO INERTIA			8 AÑOS	400	EE	1	3	3	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
22			SOLDADORA DE ARCO ELECTRICO ISLANDING			5 AÑOS	400	EE	1	3	3	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
23			SOLDADORA DE ARCO ELECTRICO HYPERTEC			5 AÑOS	400	EE	1	3	3	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
24			SOLDADORA DE ARCO ELECTRICO MIG			5 AÑOS	400	EE	1	3	3	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
25			COMPRESORA DE AIRE DE 200 LITROS HYUNDAI			5 AÑOS	400	EE	1	3	3	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA
26			SOLDADORA DE OXACETILENO			5 AÑOS	400	EE	1	3	3	1	2	CORRECTIVO	A DEMANDA



ANEXO 07

<b>HOJA DE MANTENIMIENTO</b>		HOJA													
		FECHA													
<b>TALLER</b>	TALLER	<b>SISTEMA</b>	GENERAL												
<b>AREA</b>	RECTIFICADO	<b>COMPONENTE</b>	GENERAL												
<b>EQUIPO</b>	RECTIFICADORA	<b>PARTE</b>	GENERAL												
<b>CODIGO DEL EQUIPO</b>		<b>REC. PARTE EN EL PL</b>													
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	<input type="checkbox"/> CORRECTIVO <input checked="" type="checkbox"/> PREVENTIVO <input type="checkbox"/> PREDICTIVO	<b>IP# DE TARE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> INSPECCION <input type="checkbox"/> LIMPIEZA <input type="checkbox"/> AJUSTE <input type="checkbox"/> LUBRICACION												
		<b>FRECUENCIA</b>	<input type="checkbox"/> DIARIA <input checked="" type="checkbox"/> SEMANAL <input type="checkbox"/> QUINCENAL <input type="checkbox"/> MENSUAL <input type="checkbox"/> BIMENSUAL <input type="checkbox"/> SEMESTRAL <input type="checkbox"/> ANUAL												
<b>CRITICIDAD</b>	ALTO														
<b>OP</b>	<b>DESCRIPCION DE OPERACION</b>	<b>TIEMPO [m:]</b>	<b>CANTIDAD DE</b>												
			<b>TIEMPO TOTAL [m:]</b>												
			<b>ESPECIFICACIONES</b>												
1	Definir pernos para el mantenimiento	5	1	5											
2	Quitar las herramientas de taller, la grasa industrial, líquidos limpiadores, desmontado y grasa y lubricar a la rectificadora	5	1	5											
3	Desmontar la rectificadora sobre un soporte de bloques en el taller de alineación de eje para el eje	3	1	3											
4	Realizar un inspección de: La rectificadora (por fuera): Verificar la existencia de unidades, presencia de derrames de líquidos (refrigerante, aceite) Verificar la existencia de rasguños y grietas Verificar la existencia de selleros de grasa, tornos y demás elementos de engranes.	30	1	30											
5	Llevar la hoja de chequeo para verificar el estado de la rectificadora y los requerimientos que se necesitan realizar	5	1	5											
6	Limpieza los puntos donde se realice el mantenimiento utilizando alcohol y líquido limpiador	20	1	20											
7	Eliminar los residuos de fluidos como aceite y refrigerante que se encuentran en la superficie de la rectificadora	5	1	5											
8	Realizar una última inspección al finalizar la tarea para verificar que no quedan puntos con presencia de unidades, verificar la existencia de rasguños o alguna grieta que pueda dañar la rectificadora y finalmente la presencia de líquidos y aceites.	2	1	2											
9	Desbloquear el Estado de Seguridad del Tablero de Alimentación de Energía	1	1	1											
10	Revisar la máquina rectificadora	1	1	1											
11	Trasladar las Herramientas al Almacén de Herramientas	2	1	2											
12	Limpieza el Área de Trabajo	5	1	5											
		<b>TIEMPO PROCESO</b>	<b>EE</b>	<b>EE</b>	<b>TIEMPO DE MANO DE OBRA</b>										
<b>PLANO</b>		<b>OBSERVACIONES</b>													
<p style="text-align: center;">SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE LA MÁQUINA</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b></td> <td><b>HOJA DE REGISTRO</b></td> </tr> <tr> <td>MANUAL DE RECTIFICADORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HOJA BCM-RECTIFICADORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HOJA CRITICIDAD-RECTIFICADORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>				<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	<b>HOJA DE REGISTRO</b>	MANUAL DE RECTIFICADORA		HOJA BCM-RECTIFICADORA		HOJA CRITICIDAD-RECTIFICADORA			
						<b>DOCUMENTO DE REFERENCIA</b>	<b>HOJA DE REGISTRO</b>								
MANUAL DE RECTIFICADORA															
HOJA BCM-RECTIFICADORA															
HOJA CRITICIDAD-RECTIFICADORA															
<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD</b> TRABAJAR CON LOS ELEMENTOS DE PROTECCION ASIGNADOS (EPP) USAR HERRAMIENTAS MANUALES EN BUENAS CONDICIONES UTILIZAR CORDADO DE DIBUJO PARA EVITAR LA EMERGENCIA DE LA RECTIFICADORA DURANTE LA ACTIVIDAD		<b>HERRAMIENTAS -EQUIPOS A USAR</b> HERRAMIENTAS DE TALLER													
<b>REALIZADO</b>	<b>HECHER</b>	<b>CODIGO</b>	<b>FINHA</b>	<b>ENTIDAD</b>	<b>REVISIO</b>										



ANEXO 07

**HOJA DE PROCESO DE MANTENIMIENTO**

NOJA	
FECHA	

---

**TALLER**

**AREA**

**EQUIPO**

**CODIGO DEL EQ**

**TIPO DE MANTENIMIENTO**  CORRECTIVO  PREVENTIVO  REPARATIVO

**SISTEMA**

**COMPONENTE**

**TIPO DE TARE**  REPARACION  LIMPIEZA  VERIFICACION  INSPECCION

**PARTE**

**PRECEDENCIA**  ALTA  NORMAL  BAJA

**CRITICO**  SI  NO

---

ORD	DESCRIPCION DE OPERACION	TIEMPO	CANTIDAD DE	IMPACTO EN	RESTRICCIONES
1	Solicitar permisos para realizar mantenimiento a la rectificadora	5	1	5	
2	Desarmar las herramientas de taller, limpiar industrial, líquidos limpiadores, disolventes y grasa y limpiarlos al agua	5	1	5	
3	Desarmar y limpiar la rectificadora en un estado de bloqueo en el tablero de alimentación de energía eléctrica	5	1	5	
4	Retirar las pernos que tapa de la máquina rectificadora	10	1	10	
5	Realizar la inspección de: Exposura Verificar la bulgura de separación de las exposuras Verificar el desgaste de las exposuras Verificar la presencia de aceite mineral, resaca de un exceso de desgaste en la superficie de las	50	1	50	
6	Realizar la inspección de las pernos	5	1	5	
7	Realizar los ajustes en las pernos	5	1	5	
8	Llevar la hoja de chequeo para verificar el estado de las exposuras y los engranajes que se van a utilizar	5	1	5	
9	Realizar un última inspección al finalizar la tarea para verificar el estado final del eje	2	1	2	
10	Reemplazar la Tapa lateral del sistema	5	1	5	
11	Desbloquear el Estado de Seguridad del Tablero de Alimentación de Energía	1	1	1	
12	Engrasar la rectificadora	1	1	1	
13	Transferir las herramientas al almacén de herramientas	2	1	2	
14	Limpieza el Área de Trabajo	5	1	5	

TIEMPO PROCESO

TIEMPO DE HAZO DE OBRAS

**PLANO**

**DISERTACIONES**

**DOCUMENTO DE REFERENCIA**

MANUAL DE RECTIFICADORA	
HOJA ECH-MOTRIZ	
HOJA CRITICIDAD -EJE	

**HOJA DE REGISTRO**


---

**RIESGOS DE SEGUI**

TRABAJAR CON LOS ELEMENTOS DE PROTECCION ASIGNADOS (EPP)
USAR HERRAMIENTAS MANUALES EN BUENAS CONDICIONES
UTILIZA CARGADO DE BLOQUEO PARA EVITAR LA ENERGIACION DE LA RECTIFICADORA DURANTE LA ACTIVIDAD

**HERRAMIENTAS-EQUIPOS A USAR**

HERRAMIENTAS DE TALLER

---

**REALIZADO**

**VISTO POR**

**EMITIDO**

**REVISADO**





ANEXO 08

SEVERIDAD DE LA VELOCIDAD				CRITERIO DE VELOCIDAD LIMITE Y CLASE DE MAQUINA			
mm/seg RMS	In/seg RMS	mm/seg PICO	In/seg PICO	MAQUINAS PEQUEÑAS CLASE I	MAQUINAS MEDIANAS CLASE II	MAQUINAS GRANDES	
						SOPORTES RIGIDOS CLASE III	MEJORES SOPORTES RIGIDOS CLASE IV
0,28	0,011	0,51	0,02	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL
0,45	0,018	0,76	0,03				
0,71	0,028	1,02	0,04				
1,12	0,044	1,52	0,06	ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE	ADMISIBLE
1,8	0,071	2,54	0,1				
2,8	0,11	4,06	0,16	LIMITE	LIMITE	LIMITE	LIMITE
4,5	0,177	6,35	0,25				
7,1	0,28	10,16	0,4	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE
11,2	0,441	15,75	0,62				
18	0,709	25,4	1				
28	1,102	39,62	1,56	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE	NO PERMISIBLE
45	1,772	62,75	2,51				

CRITERIOS	
<b>NORMAL</b>	Se dice que el Rango es bajo, es decir que el peligro de falla es mínimo
<b>ADMISIBLE</b>	Se determina así que el valor es rango aceptable para el Equipo
<b>LIMITE</b>	Se determina así cuando las vibraciones están al borde de lo permisible para el Equipo
<b>NO PERMISIBLE</b>	Se determina así cuando sobrepasa lo permisible para el Equipo y la Posibilidad de Falla alta, ocurre una posible parada
<b>CLASE I</b>	Las Maquinas pueden ser operadas en unidades y el momento, Unidades pequeñas que abarcan maquinaria de manivela hasta 15 Kw (20Hp)
<b>CLASE II</b>	Maquinaria (Molinos eléctricos 15 Kw (20Hp) hasta 75 Kw (100Hp), sin vibración especial a molinos y cilindros y maquinas con 300 Kw (400Hp) molinos con fundición Especial)
<b>CLASE III</b>	Las Maquinas pueden ser unidades primarias (Turbinas, Molinos eléctricos, maquinas herramienta), debe tener razonable relación grados y momentos en fundiciones rígidas y grandes que son razonables direcciones en la dirección de la vibración
<b>CLASE IV</b>	Incluye Grupos Maquinarias de gran tamaño, tales maquinas han sido montadas en fundiciones las cuales son relativamente nuevas en la dirección medida de la vibración, Turbopropulsores y Turbinas de que pesan que 10 MW (1350 Hp)

ANEXO 09

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA		TESIS : IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONTABILIDAD DEL TALLER DE ELABOR		CALENDARIO ANUAL DE MANTENIMIENTO																					
INSTITUCIÓN		FECHA DE ELABORACIÓN		AUTOR																					
UN-2021-01																									
AVANCE DE DEBILITACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	MES																			
						J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	E	N	O	N	D		
CIRO DE DEBILITACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	MES																			
						J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	E	N	O	N	D		
	SISTEMA DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	MES																		
							J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	E	N	O	N	D	
		SISTEMA DE MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD		FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	MES																	
								J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	E	N	O	N	D



ANEXO 10

IDENTIFICACION DEL ESTABLECIMIENTO Y ACTIVIDAD A INVESTIGAR			
<b>TALLER</b>			<b>Área:</b>
			<b>Función:</b>
<b>PERSONAL</b>	Líder		Especialidad..... .....
	Ing. De Procesos		Especialidad..... .....
	Facilitador		Especialidad..... .....
	Mantenedor		Especialidad..... .....
	Operador		Especialidad..... .....
<b>ACTIVIDAD</b>	Nº de turnos de práctica	Nº Rectificadoras	
<b>USUARIOS</b>			

I. MISION DEL TALLER									
1.- ¿Tiene?		2.- ¿La conoce?		3.- ¿Cómo la difunden?			4. ¿Participó en su elaboración?		
S	No	Si	No	Manual	Otros.....	Si		No	
i	*								
5. ¿La misión del taller, le parece apropiada?							Si		No
6. Señale ¿Qué elementos considera la misión?.....									
7. ¿Cree que deberían adicionarse algunos otros conceptos.							Si **		No
**8. Deberían adicionarse conceptos.- Como: .....									

OBJETIVOS DEL TALLER											
9. ¿Tiene?			10. ¿La conoce?			11. ¿Cómo la difunden?			12. ¿Participó en su elaboración?		
S		No	S		No	Manual		Otros.....	S		No
i		*						...			
13. ¿Los Objetivos del taller, le parecen apropiados?									S		No
14. Señale ¿Qué elementos se considera en su formulación? .....											
15. ¿Cree que los objetivos propuestos se cumplen?									S	**	No
**16. Describa un alcance del objetivo más importante .....											

\* Si la respuesta es (No) pase a la siguiente pregunta N°

ESTRATEGIA DEL TALLER											
17. ¿Tiene?			18. ¿La conoce?			19. ¿Cómo la difunden?			20. ¿Participó en su elaboración?		
S		No	S		No	Manual		Otros.....	S		No
i		*						...			
21. ¿La Genérica del taller, le parecen apropiada?									S		No
22. Señale ¿Qué estrategia Genérica se ha adoptado? .....											
23. ¿Tiene el taller estrategias funcionales?									S	**	No
** 24. ¿Qué estrategias? Especifique: .....											

\* Si la respuesta es (No) pase a la siguiente pregunta N°

ORGANIZACIÓN DEL TALLER											
25. ¿Tiene Org?			26. ¿La conoce?			27. ¿Qué herramientas cuenta?			28. ¿Se adecúa al Plan Estrateg.?		
S		No	S		No	Manual		Otros.....	S		No*
i		*						...			

29. ¿Qué funciones se consideran?	Especifique:		
.....			
30. ¿El personal considerado para el desempeño es el más apto ?.	Si **		No
31. ¿El taller cuenta con todo el equipamiento para la función?	Si		No
** 32. ¿Puede señalar sus aptitudes más importante?	Especifique:		
.....			

### FUNCIONES TECNICAS Y ADMINISTRATIVAS DEL TALLER

33. Señale funciones administrativas más importantes que cuenta el taller.	..... ..... .....
34. Señale funciones técnicas de producción más importantes que cuenta el taller.	..... ..... ..... .....

### II. ANALISIS DEL AREA DE RECTIFICADO

35. ¿Qué Servicios internos presta el área de rectificad? Especifique:	..... ..... .....		
36. ¿Qué servicios externos presta el área de rectificad? Especifique:	..... ..... .....		
37. ¿Qué funciones se consideran en el área? Especifique:	..... ..... .....		
38. ¿Cuenta con manuales de Organización y funciones para el área de rectificad?	Si		No
39. ¿El personal considerado para el desempeño es el más apto y está preparado ?.	Si		No



40. ¿El área de rectificado cuenta con todo el equipamiento para la función?	Si	No	
41. ¿El área de rectificado cuenta con los recursos materiales y equipamiento necesario	Si	No	
42. ¿Cuenta con manual de procedimientos técnicos para el manejo de las rectificadoras?	Si	No	
43. ¿Se cuenta con diagramas de procesos expuestos para el uso cotidiano de la rectificadora?	Si	No	

### FUNCIONES PRIMARIAS DEL RECTIFICADO MECANICO

44. ¿La rectificadora de cilindros cumple con rectificar los cilindros a las velocidades respectivas de cada material?			
Si *	No	*detalle ..... las funciones básicas	
45. ¿El área de rectificado cuenta con un espacio físico exclusivo para el desarrollo de las actividades?		46. ¿La rectificadora de cilindros cumple con su volumen de producción diaria?	
Si *	No	* ¿Cuántos m <sup>2</sup> ? .....m <sup>2</sup>	Se rectifica previo plano... Si No

### III. FUNCIONES SECUNDARIAS DE LA RECTIFICADORA

#### RESTRICCIONES AMBIENTALES

47. ¿Se aplica los estándares en las condiciones de respeto al medio ambiente y la ecología en el manejo de la rectificadora en la elaboración de bienes y productos y residuales del uso de las rectificadoras?			
Si *	No	*detalle ..... las restricciones	
48. ¿Qué cantidad de desperdicio producen la rectificadora mensualmente? Especifique....			.....Kg r
49. ¿Qué se hace con el desperdicio? Especifique .....			

#### ESPECIFICACIONES DE USO

50. ¿Cuenta con sistema de seguridad para el manejo de la rectificadora?	Si	No	
--	----	----	--

51. ¿Se aplica sistema de seguridad en la rutina del manejo de la rectificadora para el cuidado del operario y el propio equipo?	Si		No	
52. ¿Se han producido accidentes en el área de rectificado?	Si		No	
53. ¿Qué tipos de accidentes se han producido en el área de rectificado? Especifique... leve.... Grave .....				
54. ¿Cuántos accidentes se han producido en la operación de la rectificadora? Especifique.....	Nº..... ....			
<b>ERGONOMIA</b>				
55. El área de rectificado y el equipamiento cuenta con las condiciones ergonómicas	Si		No	
56. El espacio físico es exclusivo para el desarrollo de las actividades Especific M <sup>2</sup> .....	Si		No	
57. Los colores utilizados en el ambiente obedecen a parámetros establecidos	Si		No	
58. La iluminación del espacio es el adecuado. Especifique la cantidad de lúmenes.....	Si		No	
59. El espacio de trabajo cuenta con ruidos. Especifique la cantidad de decibeles.....	Si		No	
60. El espacio está libre de suciedad	Si		No	
61. Las herramientas son adecuadas para el trabajo de la rectificadora	Si		No	
62. Los sistemas de ventilación son adecuados	Si		No	
63. Los servicios colaterales están cercanos al lugar de trabajo. Energía, aire.. Otros.	Si		No	
<b>CONDICIÓN DE PROCESO</b>				
64. ¿Se tienen definidos los estándares de control de la rectificadora?	Si		No	
65. ¿Están disponibles los documentos donde se especifican los estándares?	Si		No	
66. ¿Se cumple con los estándares de control de los diversos sistemas del rectificado Especifique.....	Si		No	
<b>VISIBILIDAD</b>				

67. ¿El espacio donde se desempeña la labor está demarcado con estándar de color?	Si		No	
68. ¿La presentación visual de la rectificadora cumple con los estándares mínimos de color?	Si		No	
<b>DISPOSITIVOS</b>				
69. ¿Cuenta el área con un manual técnico administrativo de prevención de condiciones anormales o contingentes del funcionamiento de la rectificadora?	Si		No	
70. ¿Los dispositivos de protección de seguridad son regulados para su funcionamiento?	Si		No	
<b>PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO</b>				
71. ¿El área de rectificado cuenta con financiamiento de (costos, tiempos.-mano de obra, pedidos de material, etc.), y se encuentra integrada con el resto de las áreas funcionales del taller? Especifique... Costo..... Tiempo.....	Si		No	

<b>IV. FALLAS FUNCIONALES , ESTADO DE FALLA ASOCIADO A CADA FUNCION</b>				
<b>FUNCIÓN PRIMARIA</b>				
72. ¿La rectificadora ha presentado fallas funcionales primarias en el presente periodo? Precise el sistema que ocurrió.....	Si		No	
73. ¿Se realiza un análisis de las fallas funcionales primarias que afectan a los resultados del Área de rectificado?	Si		No	
<b>FUNCIÓN SECUNDARIA</b>				
74. ¿La rectificadora ha presentado en el presente periodo fallas funcionales secundarias ?	Si		No	
75. ¿Se realiza un análisis de las fallas funcionales secundarias que afectan a los resultados del Área de rectificado?				
<b>FALLA TOTAL PARCIAL</b>				
76. ¿La rectificadora ha dejado de funcionar por falla parcial de su función primaria? Especifique cuantas veces .....	Si		No	
77. ¿Se puede especificar el sistema que genero la falla parcial en la rectificadora? Especifique el sistema donde falló.....	Si		No	



LIMITES DE FALLA SUPERIORES . INFERIORES				
78. ¿La rectificadora cuando opera en estado normal con operario experto tiene el rendimiento deseado dentro de la especificación?	Si		No	
79. ¿La calidad y la cantidad de la producción de la rectificadora del taller cumple con los estándares establecidos de límites?				
MEDIDORES E INDICADORES				
80. ¿La rectificadora cuenta con medidores e indicadores de fallas funcionales, que permitan diagnosticar las fallas en la producción máxima y mínima?	Si		No	
CONTEXTO OPERACIONAL				
81. ¿El contexto operativo relativo a ubicación, ergonomía, funcionamiento y producción de la rectificadora dentro del taller es favorable? especifique su respuesta por que?.....	Si		No	

V. CAUSAS DE FALLAS				
IDENTIFICACION DE FALLA: REGISTRO DE MODO DE FALLA				
82. ¿Cuenta el rectificado con un sistema de registro de modos de falla en la cual se registran los eventos que han involucrado la perdida de la función del sistema ?.	Si		No	
IDENTIFICACION DE FALLA: CAUSA DE FALLA				
83. ¿Cuenta el Área de rectificado con un sistema de registro de causas de falla en los eventos que han involucrado la perdida de la función del sistema?	Si		No	
84. ¿Conoce Ud. los motivos de las fallas funcionales en la rectificadora?	Si		No	
MODO DE FALLA: DETERIORO				
85. ¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de inspección para prevenir el deterioro del Sistema, componentes y parte del rectificado? Especificación: mostrar el plan .....	Si		No	
	Si		No	
MODO DE FALLA: FALLAS DE LUBRICACIÓN				
86. ¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de lubricación para permitir el libre	Si		No	

movimiento y/o funcionamiento del Sistema, parte y equipo? Especificación: mostrar el plan .....				
<b>MODO DE FALLA: POLVO Y SUCIEDAD</b>				
87. ¿Existe un plan de Mantenimiento en el área de rectificado que contemple la realización de tareas de limpieza para eliminar agentes corrosivos como agua, aceite, refrigerante y demás que ocasiona el deterioro del Sistema, parte y equipo? Especificación: mostrar el plan .....	Si		No	
<b>MODO DE FALLA: DESARME</b>				
88. ¿Existe la descripción del procedimiento de desarme de los Sistemas de la rectificadora que eviten las faltantes de piezas para prevenir las fallas? Especificación mostrar el procedimiento .....	Si		No	
<b>MODO DE FALLA: ERROR HUMANO</b>				
89. ¿Existe manual de procedimientos técnico operativo para la utilización de la rectificadora mostrar el plan .....	Si		No	
90. ¿Existe un plan de entrenamiento tanto para los operadores y supervisores del área de rectificado para realizar el uso correcto de cada sistema, componente y parte de la rectificadora? Especificación: mostrar el plan .....	Si		No	
<b>LISTA DE FALLAS: NIVEL DE DETALLE</b>				
91. ¿Existe un registro al detalle documentado de las fallas más frecuentes que se han presentado en los sistemas de la rectificadora?	Si		No	

<b>VI. EFECTO DE FALLAS</b>				
<b>EVIDENCIA: ALERTAS PREVIAS ALARMAS</b>				
92. ¿Existe alertas previas de alarma en la pérdida de función observadas por los operarios en el proceso de operación de la rectificadora?	Si		No	
93. ¿Existe registro de evidencias y de las consecuencias generadas por las fallas ocurridas? Especificación mostrar registro, verificar.....	Si		No	
<b>RIESGO PARA LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE: REGLAMENTOS</b>				
94. ¿Existe Manual de política de riesgo de seguridad y de deterioro del medio ambiente? Especificación Mostrar Manual.....	Si		No	

95. ¿El reglamento prevé el auxilio en caso que alguien se lesione o muera como consecuencia de una falla o que se infrinja una normativa del Medio Ambiente? Mostrar Reglamento.....		Si		No
<b>DAÑOS SECUNDARIOS Y EFECTOS EN LA PRODUCCION: PARADA DE MAQUINA</b>				
96. Cuándo se ha producido falla funcional en la rectificadora y como consecuencia la parada del mismo, ¿que efectos en la producción ha presentado? Señale.....				
Efectos Operacionales en:		No operacionales		
Producción	si* ..... No....	Costo directo de reparación. Especifique cantidad de costo que afecto.....		
*especifique.....				
Operaciones	si* ..... No....			
*especifique.....				
Calidad	si* ..... No....			
*especifique.....				
Servicio	si* ..... No....			
*especifique.....				
Costo	si* ..... No....			
*especifique.....				
Enumere el número de incidentes y las consecuencias suscitados por dicho acto.				
<u>ACTO :</u>		<u>COSTO</u>		
1°.....		.....		
.....		.....		
2°.....		.....		
.....		.....		
3°.....		.....		
.....		.....		
<b>DAÑOS SECUNDARIOS Y EFECTOS EN LA PRODUCCION: COSTOS</b>				
97. La existencia de Fallas funcionales ¿Han tenido consecuencias operacionales?		Si*		No
*98. Precise las implicancias ha tenido en los costos del área (Cuanto.....) en qué.....				
<b>DAÑOS FÍSICOS. EVALUACIÓN DE LA AVERÍA</b>				
99. ¿Han ocurrido fallas funcionales?		Si*		No



Precise los daños y/o averías físicas ocurridas.....				
*100. Precise las implicancias ha tenido en los costos del área (Cuanto.....) en qué.....				
<b>ACCION CORRECTIVA: EVALUACIÓN DEL TIEMPO MUERTO</b>				
101. ¿Se produjeron averías y/o daños físicos en la rectificadora? Qué acciones correctivas se han aplicado.....	Si *		No	
*102. Precise el tiempo promedio inactivo ha permanecido la rectificadora por la avería.....				

<b>VII. CONSECUENCIA DE FALLA</b>				
FALLAS EVIDENTES: RIESGO DE LESION				
103. ¿Se han producido incidentes como consecuencia de fallas evidentes?	Si *		No	
*104. Precise cuántos incidentes se han producido.....				
FALLAS EVIDENTES: RIESGO DE PRODUCCION Y SERVICIO				
105. ¿Se han producido consecuencias a raíz de las fallas evidentes en la producción y los servicios?	Si *		No	
FALLAS EVIDENTES: COSTO DE REPARACION				
*106. Precise las consecuencias en el costo en la producción y servicio.....				

<b>VIII. PREDICCION PREVENCION DE FALLAS</b>				
ACCIONES A TOMAR PARA MANEJAR LAS FALLAS: ACCIONES ANTES QUE OCURRA LA FALLA				
107. ¿Es aplicado el Mantenimiento Proactivo a la rectificadora para la realización de acciones antes que ocurra la falla?	Si *		No	
*108. ¿Cuáles son los pasos que aplica si se realiza este tipo de mantenimiento?.....				

**ACCIONES A TOMAR PARA MANEJAR LAS FALLAS: BUSQUEDA DE AFALLAS**

109. Acciones se ha tomado para la búsqueda de fallas (revisar periódicamente funciones ocultas para determinar si han fallado).....

110. ¿En qué contexto o condición es aplicable esta acción?  
.....

**ACCIONES A TOMAR PARA MANEJAR LAS FALLAS: REDISEÑO**

111. Acciones de búsqueda de rediseño (modificaciones al equipo y cambios de una sola vez a los procedimientos.) se ha realizado en la ocurrencia del siniestro? Precise.....

112. ¿Qué contexto o condición es aplicable esta acción?  
.....

**EDAD Y DETERIORO DEL ACTIVO: INCUMPLIMIENTO AL FUNCIONAMIENTO DESEADO**

113. Precise cuál es la vida útil del activo “rectificadora de cilindros”.....

114. ¿Cree Ud. que las fallas ocurridas se deben a la edad del activo? 

--	--	--

**IX. ACCIONES PREDETERMINADAS**

**BUSQUEDA DE FALLA: PUNTOS PRINCIPALES**

115. Precise qué acciones de planeamiento se han tomado en cuenta en la predicción y búsqueda de las fallas de la rectificadora  
.....  
.....

**INTERVALOS DE TAREAS DE BUSQUEDA DE FALLA: DISPONIBILIDAD DESEADA**

116. Precise qué acciones de planeamiento se han tomado en cuenta para la búsqueda de falla en la rectificadora  
.....  
.....

**INTERVALOS DE TAREAS DE BUSQUEDA DE FALLA: TASA DE DISPONIBILIDAD**

117. Precise si tiene o se ha previsto la tasa de disponibilidad de la rectificadora .....			
<b>INTERVALOS DE TAREAS DE BUSQUEDA DE FALLA: TASAS DE FALLO</b>			
118. Precise si tiene o se ha previsto la tasa de fallo de la rectificadora .....			
<b>INTERVALOS DE TAREAS DE BUSQUEDA DE FALLA: PROBABILIDAD TECNICA</b>			
119. Precise si tiene o se ha previsto la tasa de factibilidad de la rectificadora ..... .....			
<b>X. IMPLEMENTACIÓN</b>			
<b>MISION VISION ESTRATEGIA GENERICA Y OBJETIVOS</b>			
120. ¿Está de acuerdo con la implementación del plan Estratégico en el taller	Si	No	
<b>ANALISIS DE TAREAS Y FUNCIONES</b>			
121. ¿Considera Ud. apropiado hacer la operacionalización del plan estratégico que se vea reflejado en una estructura de puestos y cargos para el taller?	Si	No	
<b>CONTEXTO OPERATIVO</b>			
122. ¿Está de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procesos para el área del rectificado?	Si	No	
<b>SELECCIÓN DEL SISTEMA</b>			
123. ¿Está de acuerdo que se estructure la descripción de procesos y se formule un manual de procedimientos Y que obedezca a un sistema integrado de mantenimiento para el área de rectificado?	Si	No	