

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ELABORACIÓN DE PROCESOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS MOTORES MITSUBISHI MODELO MAN V9V 40/54, EN LA CENTRAL DE GENERACIÓN TÉRMICA GUANGOPOLO; DE LA CORPORACIÓN ELÉCTRICA ESTATAL (CELEC EP)

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

FRANCISCO SALAZAR MONGE

DIRECTOR: ING. JUAN DÍAZ

CODIRECTOR: ING. ÁNGELO VILLAVICENCIO

Sangolquí, Diciembre de 2011

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “ELABORACIÓN DE PROCESOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS MOTORES MITSUBISHI MODELO MAN V9V 40/54, EN LA CENTRAL DE GENERACIÓN TÉRMICA GUANGOPOLO; DE LA CORPORACIÓN ELÉCTRICA ESTATAL (CELEC EP)” fue realizado en su totalidad por FRANCISCO SALAZAR MONGE, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Ing. Juan Díaz

Ing. Ángelo Villavicencio

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“ELABORACIÓN DE PROCESOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS MOTORES MITSUBISHI MODELO MAN V9V 40/54, EN LA CENTRAL DE GENERACIÓN TÉRMICA GUANGOPOLO; DE LA CORPORACIÓN ELÉCTRICA ESTATAL (CELEC EP)”

ELABORADO POR:

Francisco Salazar Monge

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Ing. Xavier Sánchez

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DEDICATORIA

A mi Padre y Madre por su apoyo incondicional y perseverante durante transcurso de la carrera y desarrollo de este proyecto.

A mis hermanos, que siempre fueron sinónimo de tesón y empuje en tiempos difíciles.

A mi amada novia, que siempre es un gran soporte en mi vida.

A mis amigos y demás, que siempre estuvieron ahí para colaborar en el desarrollo de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica del Ejército por las enseñanzas inculcadas en sus aulas.

A la Central Térmica Guangopolo, a los Ingenieros Juan Carlos López, Marco Chicaiza y Ángel Benalcazar por la confianza, apoyo y colaboración para el desarrollo del presente proyecto.

A los Ingenieros Juan Díaz y Ángelo Villavicencio por su gran e incansable aporte en el desarrollo del proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	ii
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
CAPÍTULO 1.....	17
GENERALIDADES.....	17
1.1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.2. ANTECEDENTES.....	18
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.4. OBJETIVOS	20
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.5. ALCANCE	21
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	22
CAPÍTULO 2.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. CENTRALES GENERADORAS TERMOELÉCTRICA.....	24
2.1.1. PRINCIPIO FÍSICO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	24
2.1.2. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	25
2.1.3. GENERADORES.....	31
2.2. TRIBOLOGÍA	33
2.3. COMBUSTIBLE DIESEL - BUNKER.....	36
2.4. INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO.....	37
2.4.1. MANTENIMIENTO PREDICTIVO	37
2.4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	38
2.4.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	38
2.5. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	39
2.5.1. PLANIFICACIÓN Y CONTROL.....	39
2.5.2. ORGANIZACIÓN (ORGÁNICO ESTRUCTURAL)	40
2.5.3. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	41
2.5.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO	42
CAPÍTULO 3.....	43
NORMA PAS 55	43

3.1.	NORMA PAS 55.....	43
3.1.1.	ASPECTOS GENERALES.....	44
3.1.2.	ALCANCE	44
3.1.3.	REQUERIMIENTOS GENERALES.....	44
3.2.	GERENCIA DE DE ACTIVOS.....	45
3.2.1.	OBJETIVO DE LA GERENCIA DE ACTIVOS	45
3.2.2.	POLÍTICA DE LA GERENCIA DE ACTIVOS.....	46
3.2.3.	ESTRATEGIA DE LA GERENCIA DE ACTIVOS.....	46
3.3.	CICLO DE MEJORA CONTINUA.....	46
3.3.1.	CICLO DE MEJORA CONTINUA EN EL MANTENIMIENTO.....	48
3.4.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....	49
3.4.1.	PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM	50
3.4.2.	ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ DE LA FALLA (RCFA).....	52
3.4.3.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PM).....	53
3.4.4.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO (PDM)	53
3.4.5.	MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM).....	54
3.4.6.	MANTENIMIENTO PROACTIVO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (PRM).....	54
3.4.7.	CONFIABILIDAD DIRIGIDA POR OPERARIOS (ODR).....	55
3.4.8.	FUNCIONAMIENTO HASTA LA FALLA (RTF).....	55
3.4.9.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC).....	56
3.4.10.	INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI'S)	56
	CAPÍTULO 4.....	62
	DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL	62
4.1.	CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO	62
4.2.	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO	64
4.3.	DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL	65
4.3.1.	UNIDAD DE GENERACIÓN	66
4.3.2.	PATIO DE TANQUES.....	68
4.3.3.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE	68
4.3.4.	ÁREA DE LUBRICANTES	68
4.3.5.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA.....	69
4.3.6.	ÁREA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.....	69
4.3.7.	TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA.....	69
4.3.8.	PLANTA DE VAPOR	70
4.3.9.	CASA DE MAQUINAS.....	70

4.3.10. BODEGA Y TALLER DE HERRAMIENTAS - TALLER MECÁNICO	70
4.3.11. SUB-ESTACIÓN ELÉCTRICA	71
4.4. UNIDADES DE POTENCIA – GENERACIÓN	72
4.4.1. ESPECIFICACIONES DE LAS UNIDADES.....	74
4.4.2. ELEMENTOS Y COMPONENTES IMPORTANTES.....	75
4.4.3. ELEMENTOS Y COMPONENTES PROPENSOS A FALLA	76
4.5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA.....	78
4.5.1. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO.....	79
4.5.2. RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO.....	81
4.5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO	82
4.5.4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	85
CAPÍTULO 5.....	97
LEVANTAMIENTO DE PROCESOS	97
5.1. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL.....	97
5.1.1. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	97
5.1.2. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	115
5.1.3. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	226
5.2. FORMATOS Y REGISTROS PARA LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO	227
5.2.1. FORMATO DE REGISTRO PARA EL PROCESO Y CONTROL DE MANTENIMIENTO	227
5.2.2. FORMATO PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	228
5.2.3. FORMATO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	228
5.2.4. FORMATO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	229
CAPÍTULO 6.....	230
MANUAL DEL SOFTWARE MANTTER PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	230
6.1. MANUAL DEL SOFTWARE MANTTER PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	230
6.1.1. GENERALIDADES	230
6.1.2. MANUAL TÉCNICO.....	230
CAPÍTULO 7.....	232
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	232
7.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	232
7.1.1. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	232
7.1.2. ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	236
7.1.3. PROCEDIMIENTO PARA EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO.....	238

7.1.4. EJECUCIÓN PARA EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO	238
7.2. VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	239
7.2.1. DIRECTRICES PARA LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO...	241
CAPÍTULO 8.....	243
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.....	243
8.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	243
8.2. EVALUACIÓN FINANCIERA	247
8.2.1. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	247
8.2.2. FINANCIAMIENTO	249
8.2.3. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS.....	250
8.2.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	251
CAPÍTULO 9.....	255
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	255
9.1. CONCLUSIONES.....	255
9.2. RECOMENDACIONES.....	256
BIBLIOGRAFÍA.....	257
GLOSARIO.....	258
ANEXOS	259

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.1.1. Subprocesos de una Central Termoeléctrica.....	25
Tabla 2.1.2.1.1.1. Ciclo del Motor de Combustión Interna Diesel.....	27
Tabla 2.1.2.1.2.1. Componentes Principales del Motor Diesel.....	30
Tabla 2.2.1. Sistema de Clasificación API para aceites de Motor Diesel.....	34
Tabla 2.2.2. Propiedades de los Aceites Lubricantes.....	35
Tabla 2.3.1. Poder Calorífico de Combustibles.....	37
Tabla 3.4.10.1 Fórmulas para el Cálculo de la OEE.....	60
Tabla 3.4.10.2. Porcentaje para la clasificación propuesto por la OEE.....	61
Tabla. 4.2.1.2. Sistemas Auxiliares Principales y Secundarios.....	67
Tabla. 4.2.1.1. Marca y Modelos de Motores de Combustión Interna Utilizados.....	67
Tabla. 4.2.1.1. Marca y Modelos Generadores Utilizados.....	67
Tabla 4.4.1.1. Especificaciones Motor Mitsubishi MAN V9V 40/54.....	75
Tabla 4.4.2.1. Elementos y Componentes de las Unidades de Generación de la Central Termoeléctrica de Guangopolo.....	75
Tabla 4.4.3.1. Componentes Críticos en la Unidad de Generación.....	78
Tabla 4.5.1.3.1. Procesos de Mantenimiento para Generadores.....	84
Tabla 4.5.1.3.2. Procesos de Mantenimiento para Motores Mitsubishi MAN V9V 40/54.....	85
Tabla 4.5.4.1.1. Valores de Referencia del Índice de Conformidad.....	88
Tabla 4.5.4.2.1. Cuestionario de Evaluación para el Sistema de Mantenimiento.....	95
Tabla 5.1.1.1. Ruta de Inspección Visual en la Central Termoeléctrica Guangopolo.....	103
Tabla 5.1.1.2. Norma y Métodos aplicados para el Análisis de Aceite.....	111
Tabla 5.1.1.3. Parámetros para el Análisis de Aceite de Lubricación del Sistema, Turbina y Dieléctrico.....	112
Tabla 5.1.1.4. Norma y Métodos aplicados para el Análisis de Agua.....	113
Tabla 5.1.1.5. Parámetros para el Análisis de Agua.....	114
Tabla 5.1.1.6. Frecuencia de Análisis en la Central Termoeléctrico Guangopolo.....	115
Tabla 5.1.2.1. Overhaull.....	116
Tabla 5.1.2.2. Parada del Motor para una Corta/Larga Interrupción de Servicio.....	118
Tabla 5.1.2.3. Desmontaje de Tapas de Block.....	118
Tabla 5.1.2.4. Desmontaje de Cabezote (Izquierdo).....	120
Tabla 5.1.2.5. Desmontaje de Cabezote (Lado Derecho).....	123
Tabla 5.1.2.6. Desmontaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Izquierdo).....	124
Tabla 5.1.2.7. Desmontaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Derecho).....	125
Tabla 5.1.2.8. Desmontaje Pistón Primario.....	126

Tabla 5.1.2.9. Desmontaje Pistón Secundario.....	127
Tabla 5.1.2.10. Desmontaje Conjunto Pistón - Biela.....	129
Tabla 5.1.2.11. Desmontaje Cabeza de Biela.....	132
Tabla 5.1.2.12. Desmontaje Camisas.....	134
Tabla 5.1.2.13. Desmontaje Tapa de Bancada de Cigüeñal.....	135
Tabla 5.1.2.14. Desmontaje de Tapa de Bancada de Cigüeñal N#11.....	140
Tabla 5.1.2.15. Desmontaje Bomba de Inyección.....	141
Tabla 5.1.2.16. Desmontaje Válvula Piloto.....	141
Tabla 5.1.2.17. Desmontaje de Interenfriador de Aire Derecho.....	143
Tabla 5.1.2.18. Desmontaje de Interenfriador de Aire Izquierdo.....	144
Tabla 5.1.2.19. Desmontaje de Tubería Escape – Caja de Afluencia Lado Turbina.....	145
Tabla 5.1.2.20. Desmontaje Turbo Compresor.....	147
Tabla 5.1.2.21. Desarmado de Cabezote (Lado Derecho – Izquierdo).....	150
Tabla 5.1.2.22. Desarme de Válvula (Admisión - Escape).....	150
Tabla 5.1.2.23. Desarme de Inyector.....	151
Tabla 5.1.2.24. Desarmado de Válvula de Seguridad.....	151
Tabla 5.1.2.25. Desarmado de Válvula de Arranque.....	152
Tabla 5.1.2.26. Desarmado de Válvula Piloto.....	153
Tabla 5.1.2.27. Desarme de Caja de Afluencia Lado Turbina.....	153
Tabla 5.1.2.28. Desarme de Bomba de Inyección.....	154
Tabla 5.1.2.29. Limpieza de Caja de Afluencia Lado Turbina.....	155
Tabla 5.1.2.30. Limpieza y Verificación de Eje Rotor de Turbina.....	156
Tabla 5.1.2.31. Limpieza de Bomba de Inyección.....	157
Tabla 5.1.2.32. Limpieza de Válvula Piloto.....	157
Tabla 5.1.2.33. Limpieza y Verificación de Espesor de Cojinetes de Bancada.....	158
Tabla 5.1.2.34. Limpieza y Verificación de Espesor de Cojinetes de Biela.....	159
Tabla 5.1.2.35. Limpieza de Cabezote y Caja de Cabezote.....	160
Tabla 5.1.2.36. Asentamiento de Válvula en Carcasa de Válvula (Admisión - Escape).....	161
Tabla 5.1.2.37. Asentamiento de Vástago en Carcasa de Válvula Arranque.....	163
Tabla 5.1.2.38. Limpieza de Inyector.....	163
Tabla 5.1.2.39. Limpieza de Válvula de Seguridad.....	163
Tabla 5.1.2.40. Limpieza de Válvula de Arranque.....	164
Tabla 5.1.2.41. Limpieza de Corona, Falda y Biela.....	165
Tabla 5.1.2.42. Limpieza de Interenfriador de Aire (Derecho - Izquierdo).....	165
Tabla 5.1.2.43. Verificación de Ánodos de Sacrificio y Lavado Químico de Enfriador de Aceite Lubricante - Agua de Camisas - Aceite de Turbo - Agua de Válvulas.....	168

Tabla 5.1.2.44. Baqueteo de Enfriador de Aceite Lubricante.....	170
Tabla 5.1.2.45. Baqueteo de Enfriador de Aceite de Turbo.....	172
Tabla 5.1.2.46. Baqueteo de Enfriador de Agua de Camisas.....	173
Tabla 5.1.2.47. Baqueteo de Enfriador de Agua de Válvulas.....	174
Tabla 5.1.2.48. Limpieza de Generador.....	175
Tabla 5.1.2.49. Limpieza de Excitatriz.....	177
Tabla 5.1.2.50. Limpieza de Tapas de Block.....	177
Tabla 5.1.2.51. Limpieza de Ductos de Admisión de Aire.....	178
Tabla 5.1.2.52. Análisis Fisura de Pernos.....	179
Tabla 5.1.2.53. Rectificado de Camisa.....	180
Tabla 5.1.2.54. Rectificado de Corona - Falda.....	182
Tabla 5.1.2.55. Rectificado de Asientos del Cabezote.....	183
Tabla 5.1.2.56. Rectificado de Carcasa y Vástago de Válvula (Admisión - Escape).....	184
Tabla 5.1.2.57. Rectificado de Carcasa y Vástago de Válvula de Arranque.....	185
Tabla 5.1.2.58. Calibración de Inyector.....	186
Tabla 5.1.2.59. Pulida en Codos de Cigüeñal.....	187
Tabla 5.1.2.60. Pulida de Eje de Rotor de Turbina.....	188
Tabla 5.1.2.61. Armado de Conjunto Pistón - Biela.....	189
Tabla 5.1.2.62. Armado de Bomba de Inyección.....	190
Tabla 5.1.2.63. Armado de Válvula Piloto.....	190
Tabla 5.1.2.64. Armado de Válvula (Admisión - Escape).....	191
Tabla 5.1.2.65. Armado de Válvula de Seguridad.....	191
Tabla 5.1.2.66. Armado de Válvula de Arranque.....	192
Tabla 5.1.2.67. Armado de Inyector.....	192
Tabla 5.1.2.68. Armado de Cabezote (Lado Derecho – Izquierdo).....	195
Tabla 5.1.2.69. Armado de Caja de Afluencia Lado Turbina.....	196
Tabla 5.1.2.70. Montaje de Tapa de Bancada del Cigüeñal.....	198
Tabla 5.1.2.71. Montaje de Tapa de Bancada de Cigüeñal N#11.....	202
Tabla 5.1.2.72. Montaje Turbo Compresor.....	205
Tabla 5.1.2.73. Montaje de Cabezote (Izquierdo).....	207
Tabla 5.1.2.74. Montaje de Cabezote (Lado Derecho).....	209
Tabla 5.1.2.75. Montaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Izquierdo).....	211
Tabla 5.1.2.76. Montaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Derecho).....	212
Tabla 5.1.2.77. Montaje de Tapas de Block.....	212
Tabla 5.1.2.78. Montaje de Interenfriador de Aire Derecho.....	214
Tabla 5.1.2.79. Montaje de Interenfriador de Aire Izquierdo.....	217

Tabla 5.1.2.80. Montaje de Camisa.....	218
Tabla 5.1.2.81. Montaje Pistón Primario.....	220
Tabla 5.1.2.82. Montaje Pistón Secundario.....	222
Tabla 5.1.2.83. Montaje de Tubería Escape - Caja de Afluencia.....	223
Tabla 5.1.2.84. Montaje de Bomba de Inyección.....	224
Tabla 5.1.2.84. Montaje de Válvula Piloto.....	224
Tabla 5.1.2.85. Arranque del Motor para una Corta/ Parada Del Motor para Revisión después de Overhauil.....	226
Tabla 7.1.1.1. Frecuencia de Análisis en la Central Termoeléctrico Guangopolo.....	233
Tabla 7.1.1.2. Plan de Mantenimiento las Unidades de Generación Mitsubishi MAN V9V 40/54.	234
Tabla 7.1.1.3. Overhauil.....	235
Tabla 7.1.2.1. Personal para el Área de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo.....	237
Tabla 7.1.3.1. Procedimiento para el Trabajo de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo.....	238
Tabla 8.1.1. Inversiones Proyectadas.....	244
Tabla 8.2.1.1. Ingeniería y Administración.....	247
Tabla 8.2.1.2. Remuneración a Estudiante.....	247
Tabla 8.2.1.3. Honorarios Profesionales.....	248
Tabla 8.2.1.4. Misceláneos.....	248
Tabla 8.2.1.5. Otros Costos Directos.....	248
Tabla 8.2.1.6. Costos Totales.....	249
Tabla 8.2.2.1. Financiamiento.....	249
Tabla 8.2.3.1. Cronograma de Desembolsos.....	250
Tabla 8.2.4.1. Escenario Normal.....	251
Tabla 8.2.4.2. Escenario Optimista.....	251
Tabla 8.2.4.2. Escenario Pesimista.....	252
Tabla 8.2.4.3. Flujo de Caja.....	253
Tabla 8.2.4.4. VAN – TIR.....	254

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.2.1.1.1. Funcionamiento de un Motor 4 Tiempos Diesel.....	28
Figura 2.1.2.1.2.1. Motor de Combustión Interna Diesel.....	31
Figura 2.1.3.1.1. Partes de un Generador Eléctrico.....	33
Figura 2.5.2.1. Organigrama Básico para el Mantenimiento utilizado en la Central Termoeléctrica Guangopolo.....	41
Figura 3.2.1. Valor del Activo.....	45
Figura 3.3.1. Ciclo PHVA en el Mantenimiento.....	46
Figura 3.3.1.1. Ciclo PVHA para el Mantenimiento.....	48
Figura 3.3.1.2. Ciclo PVHA en el Mantenimiento.....	48
Figura 3.4.1.1. Pilares Fundamentales del TPM.....	50
Figura 4.1.1. Central Termoeléctrica Guangopolo.....	62
Figura 4.1.2. Central Termoeléctrica Guangopolo.....	63
Figura 4.3.1. Diagrama de Bloques de los Sistemas de la Central Térmica Guangopolo.....	64
Figura. 4.2.1.1. Diagrama de los Sistemas Auxiliares.....	66
Figura 4.4.1. Motor Mitsubishi - MAN V9V 40/54.....	72
Figura 4.5.1.1. Procesos de Mantenimiento.....	79
Figura 5.1.1.1. Mapa de Riesgos de la Central Térmica Guangopolo.....	101
Figura 5.1.1.2. Proceso de Inspección Visual en Sala de Control.....	104
Figura 5.1.1.3. Proceso de Inspección Visual en Sala de Máquinas.....	105
Figura 5.1.1.4. Proceso de Inspección Visual en Planta Alta y Baja.....	106
Figura 5.1.1.5. Proceso de Inspección Visual en Sala de Combustible.....	107
Figura 5.1.1.6. Proceso de Inspección Visual en Patio de Tanques Intermedio.....	108
Figura 5.1.1.7. Proceso de Inspección Visual en Sala de Tratamiento de Agua.....	109
Figura 5.1.1.8. Proceso de Inspección Visual en Sistema de Enfriamiento.....	110
Figura 5.2.1.1. Formato para Registro y Control del Mantenimiento.....	228
Figura 7.1.2.2. Organigrama para el Área de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo.....	237
Figura 8.1.1. Consumo Total del Sistema Nacional Interconectado.....	244

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	259
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO	259
ANEXO 2	260
FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	260
ANEXO 3.....	261
FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	261
ANEXO 4.....	262
FORMATO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	262
ANEXO 5.....	263
INSTRUCTIVO DE USO DE LA APLICACIÓN COMPUTACIONAL “SOFT MANTTER”.....	263
ANEXO 6.....	264
CODIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN COMPUTACIONAL “SOFT MANTTER”	264

RESUMEN

En la actualidad, las Centrales de Generación Eléctrica deben contar con un eficiente Programa de Mantenimiento, el mismo que debe ser conocido por todo el personal para que este se lo cumpla de la manera adecuada.

La Central de Generación Térmica Guangopolo viene realizando su actividad en generación comercial desde abril de 1977. Cuenta con una potencia instalada de 31.2 MW, siendo actualmente la disponibilidad de 15.7 MW como potencia efectiva y 17.4 MW de potencia nominal.

La reducción de disponibilidad de energía ocasiona por un decremento en la cantidad y calidad que el Sistema Nacional Interconectado suministra a los usuarios finales, es motivo para seccionar y mantener los sectores más importantes del país con el suministro de energía.

El Levantamiento de los Procesos de Mantenimiento así como Formatos para el Registro de estas actividades, proporcionaran una fuente de información estadística, la cual es importante para la predicción de fallas.

Si incluimos un Sistema de Gestión de Mantenimiento el mismo que esta asistido por computador, el cual, nos permite mejorar dicha Gestión de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo, lograremos trabajar de una manera eficiente con miras al Mantenimiento Productivo Total.

Al entregar esta información al Personal de Mantenimiento una herramienta importante como es los Procesos para ejecutar las Acciones de Mantenimiento, siendo estos predictivos, preventivos y correctivos, esto lograra incrementar confiabilidad y disponibilidad de la Central Termoeléctrica Guangopolo.

En el presente trabajo se detalla el estudio acerca del Levantamiento de los Procesos de Mantenimiento siendo cabecera fundamental para la Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es indispensable para el desarrollo de un país, es por ello, que nuestro país cuenta con centrales de generación eléctrica, tanto térmicas como hidráulicas. Ningún activo debe descuidar su mantenimiento, para garantizar la mayor disponibilidad para la producción de bienes y/o servicios.

Imaginémonos la gran cantidad de máquinas y equipos que constituyen una central de generación eléctrica, y a las que debemos dar un adecuado mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo planeados y programados. Los diferentes modelos de mantenimiento obedecen a criterios de costo, estado y oportunidad, sin afectar mayormente al flujo normal de la producción, en este caso de generación de energía eléctrica.

En toda central de generación eléctrica, se busca ser más eficiente en las diferentes áreas que la conforman, por cuanto, en el Área de Mantenimiento, se ve la necesidad de alcanzar un alto nivel de disponibilidad y confiabilidad, tanto en las instalaciones y equipos constituyentes de la central, así como el personal de Operaciones y Mantenimiento.

La Presente Tesis describe el levantamiento de procesos así como la implementación de un sistema de gestión de calidad para la Central Térmica de Guangopolo.

1.2. ANTECEDENTES

La Unidad de Negocio TERMOPICHINCHA se encamina con firmeza y determinación a convertirse a mediano plazo en una Unidad líder en generación térmica, geográficamente expandida y diversificada, con fuentes de generación renovables y no renovables, retos que se basan en una planeación estrategia de CELEC EP y con el compromiso y trabajo en equipo de todos los colaboradores de la Unidad.

Entre uno de sus factores claves de éxito, está la gestión de calidad que ha sido definida como parte importante de su misión y visión, que busca la satisfacción y fidelidad de sus clientes ofreciéndoles energía eléctrica activa y reactiva en las mejores condiciones de calidad técnica cumpliendo con los requisitos aplicables. La calidad en nuestra organización es un elemento diferenciador e identificable a través del mapa de procesos para garantizar sus resultados de manera consistente y sostenible y con una visión permanente hacia la mejora continua de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, de todos los procesos de la Unidad de Negocio.

El balance de su Gestión en los últimos años ha sido altamente satisfactorio, al haberse conseguido un nivel de cumplimiento de la estrategia corporativa, definida y establecida por la Alta Dirección, superiores al 90%. Por otro lado, todas las iniciativas emprendidas para cada uno de los macro procesos, tienen un saldo positivo, como resultado, uno de los principales logros que se alcanzaron durante el año 2009, fue la obtención de la certificación del Sistema de Gestión de Calidad de la Unidad de Negocio, bajo la Norma Internacional ISO 9001:2008, lo que los convierte en un referente en gestión de calidad del sector eléctrico.

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Central de Generación Térmica Guangopolo viene realizando su actividad en generación comercial desde abril de 1977. Cuenta con una potencia instalada de

31.2 MW, siendo actualmente la disponibilidad de 15.7 MW como potencia efectiva y 17.4 MW de potencia nominal.

La carencia de fichas de procesos y procedimientos para realizar los mantenimientos preventivos como correctivos, así como; el registro de estas acciones evita el levantamiento de datos estadísticos que son importantes para poder realizar una predicción de posibles fallas. Este tipo de falencias han dado como resultado paras en las unidades de generación fuera de cronograma.

Esta reducción de disponibilidad de energía ocasiona un decremento en la cantidad y calidad que el Sistema Nacional Interconectado suministra a los usuarios finales; motivando a la toma de decisiones para seccionar y mantener los sectores más importantes del país con el suministro de energía.

La demanda eléctrica actual y futura será ascendente, por la calidad de vida, avances en la tecnología, etc., por lo cual es fundamental que la infraestructura técnica se encuentre en óptimas condiciones para garantizar la potencia máxima efectiva instalada como suministro.

Para esto se debe reorganizar las labores de mantenimiento de toda la infraestructura técnica para que permita contar con altos índices de disponibilidad y confiabilidad de la central de generación, descartando del cronograma aquellas que producen tiempos improductivos.

De lo anteriormente expuesto nace la necesidad de aplicar la Norma PAS – 55, para realizar la Optimización de la Eficiencia de Activos, abarcando un conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere la generación eléctrica eficiente con unos gastos mínimos.

INGENIERÍA DE LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA		
ENTRADA	CENTRAL TERMOELÉCTRICA	SALIDA
<p>Procesos de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Basados en Manual Mitsubishi MAN del año 1977. <p>Registro de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Formatos no describen de manera formal las observaciones del Mantenimiento. <p>Disponibilidad de Funcionamiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los motores tienen aproximadamente un 95% de su disponibilidad. <p>Labor de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> El Cronograma de Mantenimiento es diseñado conforme las horas que se encuentra en funcionamiento las máquinas. 	<p>Procesos de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contiene equipos y herramientas a utilizar, tiempo empleado por subproceso y especificaciones para su realización. <p>Registro de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contiene Observaciones, insumos y repuestos utilizados así como la descripción del proceso realizado. <p>Sistema de Gestión de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Norma PAS 55: Optimización de la Eficiencia de Activos. <p>Software de Mantenimiento</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Contiene Formatos y Registro de los Mantenimientos practicados en las Unidades. 	<p>Horas de Generación</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las horas de generación no son las horas establecidas en el Cronograma de Generación por CENACE. <p>Eficiencia de Unid. Generación</p> <p>Limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuentan con una eficiencia de $17 \frac{KWH}{gal}$ <p>Siendo esta las con las que se la evalúan en la Central.</p>

Tabla 1.3.1. Definición del Problema.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar los Procesos para la Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento para los Motores Mitsubishi Modelo MAN V9V 40/54, en la Central de Generación Térmica Guangopolo; de la Corporación Eléctrica Estatal (CELEC EP).

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el proceso de Generación Termoeléctrica.
- Reconocer las unidades de Generación Termoeléctrica.
- Recopilar información de componentes con más susceptibles a fallas.
- Analizar los principios básicos del mantenimiento industrial.
- Analizar el Sistema de Mantenimiento actual de la Central.
- Levantar los procesos de Mantenimiento para la Central.
- Realizar formatos de registro de mantenimientos.
- Realizar el manual del Sistema de Gestión de Mantenimiento.
- Crear la biblioteca documental de la Información Levantada.
- Implementar el Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Central.
- Analizar los resultados obtenidos luego de la Implementación.
- Validación del Sistema de Gestión de Mantenimiento en la Central.
- Análisis Económico y Financiero.

1.5. ALCANCE

El presente Proyecto tiene como alcance la elaboración de la documentación necesaria para:

1. Levantamiento de los procesos de mantenimiento para la Central de Generación Termoeléctrica Guangopolo para los motores de Generación Mitsubishi MAN V9V 40/54.
2. Implementación de un sistema de Gestión de Mantenimiento para la Central de Generación Termoeléctrica Guangopolo para los motores de Generación Mitsubishi MAN V9V 40/54 en el Software MANTTER.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Toda Central de Generación Térmica que realice un mantenimiento reactivo tiene poco control sobre sus activos, por lo tanto; es esencial desarrollar las tareas de mantenimiento para maximizar la eficiencia de los mismos y su impacto en las operaciones y el rendimiento organizacional.

Actualmente CELEC EP, está realizando el Overhaul mayor de los 5 motores Mitsubishi MODELO MAN V9V 40/54, bajo gestión propia en sus talleres, que de acuerdo al cronograma, estarán concluidos aproximadamente para el mes de agosto del 2011.

Revisados los archivos históricos del mantenimiento de los 5 motores, se encontró información basado en recomendaciones del fabricante. Con el overhaul practicado, las condiciones operacionales de los motores recuperan su performance nominal. Es necesario establecer las nuevas periodicidades de las acciones de mantenimiento, programas y gestión de mantenimiento.

Es por ello que se ve en la necesidad de implantar la Optimización de Eficiencia de sus Activos, fundamental para tener un proceso que utilice de forma adecuada la información de sus activos. Captar y documentar la información desde una perspectiva operativa e histórica, es un componente clave en un programa de gestión de activos de éxito.

Esta información permitirá que la organización equilibre el rendimiento máximo con el mantenimiento cuyas periodicidades permitan un costo mínimo de mantenimiento y la máxima utilización de la vida útil de sus componentes. Integrar la información correcta en un proceso de decisión es un eslabón crítico para lograr una operación de primer nivel.

Aplicando el concepto AEO (Organización Eficiente de Activos) ayuda a transformar la gestión de activos en una ventaja competitiva. Para alcanzar los

objetivos de rendimiento colectivos de la empresa, se debe definir los requisitos de rendimiento para cada equipo de la planta.

El plan debe tomar en cuenta un nivel de claridad, concisión y precisión adecuada, un análisis de todo el sistema y también debe incluir una transición de un mantenimiento principalmente reactivo a una adecuada de mantenimiento proactivo, predictivo.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. CENTRALES GENERADORAS TERMOELÉCTRICA

Una Central Termoeléctrica, es una instalación del tipo industrial, la cual, es empleada para la Generación de Energía Eléctrica, donde la Energía liberada en forma de calor se la obtiene de la combustión de derivados del petróleo, como gas natural, carbón o fuel-oíl, obteniendo así la transformación a Energía Calorífica. Este tipo de energía es empleada en un ciclo termodinámico convencional para mover un generador y producir Energía Eléctrica.

2.1.1. PRINCIPIO FÍSICO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un Motor de Combustión Interna es el encargado de realizar una transformación de energía. Siendo esta transformación de energía térmica, la que se obtiene mediante un combustible que arde dentro de una cámara de combustión a una energía mecánica, por medio de elementos mecánicos que constituyen al motor.

La energía mecánica proveniente del motor, es transferida por medio de un eje hacia el rotor del generador, el mismo que al momento de su rotación, genera un campo magnético dentro de la carcasa del mismo.

Una vez generado este campo magnético, se logra la transformación de energía mecánica a energía eléctrica, obteniendo así la Generación de Energía Eléctrica, siendo este el objetivo principal de una Central Termoeléctrica que emplea un Motor de Combustión Interna.

En el proceso de Generación de Energía Eléctrica podemos encontrar los siguientes subprocesos:

GENERACIÓN DE VAPOR		
ENTRADA	PROCESO	SALIDA
COMBUSTIBLE, ACEITE, AIRE, AGUA	MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	ENERGÍA MECÁNICA
<ul style="list-style-type: none"> • Presión de Combustible • Temperatura de Combustible • Presión Aceite • Presión de Aire • Presión de Agua • Temperatura de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Presión Aceite • Temperatura de Aceite • Presión de Aire • Presión de Agua • Temperatura de Agua 	<ul style="list-style-type: none"> • RPM • Presión Aceite • Presión de Aire • Presión de Agua • Temperatura de Agua
TRANSFORMACIÓN DE E. ELÉCTRICA A E. ELÉCTRICA		
ENTRADA	PROCESO	SALIDA
ENERGÍA MECÁNICA	GENERADOR SINCRÓNICO	ENERGÍA ELÉCTRICA
<ul style="list-style-type: none"> • RPM 	<ul style="list-style-type: none"> • RPM • Frecuencia • Voltaje • Amplitud • Amperios 	<ul style="list-style-type: none"> • RPM • Frecuencia • Voltaje • Amplitud • Amperios

Tabla 2.1.1.1. Subprocesos de una Central Termoeléctrica.

2.1.2. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Un motor de combustión interna es una máquina realiza la transformación de energía calórica a energía mecánica por medio de la combustión de derivados del petróleo.

Dentro de estos se diferencian dos tipos de motores que son:

- **Motor a Gasolina.-** En estos de motores se inyecta una mezcla de aire combustible dentro de la cámara de combustión para ser incendiados por medio de una chispa que es producida por una bujía.
- **Motor a Gasolina.-** En estos motores se comprime el aire dentro de la cámara de combustión, logrando así elevar la temperatura del aire. En ese momento se inyecta el combustible dentro de la cámara para ser combustionada ésta mezcla.

Obteniendo este calor generado por la combustión de la mezcla aire combustible, el motor, por su diseño, la transforman en energía mecánica, dando como resultado así el movimiento giratorio que conocemos.

2.1.2.1. MOTOR DIESEL

El Motor Diesel es una máquina térmica de combustión interna alternativa, al mismo que se lo conoce de esta manera, puesto que el combustible que utiliza para la combustión es Diesel. Donde el encendido del combustible se logra a través de la temperatura elevada que se genera por la compresión del aire en el interior del cilindro, siendo este el principio del ciclo de funcionamiento del Motor Diesel.

2.1.2.1.1. CICLO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL

El Ciclo de un Motor de Combustión Interna Diesel cuenta con 4 sucesos o tiempos que son:

- Admisión
- Compresión
- Inyección
- Escape.

A continuación se detalla cada uno de estos procesos antes mencionados en la siguiente Tabla:

No	PROCESO	DESCRIPCIÓN
1	ADMISIÓN	<p>En la de admisión, el pistón se desplaza hacia abajo, generando un vacío dentro del cilindro logrando así absorber el aire hacia la cámara de combustión.</p> <p>En este punto la válvula de admisión se encuentra abierta</p>
2	COMPRESIÓN	<p>En la fase de compresión, en que el pistón se desplaza hacia se arriba, comprimiendo el aire a una fracción de su volumen original, lo cual produce un incremento en la temperatura de hasta unos 850 °C.</p> <p>En este punto, tanto la válvula de admisión así como la de escape se encuentran cerradas.</p>
3	INYECCIÓN	<p>En la fase de inyección, se produce cuando el pistón se encuentra próximo a terminar su carrera de compresión, en este punto, se inyecta el combustible a gran presión mediante un inyector, el cual, atomiza al combustible dentro de la cámara de combustión, produciéndose la inflamación a causa de la alta temperatura del aire.</p> <p>En este punto, tanto la válvula de admisión así como la de escape se encuentran cerradas.</p> <p>EXPANSIÓN.- En la fase de expansión, la combustión empuja el pistón, desplazándolo hacia abajo, transmitiendo la fuerza longitudinal al cigüeñal a través de la biela, transformándose en fuerza de giro par motor.</p> <p>En este punto, tanto la válvula de admisión así como la de escape se encuentran cerradas.</p>
4	ESCAPE	<p>En la fase de escape, cuando vuelve el pistón se desplaza hacia arriba, logrando así eliminar los gases producto de la combustión.</p> <p>En este punto la válvula de escape se encuentra abierta.</p>

Tabla 2.1.2.1.1.1. Ciclo del Motor de Combustión Interna Diesel.

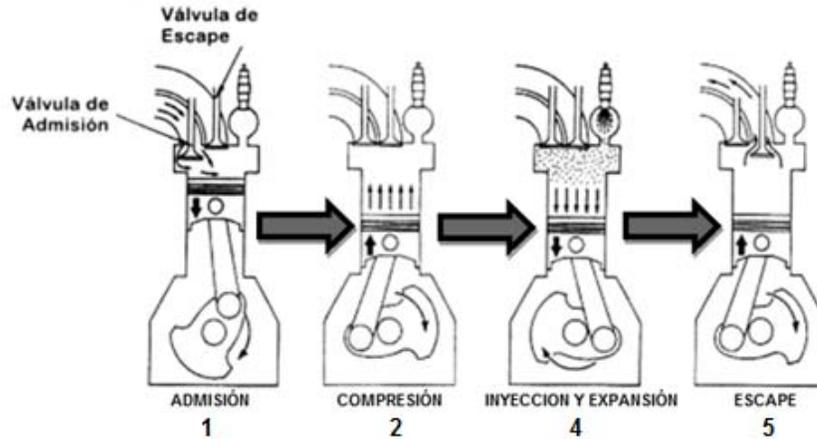


Figura 2.1.2.1.1.1. Funcionamiento de un Motor 4 Tiempos Diesel.¹

2.1.2.1.2. ELEMENTOS Y COMPONENTES MÁS IMPORTANTES

Un Motor Diesel cuenta con los siguientes componentes más importantes se resumen en la siguiente Tabla:

ELEMENTOS FIJOS		
No	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
1	Bloque	Es la estructura básica del motor, en el este se encuentran alojados cilindros, cigüeñal, árbol de levas, etc. El resto de partes del motor se montan en él. Comúnmente son fabricados en fundición de hierro o aluminio. Existen configuraciones para la ubicación de los cilindros, pudiendo ser en línea o en forma de V. Contiene aberturas para alojar los cilindros, varillas de empuje del mecanismo de válvulas, conductos del refrigerante, los ejes de levas, apoyos de los cojinetes de bancada y en la parte superior lleva unos taladros donde se sujeta el conjunto de culata.
2	Culata	Elemento del motor que cierra los cilindros por la parte superior. Pueden ser de fundición de hierro o aluminio. Sirve de soporte para otros elementos del motor como son: Válvulas, Balancines, Inyectores, etc. Lleva los orificios de los tornillos de apriete entre la culata y el bloque, además de los de entrada de aire por las válvulas de admisión, salida de gases por las válvulas de escape, entrada de combustible por los inyectores, paso de varillas de empujadores del árbol de balancines, pasos de agua entre el bloque y la culata para refrigerar, etc.

¹ Obert Edward F.; Motores de Combustión, Interna Análisis y Aplicaciones, CECSA, Vigésimo sexta reimpresión, México, 2000

3	Bomba de Aceite	Se encuentra ubicada en el cárter del aceite. Su objetivo es bombear aceite para lubricar cojinetes y partes móviles del motor. La bomba es mandada por un engranaje, desde el eje de levas hace circular el aceite a través de pequeños conductos en el bloque.
4	Bomba de Agua	Su objetivo es de mantener refrigerado al motor por medio de un líquido refrigerante cuando este circula a través del bloque del motor, culata, radiador etc. La circulación de refrigerante a través del radiador trasfiere el calor del motor hacia el aire que circula entre las celdas del radiador. Un ventilador que es accionado por el propio motor hace circular el aire a través del radiador.
5	Bomba de Inyección	<p>Componente mecánico que tiene por objetivo dosificar la cantidad de combustible en función de la velocidad de rotación del motor y de las condiciones de carga, así como enviarlo en el instante preciso a los inyectores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inyector.- Es un dispositivo que se encarga de pulverizar e introducir el combustible gradualmente en la cámara de combustión. La pulverización se genera al momento de recibir un fluido a alta presión proveniente de la bomba, el cual sale por una boquilla a alta velocidad y baja presión convirtiendo su energía potencial en energía cinética. En esta zona de baja presión se mezcla con el fluido que se quiere bombear y le imparte energía cinética.
ELEMENTOS MÓVILES		
No	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
6	Cigüeñal	Componente mecánico que permite el cambio de movimiento alternativo a un movimiento rotativo. Se encuentra montado en los cojinetes principales del bloque, los cuales están lubricados. El cigüeñal contiene una serie de pequeñas manivelas, una por cada pistón. El radio del cigüeñal define la distancia que la biela y el pistón puede moverse. Dos veces este radio es la carrera del pistón.
7	Árbol de Levas	Elemento mecánico formado por un eje en el que se colocan distintas levas, que pueden tener distintas formas y tamaños y estar orientadas de diferente manera, siendo un programador mecánico. En los motores de combustión interna, se encarga de regular la apertura y el cierre de las válvulas, permitiendo la admisión y el escape de gases en los cilindros.
8	Brazo de Biela	Elemento mecánico que se encuentra sometido a esfuerzos de tracción o compresión; es el encargado de transmitir el movimiento articulando a otras partes de la máquina. En un motor de combustión interna conectan el pistón al cigüeñal, son un elemento básico en los motores de combustión interna y en los compresores alternativos. Se diseñan con una forma específica para conectarse entre las dos piezas, el pistón y el cigüeñal. El material del que están hechas es de una aleación de acero, titanio o aluminio. En la industria automotor todas son producidas por forjamiento, pero algunos fabricantes de piezas las hacen mediante maquinado.

9	Pistón	Es un émbolo que se ajusta al interior de las paredes del cilindro mediante aros flexibles llamados segmentos o anillos. Efectúa un movimiento alternativo, obligando al fluido que ocupa el cilindro a modificar su presión y volumen o transformando en movimiento el cambio de presión y volumen del fluido.
10	Válvula	Las válvulas pueden ser de admisión y escape, las cuales abren y cierran las lumbreras de dichos compartimientos en el momento oportuno de cada ciclo. La válvula de admisión respecto a la válvula de escape, suele ser de mayor tamaño.
11	Engranaje de Distribución	Encargado de conducir los accesorios y mantener la rotación del cigüeñal, árbol de levas, eje de leva de la bomba de inyección ejes compensadores en la relación correcta de desmultiplicación. El engranaje del cigüeñal es el engranaje motriz para el resto que componen el tren de distribución, por lo que deben de estar sincronizados entre sí, de esta forma coincidirán las marcas que llevan cada uno de ellos.
12	Anti-Vibradores	<p>Se originan dos tipos de vibraciones: verticales y torsionales, a consecuencia de las fuerzas creadas por la inercia de las piezas giratorias y de la fuerza desarrollada en la carrera de explosión. Estas vibraciones, al momento de diseñar un motor, se las debe evitar. Al no eliminar todas las vibraciones, se emplean otros medios para compensarlas o amortiguarlas, como son: Ejes compensadores y Amortiguadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ejes compensadores.- Un motor de cuatro cilindros, así como uno de ocho en V de 60°, cuenta con brazos del cigüeñal que se encuentran dispuestos en un mismo plano, estos se ven afectados con un desequilibrio inherente producido por el desplazamiento del centro de gravedad de las piezas móviles durante las cuatro carreras del pistón. Para ello se emplea los ejes compensadores que van calados en la distribución, de forma que originen una fuerza igual y contraria a la que se produce al desplazarse el centro de gravedad de las piezas móviles, anulándose sus efectos ● Amortiguadores.- En todos los motores se producen las vibraciones torsionales, esta se genera por la torsión momentánea debida a la fuerza desarrollada en la carrera de explosión y su recuperación en el resto del ciclo. Puesto que el Volante de Inercia es diseñado con suficiente tamaño y masa, para que su inercia mantenga un giro uniforme para absorber la energía en los impulsos giratorios, no evita que el cigüeñal se retuerza en esos momentos de aceleración. Para contrarrestar esta acción se utiliza un amortiguador de vibración, que tiene por objetivo crear una fuerza torsional igual y de sentido contrario a la que sufre en el instante de la explosión, para que sus efectos se anulen.

Tabla 2.1.2.1.2.1. Componentes Principales del Motor Diesel.

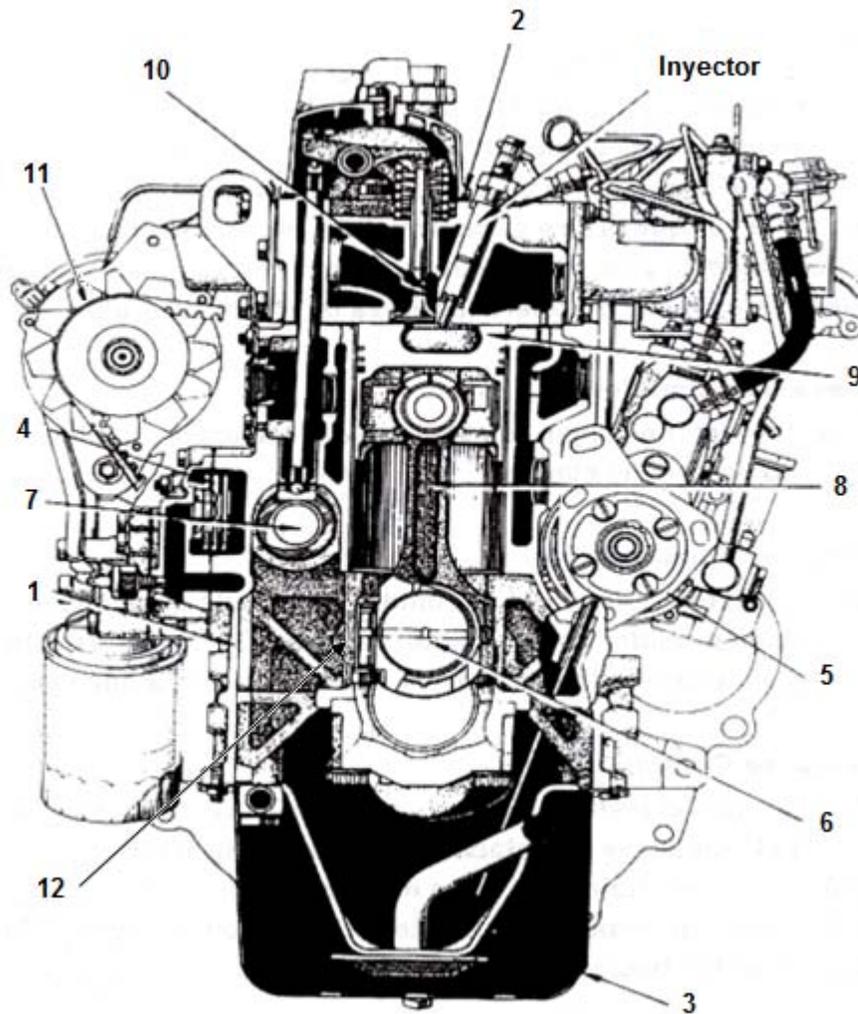


Figura 2.1.2.1.2.1. Motor de Combustión Interna Diesel.²

2.1.3. GENERADORES

Un generador eléctrico es máquina que tiene por objetivo transformar la energía mecánica en eléctrica. Dicha transformación se logra por la acción de un campo magnético sobre conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura definida como estator.

El generador sincrónico es una máquina en la cual la velocidad promedio a la cual se encuentra girando el rotor, es directamente proporcional a la frecuencia del sistema eléctrico a la cual se conecta.

² <http://safety.cat.com/cda/layout?m=133362&x=9>

Frecuencia en Generador Síncrono

$$f = \frac{Pxn}{120}$$

Donde:

P = Número de Polos

n = Revoluciones por Minuto.

2.1.3.1. ELEMENTOS Y COMPONENTES MÁS IMPORTANTES

Los principales componentes de un generador de corriente alterna son los que se muestran a continuación:

- 1. ESTATOR.-** Un estator la parte fija de una máquina rotativa, esta alberga una parte móvil; en los motores eléctricos, el estator está compuesto por un imán natural (en pequeños motores de corriente continua) o por una o varias bobinas montadas sobre un núcleo metálico que generan un campo magnético.

Las partes principales son (Ver Figura 2.1.3.1.1.):

- a. Carcasa
 - b. Escudos
 - c. Rodamientos
 - d. Eje
 - e. Bornera, entre otros.
- 2. Rotor.-** El rotor es el componente que gira o rota dentro de una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico.

El rotor está formado por un eje que soporta un juego de bobinas arrolladas sobre un núcleo magnético que puede girar dentro de un campo magnético

creado bien por un imán o por el paso por otro juego de bobinas, arrolladas sobre unas piezas polares, que permanecen estáticas y que constituyen lo que se denomina estator de una corriente continua o alterna, dependiendo del tipo de máquina de que se trate. (Ver Figura 2.1.3.1.1.).

Para generar un campo magnético sobre el rotor, se usan polos que son conformados de laminaciones de hierro magnético con conductores de cobre arrollados alrededor del hierro, estos polos están excitados por una corriente directa. Los polos del rotor se arreglan por pares localizados o separados 180° .

En el rotor se encuentran ubicadas las bobinas del devanado de campo que inducen el voltaje en el devanado de armadura, en donde se encuentran las bobinas que determinan si el generador es monofásico o trifásico.

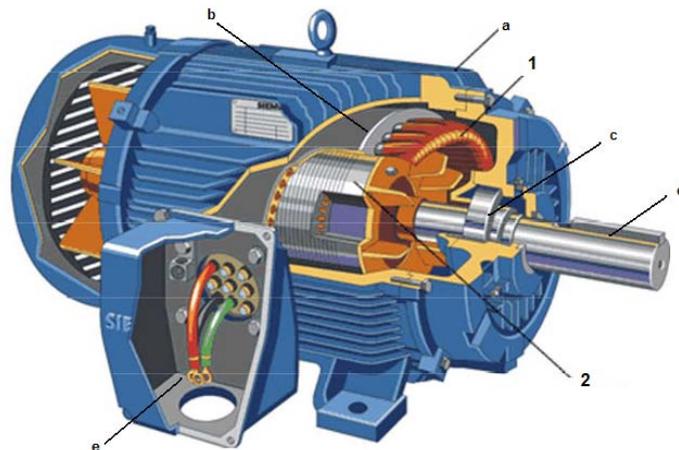


Figura 2.1.3.1.1. Partes de un Generador Eléctrico.³

2.2. TRIBOLOGÍA

La tribología se define como la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento.

³ <http://www.tuveras.com/maquinaasincrona/motorasincrono1.htm>

- **Lubricante.-** El lubricante es una sustancia que introducida entre dos superficies móviles reduce la fricción entre ellas, facilitando el movimiento y reduciendo el desgaste. El lubricante cumple variadas funciones dentro de una máquina o motor, entre ellas disuelve y transporta al filtro las partículas fruto de la combustión y el desgaste, distribuye la temperatura desde la parte inferior a la superior actuando como un refrigerante, evita la corrosión por óxido en las partes del motor o máquina, evita la condensación de vapor de agua y sella actuando como una junta determinados componentes.

CLASIFICACIÓN API	
CA	Para servicio de motores diesel de trabajo ligero, combustible de alta calidad.
CB	Para servicio de motores diesel de trabajo ligero, combustible de baja calidad.
CC	Para servicio de motores diesel y gasolina.
CD	Para servicio de motores diesel.
CD II	Para servicio de motores diesel de 2 tiempos.
CE	Para servicio de motores diesel de trabajo pesado.
CF-4	Para servicio en motores diesel de trabajo pesado de 4 tiempos.
CF	Para servicio típico de motores diesel de 4 tiempos de inyección.
CF-2	Para servicio de motores diesel de 2 tiempos.
CG-4	Para servicio de motores diesel 4 tiempos de alta velocidad.

Tabla 2.2.1. Sistema de Clasificación API para aceites de Motor Diesel.

PROPIEDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES	
Color	Cuando observamos un aceite lubricante a través de un recipiente transparente el color nos puede dar idea del grado de pureza o de refinado.
Densidad	La densidad de un aceite lubricante se mide por comparación entre los pesos de un volumen determinado de ese aceite y el peso de igual volumen de agua destilada, cuya densidad se acordó que sería igual a 1 (UNO), a igual temperatura.
Viscosidad	Es la resistencia que un fluido opone a cualquier movimiento interno de sus moléculas, dependiendo por tanto, del mayor o menor grado de cohesión existente entre estas.
Índice de Viscosidad	Se entiende como índice de viscosidad, el valor que indica la variación de viscosidad del aceite con la temperatura.
Untuosidad	La untuosidad es la propiedad que representa mayor o menor adherencia de los aceites a las superficies metálicas a lubricar y se manifiesta cuando el espesor de la película de aceite se reduce al mínimo, sin llegar a la lubricación límite.
Punto de Inflamación	El punto de inflamación de un aceite lo determina la temperatura mínima a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una llama.
Punto de Combustión	Si prolongamos el ensayo de calentamiento del punto de inflamación, notaremos que el aceite se incendia de un modo más o menos permanente, ardiendo durante unos segundos, entonces es cuando se ha conseguido el punto de combustión.
Punto de Congelación	Es la temperatura a partir de la cual el aceite pierde sus características de fluido para comportarse como una sustancia sólida.
Acidez	Los diferentes productos terminados, obtenidos del petróleo bruto pueden presentar una reacción ácida o alcalina.
Índice de Basicidad T.B.N.	Es la propiedad que tiene el aceite de neutralizar los ácidos formados por la combustión en los motores. El T.B.N. (Total Base Number) indica la capacidad básica que tiene el aceite. Si analizamos un aceite usado el T.B.N residual nos puede indicar el tiempo (en horas) que podemos prolongar los cambios de aceite en ese motor.
Demulsibilidad	Es la mayor o menor facilidad con que el aceite se separa del agua, ésto es, lo contrario de emulsibilidad.

Tabla 2.2.2. Propiedades de los Aceites Lubricantes.⁴

⁴ Fuente: <http://members.fortunecity.es/100pies/Lubricantes/lubricantes2.htm>

2.3. COMBUSTIBLE DIESEL - BUNKER

Combustible un material que es capaz de liberar energía cuando se oxida de forma violenta por el desprendimiento de calor. Supone la liberación de una energía de su forma potencial, siendo esta energía química, a una forma utilizable sea directamente, pudiendo ser esta energía térmica o esta energía mecánica.

- **Diesel.-** El combustible Diesel en general es cualquier combustible líquido utilizado en motores diesel, siendo este un producto de la destilación fraccionada del aceite de combustibles derivados del petróleo. Posee un elevado poder calorífico y excelentes propiedades de combustión lo que permite obtener una buena economía de combustible. Además, el Diesel Mediano presenta un bajo contenido de cenizas.

Es utilizado en todos los motores de combustión interna de encendido por compresión que operen a alta velocidad, como los encontrados en camiones, tractores y equipos de construcción en general. También se usa como combustible de turbinas a gas, en quemadores industriales y calderas.

- **Bunker.-** El Bunker es un combustible residual que se obtiene de la destilación y refinación de los hidrocarburos, generalmente tiene un precio bajo por esa condición (residuo), es por esto que se prioriza su uso en aplicaciones donde el consumo de energía es importante, como las aplicaciones navales, la generación eléctrica, etc.

PROPIEDADES	BUNKER	DIESEL
Numero de Átomos de Carbono por Molécula	C25 – C35	C15 – C23
Densidad	0,96 - 0,99 g/cm ³	0,9 g/ml
Punto de Ebullición	370°C	150°C
Calor Específico	10000 Cal/Kg	11000 Cal/Kg
Viscosidad	300-800 cSt	2.0 – 4.0 cSt

Tabla 2.3.1. Poder Calorífico de Combustibles.

2.4. INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

La Ingeniería en Mantenimiento se define como la ejecución de actividades de campo y de taller relacionadas con equipos, maquinas, herramientas o instalaciones industriales, para mantener a un activo físico o sistema cumpliendo sus funciones a un nivel estipulado con anterioridad.

Aplica e interpreta, con carácter científico, los resultados de la experiencia y la investigación en la conservación del equipo.

2.2.1. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El Mantenimiento Predictivo se encarga de determinar del estado de la máquina en operación. El concepto se basa en que las máquinas mostraran un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

Estos síntomas que se presentan, se los puede predecir mediante ensayos no destructivos, como pueden análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc.

2.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento Preventivo es el encargado de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive los componentes de una instalación.

Con esta consideración, se diseña el Cronograma de Mantenimiento, tomando en cuenta las frecuencias de uso en maquinaria, equipos e instalaciones, realizando acciones como: ajustes, reparaciones, cambios de sub-ensambles, cambio de partes, cambios de aceite y lubricantes, etc., que se consideran importante realizar para evitar fallos.

2.2.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El Mantenimiento Correctivo es el encargado de la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan en la maquinaria, equipos e instalaciones. Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo:

- El Mantenimiento Correctivo No Programado, supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse.
- El Mantenimiento Correctivo Programado o Planificado, supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en la instalación operante, puesto que si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa.

Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

2.5. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento se ve a todas aquellas actividades de diseño, planificación, control destinadas a minimizar todos los costes asociados al mal funcionamiento de los equipos

Entre estas actividades se incluyen, estudios acerca de la renovación de equipos, la modificación de la instalación, para el incremento de la Fiabilidad así como la Flexibilidad de su funcionamiento, la formación de personal de Mantenimiento y Operación, para la toma de decisiones en sus campos ya antes señalados.

2.5.1. PLANIFICACIÓN Y CONTROL

La Planificación y Control dentro de la Gestión de Mantenimiento nos permite programar las acciones de mantenimiento a mediano y largo plazo, para una eficaz dirección a la industria.

Son varios los beneficios que se llega a alcanzar por medio de un Cronograma establecido de para las acciones de Mantenimiento. Dentro de la Planificación y Control del Área de Mantenimiento, podemos acotar alguno de estos tales como:

- Menor consumo de horas hombre
- Disminución de inventarios
- Menor tiempo de parada de equipos
- Mejora el clima laboral en el personal de mantenimiento
- Mejora la productividad (Eficiencia x Eficacia)
- Ahorro en costos

La planificación de todas las actividades se pueden hacer con antelación para evitar tiempos de espera de repuestos o de personal. Además, la repercusión en las operaciones se puede gestionar con eficacia para cumplir los objetivos de rendimiento de la empresa. Se puede mantener un programa permanente (generalmente seis semanas de antelación o más) para optimizar los recursos y el rendimiento. Esto permite nivelar los recursos y ofrece la posibilidad de planificar y gestionar correctamente todo el trabajo de mantenimiento.

2.5.2. ORGANIZACIÓN (ORGÁNICO ESTRUCTURAL)

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo, es para la optimización de la disponibilidad de la maquinaria, equipos e instalaciones.

Esta organización estaría constituida por un Jefe de Mantenimiento, como responsable máximo del departamento. De él dependería el personal directo, agrupado en dos categorías: Oficiales y Ayudantes. Los demás Departamentos como Calidad, Seguridad y Medioambiente darían apoyo al Jefe de Mantenimiento, pero sin depender de este, ni jerárquicamente ni funcionalmente.

Este tipo de organización se lo simplifica en esta figura:

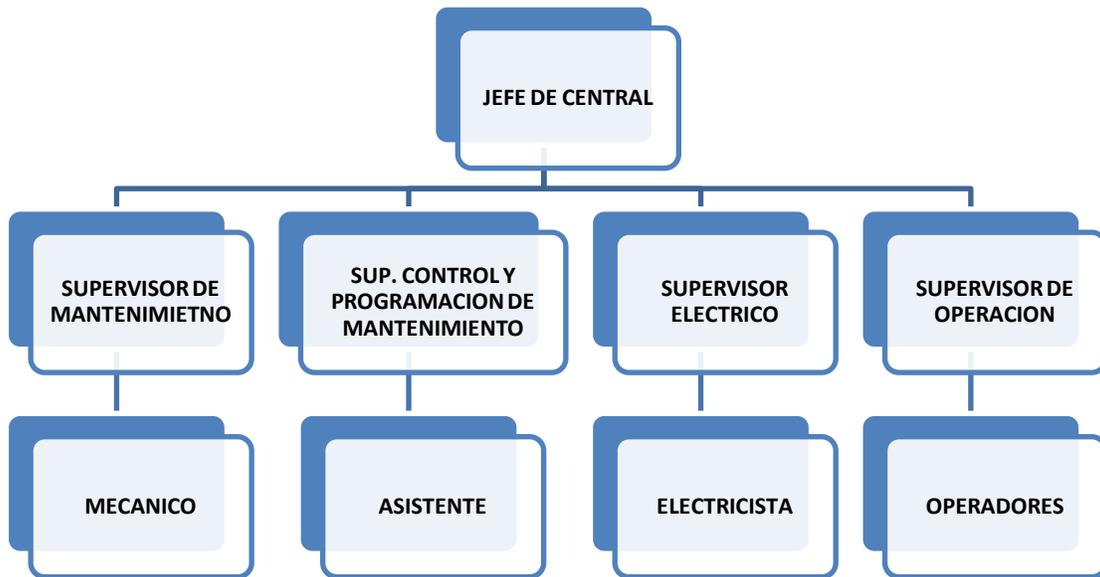


Figura 2.5.2.1. Organigrama Básico para el Mantenimiento utilizado en la Central Termoeléctrica Guangopolo.⁵

Con este tipo de organigrama, se logra abarcar de manera global al departamento y dando las funciones Jerárquicas en el Departamento de Mantenimiento. Es importante señalar que conforme los avances dentro de las instalaciones demanden un mayor número de personal se recomienda seguir esta estructura base para crear los nuevos puestos, tanto para apoyo de estas operaciones así como para la facilitar la gestión del Departamento.

2.5.3. EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

La Ejecución del Programa de Mantenimiento cubre la realización de las labores de mantenimiento. La ejecución del trabajo requiere:

- Personal debidamente entrenado para cada tarea
- Órdenes de trabajo con la información apropiada para ejecutar el trabajo con precisión

⁵ Fuente: Central Termoeléctrica Guangopolo.

- Información del campo para describir adecuadamente el trabajo realizado y la condición detectada.

Este elemento también incluye la necesidad de pruebas posteriores al mantenimiento, consistentes en probar funcionalmente los equipos antes de ponerlos de nuevo en servicio. La parte final de la ejecución de trabajo es vital para una optimización continua del programa de mantenimiento, ya que el historial de mantenimiento se retroalimentara, contando con información valiosa para posteriores mantenimientos.

2.5.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

El análisis del Sistema de Mantenimiento es muy importante, puesto que aquí es donde se realiza la medición, evaluación y retroalimentación del Sistema. Con esto logramos controlar:

- Falencias en el Sistema de Mantenimiento.
- La condición de la planta después de las Acciones de Mantenimiento.
- Rebajar el coste de mantenimiento.
- Modernización del sistema de gestión de mantenimiento mediante una aplicación de software de mantenimiento, el cual permita almacenar la información.
- La información generada debe recogerse para poder analizarse y tomar las decisiones oportunas.

CAPÍTULO 3

NORMA PAS 55

3.1. NORMA PAS 55

La Norma **PAS 55:2008** trata de la **GESTIÓN DE ACTIVOS** en donde se direcciona a la Generación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento que sea específico para una empresa, que este pueda ser auditable en referencia a estándares reconocidos internacionalmente, que su implementación sea sustentable en el largo plazo y no dependa de modas o iniciativas particulares situacionales.

El concepto de la Norma **PAS 55:2008** es la: “Especificación British Estándar Disponible al Público para la Gestión Optimizada de Activos Físicos (Public Available Specification), esta provee las definiciones claras y la Especificación de 28 requerimientos para establecer y auditar un Sistema de de Gestión Integrado a lo largo del Ciclo de Vida para todo tipo de Activo Físico”⁶. La **NORMA PAS 55** aplica a cualquier institución sea pública o privada, regulada o no regulada, que tenga una alta dependencia en infraestructura o equipos físicos.

El lineamiento para trabajar en base a la **NORMA PAS 55**, es de acuerdo a La Gestión de Activos, la cual se define según **PAS 55:2008** como: “Conjunto de actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera optima y sustentable sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgo y gastos a lo largo de sus ciclos de vida, con el fin de lograr su plan estratégico organizacional”.⁷

⁶ British Standard Institute PAS 55:2008 Gestión de Activos Parte 1-2, ISBN: 978-0-9563934-0-1

⁷ Ibidem, p. 6

3.1.1. ASPECTOS GENERALES

La **NORMA PAS 55** (Public Available Specification) se aplica cuando la organización es dependiente de la función de sus activos para la entrega de sus servicios o productos; donde el éxito de una organización está significativamente influenciado por el desempeño de sus activos. Dentro de los beneficios de su aplicación está elevar la satisfacción de los clientes, mejorar la salud y la seguridad, mejorar la gerencia del riesgo, optimizar el retorno sobre la inversión; y, mejorar la comercialización de los productos y servicios.

3.1.2. ALCANCE

La **NORMA PAS 55** especifica los requerimientos para un Sistema de Gerencia de Activos de Infraestructura Física tales como: equipos y maquinarias. La Gerencia de Activos Físicos está intrínsecamente relacionada con la gerencia de otros aspectos del negocio, pero estos aspectos serán considerados solamente cuando tengan un gran impacto en la Gerencia de Activos. La norma no es aplicable para los activos humanos, de información, intangibles y financieros.

3.1.3. REQUERIMIENTOS GENERALES

La organización establecerá, documentará, implementará y mantendrá un sistema de gerencia de activos y mejorará continuamente su eficiencia. La organización definirá el alcance del sistema de gerencia de activos. Más sobre el tema se puede encontrar en ASSET MANAGEMENT⁸.

⁸ ASSET MANAGEMENT (2003), "Norma PAS 55", BSI, Estados Unidos

3.2. GERENCIA DE DE ACTIVOS

Según la **NORMA PAS 55**, son todas aquellas actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización gerencia de manera óptima sus activos físicos y el comportamiento de los equipos, riesgo y gastos durante su ciclo de vida útil con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional.

La mejor manera de gerencia los activos para alcanzar un resultado deseable y sustentable se propone en la Figura 3.2.1.

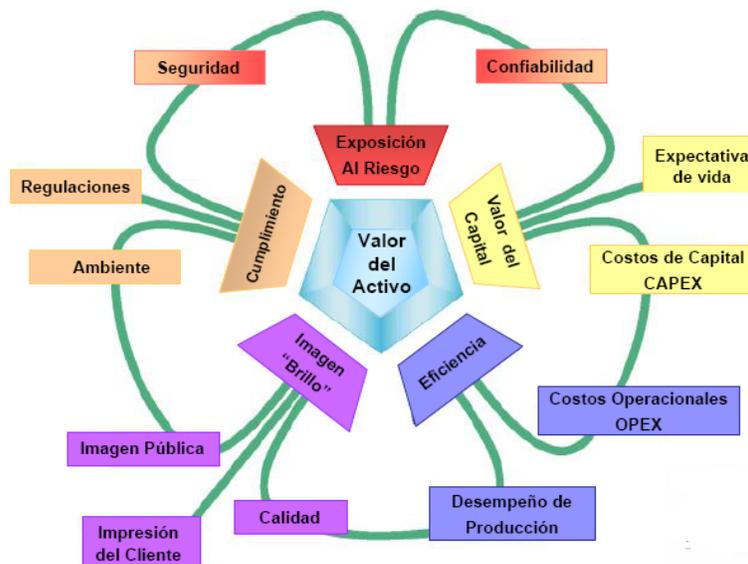


Figura 3.2.1. Valor del Activo.⁹

3.2.1. OBJETIVO DE LA GERENCIA DE ACTIVOS

El objetivo es mejorar los ingresos y obtener logros específicos a partir de los activos o del sistema de activos para alcanzar las metas de los planes estratégicos de la gerencia de activos.

⁹ Fuente: José Durán (The Woodhouse Partnership Limited)

3.2.2. POLÍTICA DE LA GERENCIA DE ACTIVOS

Son las intenciones y direcciones que toma una organización relacionada a la estructura de control de procesos y actividades para sus activos y que son consistentes con el plan estratégico organizacional.

3.2.3. ESTRATEGIA DE LA GERENCIA DE ACTIVOS

Son planes a mediano y largo plazo creados para el sistema de gerencia de activos y que también están relacionados con el plan estratégico organizacional.

3.3. CICLO DE MEJORA CONTINUA

El Ciclo PHVA definido como: planear, hacer, verificar y actuar, es utilizado para el Control y la Mejora Continua de los procesos realizados. (Ver Figura 3.3.1.).

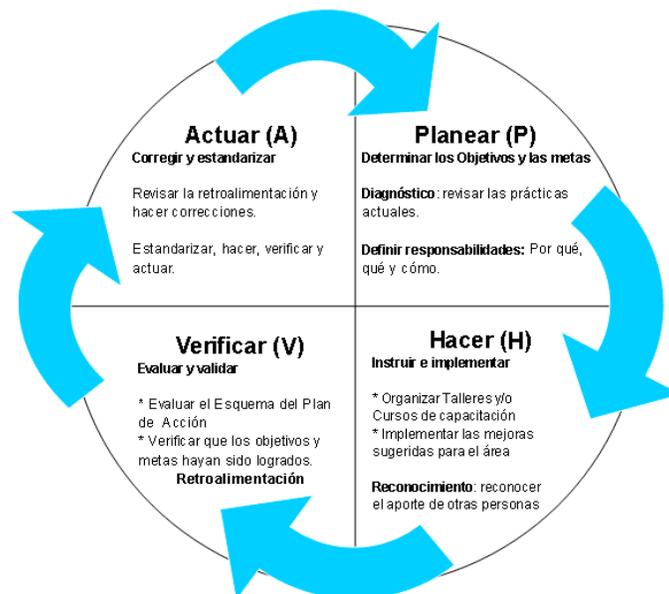


Figura 3.3.1. Ciclo PHVA en el Mantenimiento.

Para un buen mantenimiento del nivel de control es necesario definir dichas condiciones presentes en el ciclo:

- **Planear:** Establecer metas y plazos para los indicadores de resultado y establecer la manera de alcanzar las metas propuestas.
- **Hacer:** Ejecutar las tareas exactamente como han sido planificadas y en la recolección de datos para verificar los procesos.
- **Verificar:** Tomar los datos obtenidos en la ejecución y comparar estos con los resultados obtenidos con lo planificado, con el fin de detectar los desvíos en el proceso.
- **Actuar:** Realizar las acciones para que no se vuelvan a repetir los desvíos detectados.

Una organización que busque la mejora continua de sus resultados, debe tener presente el conservar un buen Mantenimiento del Nivel de Control del Ciclo PHVA.

3.3.1. CICLO DE MEJORA CONTINUA EN EL MANTENIMIENTO

El Ciclo PHVA aplicado en el Mantenimiento es utilizado para el mantenimiento en el nivel de control. El trabajo realizado mediante el Ciclo PHVA en el Mantenimiento consiste en el cumplimiento de Procedimientos Operacionales de Estándar (POE). (Ver Figura 3.3.1.1.)

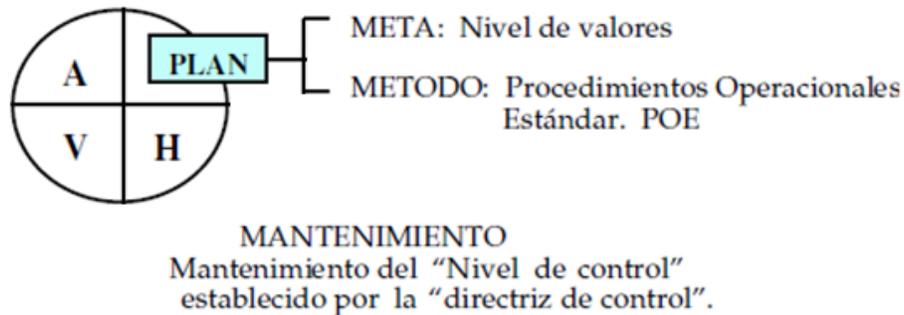


Figura 3.3.1.1. Ciclo PVHA para el Mantenimiento.¹⁰

De igual manera, para un buen mantenimiento del nivel de control es necesario definir los indicadores y procedimientos a seguir en el Ciclo PVHA para el Mantenimiento (Ver Figura 3.3.1.2.):

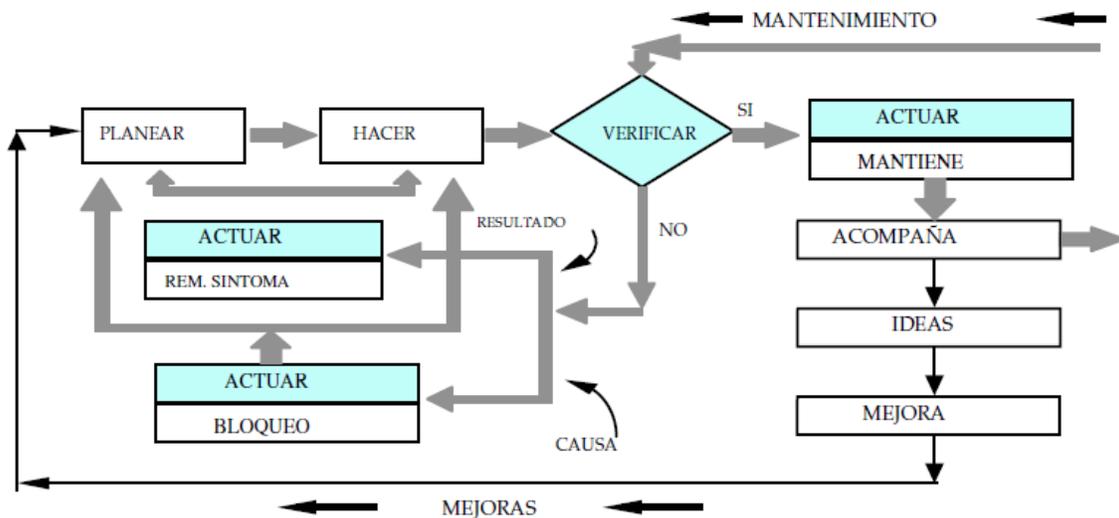


Figura 3.3.1.2. Ciclo PVHA en el Mantenimiento.¹¹

¹⁰ Fuente: José Maya (Universidad Nacional de Colombia, Medellín)

¹¹ Ibidem, p. 10

- **Planear:** Entrenamiento en el trabajo.
- **Hacer:** Recolección de datos y ejecución de tareas de acuerdo a procedimientos.
- **Verificar:** Verificación de indicadores
- **Actuar:** Mantener procedimientos actuales y en caso de desvíos ejecutar acciones correctivas.

Una organización que busque la mejora continua de sus resultados, debe tener presente conservar un buen mantenimiento del nivel de control.

3.4. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total es un sistema organizado que define una metodología tendiente a la eliminación de las detenciones e interferencias en los procesos productivos, logrando así su optimización y maximización de la producción.

Este mantenimiento se encuentra basado en una filosofía Japonesa de **MEJORA CONTINUA**, la cual está compuesta por una serie de actividades sistemáticas y metodológicas que implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Es considerada como estrategia, puesto que crea capacidades competitivas a través de la eliminación de manera rigurosa las deficiencias de los sistemas operativos.

De igual manera, este nos permite diferenciar a una organización en relación a su competencia debido a:

- Reducción de los costes
- Mejora de los tiempos de respuesta
- Fiabilidad de suministros

- Conocimiento que poseen las personas
- Calidad de los productos y servicios finales.

3.4.1. PILARES FUNDAMENTALES DEL TPM

El TPM se encuentra orientado a buscar cero defectos, averías y accidentes, para lo cual propone ocho pilares que sirven de apoyo para la construcción de un sistema productivo total. Ver Figura 3.4.1.1.

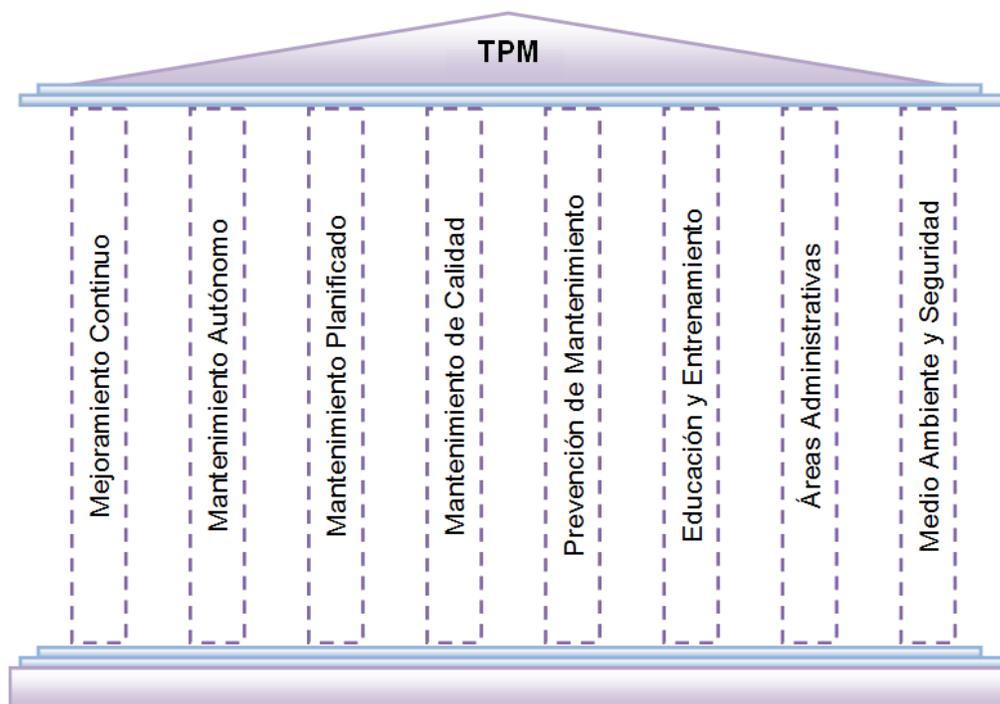


Figura 3.4.1.1: Pilares Fundamentales del TPM.¹²

3.4.1.1. MEJORAMIENTO CONTINUO

El Mejoramiento Continuo tiene por objetivo reducir pérdidas y aumentar el potencial productivo de los activos de la empresa mediante un trabajo organizado en equipos funcionales que emplean metodología específica.

¹² <http://www.todomonografias.com/tecnologia/camion-minero-parte-3/>

3.4.1.2. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El Mantenimiento Autónomo tiene por objetivo la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. Este es llevado a cabo por operadores y preparadores del equipo, los mismos que deben contribuir significativamente a la eficacia del equipo. También logra incrementar la habilidad y competencia técnica del operador para dominar las condiciones del equipamiento.

3.4.1.3. MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El Mantenimiento Planificado tiene como filosofía: cero averías. Su objetivo va al aumento de la disponibilidad y eficiencia de los equipos, como también, eliminar sus problemas a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

3.4.1.4. MANTENIMIENTO DE CALIDAD

El Mantenimiento de Calidad tiene como filosofía: cero defectos, cero retrabajo y cero rechazo, todo esto por medio de reducción de la variabilidad, control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.

3.4.1.5. PREVENCIÓN DE MANTENIMIENTO

La Prevención de Mantenimiento tiene por objetivo reducir el tiempo de introducción de nuevos productos, equipos y procesos.

3.4.1.6. EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO

La Educación y Entrenamiento tiene por objetivo incrementar continuamente el nivel de capacitación de los operadores en los diferentes aspectos de la empresa.

3.4.1.7. ÁREAS ADMINISTRATIVAS

El Área Administrativa tiene por objetivo reducir la de pérdida de información, coordinación y precisión en los procesos administrativos, con esto se logra un aumento en los departamentos como planificación, desarrollo y administración, los que ofrecen apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente.

3.4.1.8. MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD

Desarrollar un buen Mantenimiento Autónomo, así como la implementación del mismo, genera la base de la seguridad en las instalaciones. Formar habilidades de percepción, logra la identificación de riesgos, puesto que formando al personal profundamente en el equipo, llegan a asumir una mayor responsabilidad por su salud y su seguridad, dando como resultado cero accidentes y cero contaminación ambiental.

3.4.2. ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ DE LA FALLA (RCFA)

Una falla se la conoce como a todo lo que detiene la operación de una máquina o cuando se produce un producto defectuoso o resulta en un accidente, de esto surge el RCFA, el cual, es un instrumento que permite un análisis sistemático para establecer una falla y determinar el efecto de esta.

Durante el desarrollo del RCFA es necesario determinar todos los modos de falla con base en los requerimientos funcionales y sus efectos; además se debe

describir las causas y ocurrencias para cada Modo de Falla. Las acciones son determinadas mediante la ocurrencia de estas.

La aplicación del RCFA trae consigo varios beneficios, entre los cuales tenemos:

- Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los productos, servicios, maquinaria y procesos.
- Mejora la imagen y competitividad de la empresa.
- Mejora la satisfacción del cliente.
- Reduce el tiempo y costo en el desarrollo del producto y soporte integrado al desarrollo del producto.
- Desarrolla documentos y acciones de seguimiento para reducir los riesgos.

3.4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PM)

“Es el conjunto de actividades a efectuarse, en función del número de horas de funcionamiento del motor; el diseño se basa en parámetros estadísticos de ocurrencia de fallas.”¹³

3.4.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO (PDM)

“Permite efectuar los mantenimientos en función de las condiciones de operación del motor y/o cualquier otra instalación industrial. Se basa en los resultados de inspecciones y análisis efectuados con equipos especializados con los que de manera indirecta se puede “ver” varios parámetros operativos.”¹⁴

Entre los utilizados, podemos citar:

- Análisis de Vibraciones
- Control Termográfico
- Análisis de Lubricantes

¹³ Cap. Tec. Integral 2010 – Personal de Mantenimiento Central Guangopolo: Ing. Manuel Salazar

¹⁴ Ibidem, p. 13

- Análisis de Gases de Escape
- Nivel de Ruido

3.4.5. MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES (CBM)

“El mantenimiento basado en la condición (CBM), o monitorización del estado, es una estrategia de mantenimiento consistente en medir una variedad de parámetros de las máquinas con carácter periódico, tales como vibración, temperatura, presión, caudal, etc., para determinar su condición.”¹⁵

Su objetivo es realizar un análisis de tendencia de los datos, esto con el fin de identificar a tiempo las condiciones problemáticas y tomar las acciones necesarias para evitar averías que puedan provocar un tiempo de parada imprevisto y las correspondientes consecuencias.

3.4.6. MANTENIMIENTO PROACTIVO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (PRM)

“Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado”¹⁶. El mantenimiento basado en la confiabilidad, abarca el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo:

- Probabilidad de Fallo.
- Tiempo Promedio para Fallo.
- Etapa de la vida en que se encuentra el equipo.
- Vida Útil Remanente.

¹⁵ http://www.skf.com/portal/skf_es/home/solutions?contentId=095175

¹⁶ <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/propulsores.asp>

3.4.7. CONFIABILIDAD DIRIGIDA POR OPERARIOS (ODR)

“Son las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano.”¹⁷

3.4.8. FUNCIONAMIENTO HASTA LA FALLA (RTF)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición que se encuentra asociado a la Mantenibilidad, es decir, a la rapidez de la ejecución de las Acciones de Mantenimiento.

La Mantenibilidad es definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo, utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño e instalación del equipo. Estos factores pueden ser accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, que facilitan la Labor de Mantenimiento.

Para un diseño dado, las reparaciones se deben realizar con personal calificado, herramientas apropiadas, documentación y procedimientos prescritos. Es importante mencionar que el tiempo destinado a la reparación depende de la naturaleza del fallo y de las características de diseño ya antes mencionadas.

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_Productivo_Total

3.4.9. MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)

“Son las actividades efectuadas con el propósito de corregir fallas generadas de manera imprevista, sin un programa determinado.”¹⁸

3.4.10. INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO (KPI'S)

Los Indicadores Clave de Desempeño KPI'S, son los encargados de medir el nivel de desempeño de un proceso, estos van desde el cómo se realiza el proceso hasta la evaluación de los mismos, para poder alcanzar el objetivo fijado.

Estos indicadores pueden ser métricas financieras o no financieras, las mismas que se utilizan para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que comúnmente se encuentran en su plan estratégico.

Al definir los KPI'S en una empresa, es necesario la aplicación el acrónimo EMART, puestos que estos indicadores tiende a ser: específicos, medibles, alcanzables, realistas, definidos en el tiempo.

Los Indicadores de Desempeño más importantes con los que contar una empresa para hacer gerencia de sus activos están:

- **Disponibilidad (A):** La disponibilidad es una medida de la frecuencia con la que se puede utilizar la aplicación. Este es un cálculo porcentual del tiempo en que la aplicación está realmente disponible para controlar las solicitudes de servicio en comparación con el tiempo de ejecución total disponible previsto. Este cálculo incluye el tiempo de reparación, por cuanto que una aplicación que se está reparando no está disponible.

¹⁸ Ibidem, p. 13

Disponibilidad Inherente (Ai)

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + M_{ct}} \times 100$$

Donde:

MTBF = Tiempo medio entre fallas

Mct = Tiempo medio de mantenimiento correctivo.

Disponibilidad Lograda (Aa)

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \times 100$$

Donde:

MTBM = Tiempo medio entre mantenimientos

M = Tiempo medio de mantenimiento activo.

Disponibilidad Operacional (Ao)

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \times 100$$

Donde:

MTBM = Tiempo medio entre Mantenimientos.

MDT = Tiempo muerto de Mantenimiento.

La Disponibilidad puede tomar valores entre 0 y 1, por lo que suele ser expresado porcentualmente.

- **Rendimiento (R):** El Rendimiento resulta de dividir la cantidad realmente producida por la cantidad que se podría haber producido. La cantidad que se podría haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina, siendo la capacidad nominal de la máquina aquella declarada en las especificaciones del equipo, es decir, es proporcionada por el fabricante.

De igual manera que la disponibilidad, puede tomar valores entre 0 y 1, por lo que puede ser expresado en porcentaje.

Rendimiento Operacional:

$$Rop = \frac{H_g}{H_{real}}$$

Donde:

H_g = Horas de Generación Eléctrica

H_{real} = Horas de Generación Eléctrica Establecidas Cronograma

Rendimiento en Labor de Mantenimiento (Cm)

$$Rmt = \frac{H_{mt}}{H_{mtREAL}}$$

Donde:

H_{mt} = Horas en Labor de Mantenimiento

H_{mtREAL} = Horas en Cronograma Labor de Mantenimiento + Horas
Extras para Labor de Mantenimiento

- **Calidad (C):** La Calidad va enfocada a la conformidad relativa con las especificaciones en que el producto cumple ya su diseño, entre otras cosas; La Norma ISO 9001:2008 define a la calidad como: “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”.¹⁹ Siendo estas características controladas por reglas, las cuales deben ser inspeccionadas por las organizaciones que certifican el producto y así poder salir al mercado.

Por tanto, para el cálculo de la Calidad en nuestro caso en particular resulta de dividir las horas en las Unidades de Generación se encuentran generando, para el consumo combustible de las mismas.

La Calidad puede tomar valores entre 0 y 1, por lo que se suele expresar porcentualmente.

Calidad en la Generación Eléctrica (C_g)

$$C_g = \frac{H_g}{Q_{comb}}$$

Donde:

H_g = Horas de Generación Eléctrica.

Q_{comb} = Consumo de Combustible de la Unidad de Generación.

- **Eficiencia Global del Equipo (OEE):** Este porcentaje se lo utiliza para medir la eficiencia productiva de un activo. En este indicador incluye todos los parámetros fundamentales en la producción: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

¹⁹ Norma ISO 9000

La Eficiencia Global del Equipo se la encuentra mediante la multiplicación de los tres indicadores descritos anteriormente; este indicador considera 6 grandes pérdidas a saber: paradas o averías, configuraciones y ajustes, pequeñas paradas, reducción de velocidad, rechazos por puesta en marcha y rechazos de producción.

Eficiencia Global del Equipo (OEE)

$$OEE = A \times R \times C$$

Donde:

A = Disponibilidad

R = Rendimiento

C = Calidad

DISPONIBILIDAD		
INHERENTE	LOGRADA	OPERACIONAL
$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + M_{ct}} \times 100$	$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M} \times 100$	$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \times 100$
RENDIMIENTO		
RENDIMIENTO OPERACIONAL	RENDIMIENTO EN LABOR DE MANTENIMIENTO	
$R_{op} = \frac{H}{H_{real}}$	$R_{mt} = \frac{H_{mt}}{H_{mtREAL}}$	
CALIDAD EN EL LABOR DE MANTENIMIENTO		
$C_g = \frac{H_g}{Q_{comb}}$		

Tabla 3.4.10.1 Fórmulas para el Cálculo de la OEE.

OEE	CALIFICACIÓN	COMENTARIO	COMPETITIVIDAD
OEE < 65%	Inaceptable	Pérdidas Económicas	Muy Baja
65% < OEE < 75%	Regular	Aceptable en Proceso de Mejora	Baja
75% < OEE < 85%	Aceptable	Continuar hasta llegar al 85% World Class	Ligeramente Baja
85% < OEE < 95%	Buena	Entra a World Class	Buena
OEE > 95%	Excelencia	World Class	Excelente

Tabla 3.4.10.2. Porcentaje para la clasificación propuesto por la OEE.²⁰

²⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/OEE>

CAPÍTULO 4

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

4.1. CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO

La Central Termoeléctrica Guangopolo (Ver Figura 4.1.1.), inició en Abril de 1977, se encuentra ubicada en el sector de la Armenia, parroquia Guangopolo, Cantón Quito, Provincia de Pichincha. Dicha central cuenta con una potencia instalada de 31.2 MW.



Figura 4.1.1. Central Termoeléctrica Guangopolo.²¹

En agosto de 2006, se inicia una nueva etapa de crecimiento para TERMOPICHINCHA S.A., mediante la instalación en la Central Termoeléctrica Guangopolo de una unidad de 1.8 MW., para incrementar su capacidad de operación de 31.2 MW. a 33 MW. El voltaje de generación es de 6,6 KV para los grupos Mitsubishi y 440 KV para el grupo Wartsila, el mismo que es elevado a

²¹ <http://www.termopichincha.com.ec/html/guangopolo.html>

138kV para sincronizarse a la Subestación Vicentina y conectarse con el Sistema Nacional Interconectado. La Central cuenta con 7 (Ver Figura 4.1.2.) grupos de generación con motores de combustión interna que consumen residuo de la Refinería Shushufindi para su operación.



Figura 4.1.2. Central Termoeléctrica Guangopolo.²²

²² Ibidem, p. 21

4.2. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO

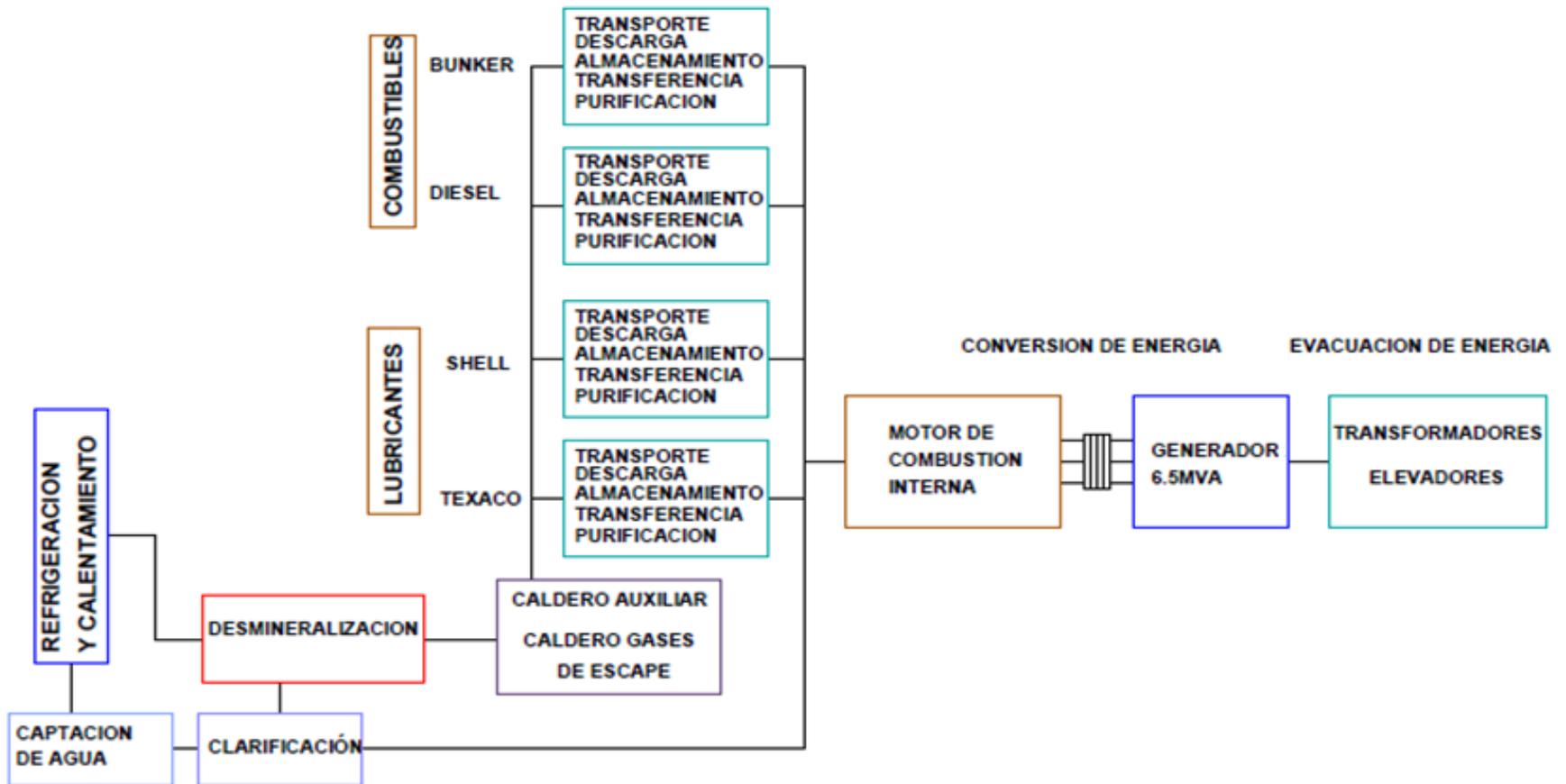


Figura 4.3.1. Diagrama de Bloques de los Sistemas de la Central Térmica Guangopolo.²³

²³ Ibidem, p. 5

4.3. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

Dentro de sus instalaciones, La Central Termoeléctrica de Guangopolo, cuenta con áreas donde se encuentran identificados los sistemas necesarios y fundamentales para un correcto desempeño de la misma.

Los sistemas que la conforman son:

- Unidad de Generación
- Patio de Tanques
- Planta de Tratamiento de Combustible
- Área de Lubricantes
- Planta de Tratamiento de Agua
- Área de Tratamiento de Agua Residual
- Torre de Enfriamiento de Agua
- Planta de Vapor
- Bodega y Taller de Herramientas - Taller Mecánico
- Casa de Máquinas
- Sub-estación Eléctrica

4.3.1. UNIDAD DE GENERACIÓN

La Central Termoeléctrica, cuenta con siete unidades de generación. Las unidades de generación están compuestas por un motor de combustión interna, un generador y varios sistemas auxiliares que de acuerdo a la importancia dentro de la central se los cataloga como principales y secundarios. (Ver Figura. 4.2.1.1.)



Figura. 4.2.1.1. Diagrama de los Sistemas Auxiliares.²⁴

²⁴ Ibidem, p. 5

Los sistemas auxiliares principales y secundarios utilizados por las Unidades de Generación son:

PRINCIPALES	SECUNDARIOS
COMBUSTIBLE	ACEITE PARA CILINDROS
ACEITE	ACEITE PARA VÁLVULAS
AGUA	ACEITE DE SISTEMA

Tabla. 4.2.1.2. Sistemas Auxiliares Principales y Secundarios.

Dentro de los motores de combustión que conforman las unidades de generación, podemos encontrar dos marcas representativas:

MARCA	MODELO	RPM	MW	Nº UNIDAD DE GENERACIÓN
Mitsubishi MAN	V9V 40/54	400	5,2	1, 2, 3, 4, 5 y 6
Stork Wartsila Diesel	8SW280	900	1,92	7

Tabla. 4.2.1.1. Marca y Modelos de Motores de Combustión Interna Utilizados.

El combustible utilizado para las Unidades de Generación es el Residuo Petróleo (Bunker) para la operación normal y Diesel para el arranque y parada de las mismas.

Para el caso de los generadores utilizados en las unidades, tenemos que:

MARCA	TIPO	POTENCIA	Nº UNIDAD DE GENERACIÓN
Meiden	Brush Less KE- Af	6500KVA	1, 2, 3, 4, 5 y 6
AVK	DIDBN 141 K/8	6600VAC	7

Tabla. 4.2.1.1. Marca y Modelos Generadores Utilizados.

De las Unidades de Generación antes mencionadas, se indica que las que se encuentran en operación son las Unidades N° 1, 3, 4 y 7.

4.3.2. PATIO DE TANQUES

El Patio de Tanques, es donde se encuentran los tanques destinados al almacenamiento del combustible, los mismos que tienen una capacidad de 1500 Klit y 380 Klit para Bunker y Diesel respectivamente.

4.3.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE COMBUSTIBLE

La Central cuenta con mecanismos de purificación de Diesel y Bunker, que son los combustibles utilizados por las Unidades Generadoras. El objetivo de esta planta es eliminar el agua y las impurezas con las que viene el combustible, con el fin de evitar daños y fallos en el motor, así como en los sistemas de transporte del mismo.

4.3.4. ÁREA DE LUBRICANTES

En esta área se encuentran los tanques para el almacenamiento de aceite, el mismo que es utilizado para los distintos sistemas y componentes de La Central.

Dentro de ella encontramos dos marcas representativas:

- Lubricantes PDV SAE40, con un TBN 40 para la lubricación de cilindros y TBN 20, los que se utilizan para la lubricación de las Unidades de Generación Nro. 1, 3, 4 y 7, siendo estas las que se encuentran en operación al momento.
- Lubricantes TEXACO, ARGINA S-40 Y X-40, los que se utiliza para la lubricación de los Turbocargadores de las Unidades de Generación.

4.3.5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

La Planta de Tratamiento de Agua es la encargada de acondicionar mediante químicos al agua que se encuentra circulando en el sistema de enfriamiento de las Unidades de Generación, de los Purificadores así como de los Calderos.

4.3.6. ÁREA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Se realiza un tratamiento al agua residual, puesto que el agua que resulta de los procesos en patio de tanques, purificadores diesel y bunker, contiene impurezas, sobretodo aceite. Este tratamiento consiste en pasar el agua en las piscinas de precipitación que por efectos de densidad, separan el agua de las impurezas. Luego de esto, el agua sigue circulando hacia un sistema de tratamiento donde se el agua es ozonificada para posteriormente pasar en filtros de antracita. Una vez realizado estos procesos de tratamiento, el agua se encuentra descontaminada y se encuentra apta para ser evacuada hacia el río.

El residuo de impurezas que resulto de la separación por densidad en las piscinas de precipitación, se lo vuelve a enviar a los tanques para mezclarlo con el combustible y luego ser utilizado por las Unidades de Generación.

4.3.7. TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA

La Torre de Enfriamiento cuenta con una capacidad de Flujo de:

- Agua $1,900 \frac{m^3}{h}$
- Aire $142,900 \frac{m^3}{min}$

El objetivo de esta es transferir calor y masa de agua que se encuentra circulando dentro tanto de los intercambiadores de calor de los sistemas de enfriamiento y lubricación de los motores, con el aire del ambiente, para que los motores se encuentren trabajando en las temperaturas adecuadas establecidas.

4.3.8. PLANTA DE VAPOR

La Planta de Vapor cuenta con seis calderas, estas son del Tipo Pirotubular, las misas que se encuentran en la salida de los gases de escape de los motores de generación. Con esto se logra aprovechar la energía para producir el vapor que es utilizado para las actividades de limpieza, calentamiento de tanques y purificadoras de combustible y aceite.

4.3.9. CASA DE MAQUINAS

Dentro de La Central, se considera a la Casa de Maquinas, como el lugar físico donde se encuentran ubicados los siguientes sistemas:

- Sistema de Almacenamiento y Distribución de Aire comprimido
- Almacenamiento de Aceite para Cilindros
- Sistema de Almacenamiento y Bombeo de Agua Primaria para Purificadoras y Motores
- Sistema de Presurización de Bunker
- Sistema de Distribución y Fuerza de la Corriente Alterna
- Sistema de Agua Pura para Calderos

Dentro de esta área, también podemos señalar que se encuentra:

- Puente Grúa
- Bodega – Taller de Herramientas
- Tanques Diarios de Diesel y Bunker
- Sala de Control y Sistemas Importantes

4.3.10. BODEGA Y TALLER DE HERRAMIENTAS - TALLER MECÁNICO

Dentro de esta Bodega – Taller podemos encontrar:

- Repuestos para Equipos y Componentes de la Central.
- Equipo de Protección Industrial para Labor de Mantenimiento.
- Herramientas para Labor de Mantenimiento.

De igual manera, dentro del Taller – Bodega, existe una zona con el fin de realizar trabajos menores, siendo estos como limpieza de válvulas, inyectores, entre otros. Fuera de la Zona de Máquinas, existe un Taller de Mantenimiento, donde se realizan trabajos de soldadura, torno, doblado de perfiles. En el campo Eléctrico, se realizan trabajos de mantenimiento de motores eléctricos, generadores, dispositivos de medida, entre otros.

4.3.11. SUB-ESTACIÓN ELÉCTRICA

La Central genera un voltaje de 6,6KV, el mismo que es elevado hasta 138KV para sincronizarse con la Subestación Vicentina y de ahí al Control Nacional de Energía (CENACE).

Esta subestación está dotada de cuatro transformadores, dos principales, que son los encargados de la elevación del voltaje de generación; dos transformadores de servicio auxiliares encargados de reducir el voltaje de 6,600 a 380V y 480V, así es utilizada en todos los sistemas anteriormente descritos.

4.4. UNIDADES DE POTENCIA – GENERACIÓN

El Motor Mitsubishi MAN V9V 40/54 es un motor a diesel de cuatro tiempos que cuenta con un diseño de émbolo del tipo faldilla.

La configuración de los cilindros es en “V” con un ángulo de 45°. Este motor cuenta con un sistema para dar carga al motor, siendo este un factor importante para el consumo de combustible extremadamente bajo.



Figura 4.4.1. Motor Mitsubishi - MAN V9V 40/54.²⁵

Dentro de este motor podemos encontrar las siguientes generalidades:

- Tanto el bastidor del motor así como el colector de aceite, son piezas fundidas en hierro colado especial.
- El bloque de cilindros se encuentra rígidamente unido al bastidor del motor, por medio de tirantes que se encargan de aliviar los esfuerzos de tensión producidos durante la combustión.

²⁵ Ibidem, p. 5

- Las camisas del cilindro son de hierro fundido especial, las cuales son de tipo húmedas, puesto que por su interior de éstos pasa el agua refrigerante.
- Los cabezotes del cilindro son de hierro fundido especial, estos van conectados con el bloque de cilindros por medio de 8 pernos.
- En cada cabezote se encuentran dos entradas, dos salidas, una válvula de arranque, una de desahogo, una válvula indicadora más el inyector.
- El cigüeñal es forjada en acero de aleación. Cada brazo de cigüeñal tiene un contrapeso para poder conseguir un buen equilibrio de las masas. De igual manera, el cigüeñal contiene perforaciones con el fin de conducir el lubricante desde el cojinete principal hacia los cojinetes de la biela.
- Contiene un amortiguador de vibraciones ubicado en el extremo libre del motor, el mismo que previene el desarrollo de vibraciones en el cigüeñal, cuando este se excede a velocidades críticas.
- Con respecto a las válvulas en este motor tenemos que cuenta con:
 - Dos válvulas de admisión en cada cabezote del cilindro, estas se encuentran directamente fijadas al cabezote, sus vástagos son guiados por los bujes firmemente fijados.
 - Dos válvulas de escape, sin embargo, son fijadas en una separada caja enfriada con agua, esto para un fácil reemplazo. Cada válvula tiene dos resortes de válvulas de alta calidad. Los vástagos de válvulas tienen anillos para sellar la carcasa de válvula y prevenir la corrosión.
- La cantidad de combustible que es suministrado por medio de la bomba hacia los inyectores es controlada automáticamente, esto según la carga o velocidad que se desee dar, siendo el regulador Woodward, el que controla dicho abastecimiento. Cuenta de igual manera con un regulador adicional de la velocidad excesiva, el mismo que podrá calar el motor si este llegase a exceder la velocidad preestablecida.
- El Turbo – Alimentador que se encuentra montado en el motor, tiene como objetivo el emplear energías contenidas en los gases de escape del motor, para lograr un incremento en su rendimiento.

- Los enfriadores de masa de aire introducido, enfrían el aire de combustión que ha sido calentado durante la compresión, logrando así reducir el desgaste en los elementos.

4.4.1. ESPECIFICACIONES DE LAS UNIDADES

FABRICANTE:	MITSUBISHI – MAN
MODELO:	V9V 40/54 TURBOALIMENTADO
CAPACIDAD:	7,314 P.S. = 5,200 KW
RENDIMIENTO:	17 Kwh/gal
RADIO DE COMPRESIÓN:	1: 12,12 CILINDRO PRINCIPAL 1: 12,43 CILINDRO SECUNDARIO
TEMPERATURA DE ESCAPE:	391° C
AIRE DE ENTRADA:	16° C
ARRANQUE:	POR AIRE COMPRIMIDO
COMBUSTIBLE:	BUNKER – RESIDUO – DIESEL
PROTECCIONES:	Falla de arranque, parada de emergencia, baja presión de aceite lubricante, baja presión de aceite de turbo alimentador, alta temperatura de agua de cilindro, alta temperatura de aceite lubricante, alta temperatura de cojinetes de motor, parada.
COMBUSTIBLE DE TRABAJO:	BUNKER – RESIDUO
COMBUSTIBLE DE ARRANQUE Y PARADA MOTOR:	DIESEL
TIPO:	DESIGNACIÓN DE CILINDROS EN V
PRINCIPIO TERMODINÁMICO:	4 TIEMPOS
DIÁMETRO INTERIOR DE CILINDRO (cm):	40
CARRERA DEL PISTÓN (cm):	54
Nro. CILINDROS:	18
INCLINACIÓN DE CILINDROS:	22.5°
Nro. VÁLVULAS DE ESCAPE:	2 POR CILINDRO
Nro. VÁLVULAS DE ADMISIÓN:	2 POR CILINDRO
Nro. MÁXIMO RPM EN OPERACIÓN:	400 RPM

DIMENSIONES.-	
EMBOLO BIELA:	3330 mm
LONGITUD DE BIELA MAESTRA:	1310 mm
LONGITUD DE BIELA SECUNDARIA:	1310 mm
DIÁMETRO CILINDRO:	400 mm
ORDEN DE ENCENDIDO.-	
1 - 11 - 2 - 13 - 4 - 15 - 6 - 17 - 8 - 18 - 9 - 16 - 7 - 14 - 5 - 12 - 3 - 10	

Tabla 4.4.1.1. Especificaciones Motor Mitsubishi MAN V9V 40/54.²⁶

4.4.2. ELEMENTOS Y COMPONENTES IMPORTANTES

Considerando los historiales de mantenimiento así como el de operación en la Central Termoeléctrica Guangopolo, se logro obtener los elementos y componentes más representativos para el Motor Mitsubishi MAN V9V 40/54, considerando de igual manera que al ser estos motores de combustión interna a cuatro tiempos, se puede tener una base de los mismos.

MOTOR MITSUBISHI MAN V9V 40/54			
No	COMPONENTE	No	COMPONENTE
1	Block de Cilindros	9	Válvulas de Escape
2	Cigüeñal	10	Válvulas de Admisión
3	Cojinetes de Bancada	11	Tubos de Escape
4	Cojinetes de Biela	12	Engranajes de Distribución
5	Brazos de Biela	13	Inyectores
6	Émbolo – Pistón	14	Bomba de Inyección
7	Amortiguador	15	Camisas de Cilindro
8	Culata – Cabezote	16	Auxiliares

Tabla 4.4.2.1. Elementos y Componentes de las Unidades de Generación de la Central Termoeléctrica de Guangopolo.²⁷

²⁶ Fuente: MITSUBISHI - MAN CORP. Manual de Operación y Mantenimiento para Motor Diesel Tipo V9V 40/54 Nro. D808107S.

²⁷ lbedem, p.19.

4.4.3. ELEMENTOS Y COMPONENTES PROPENSOS A FALLA

Dialogando con el Personal de Mantenimiento y revisando el Historial, dentro de la Central Termoeléctrica de Guangopolo, se logro obtener información de trabajos que son realizados en las Unidades de Generación, estos son:

- Inspecciones visuales
- Ensayos no destructivos
- Mantenimientos basados en el cronograma por horas de operación, realizados.

Las causas de los fallos que se presentan en las Unidades de Generación son producto de:

- Acumulación de Carbono.
- Falta de Lubricación
- Asentamiento Incorrecto de Componentes Mecánicos.
- Impurezas en Alojamiento de Válvulas, Inyectores, etc.
- Refrigeración no Apropiaada en el Motor.
- Levas con Excesiva Holgura al momento de su Calibración.
- Sellado Inestable en el Anillo de Compresión.
- Corrosión debido al Ácido Sulfúrico en superficies que se encuentran en contacto con agua.

Mediante la Tabla 4.4.3.1., se listan dichos componentes con las acciones para la prevención de fallo en las Unidades de Generación los cuales son propuestos tanto por el Área de Mantenimiento y Operación.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS		
No	COMPONENTE	PREVENCIÓN DE FALLO
1	Cabeza de Biela	Verificación Fisuras
2	Tapas de Cabeza de Biela	Verificación Fisuras
3	Pernos de Tapas de Cabeza de Biela	Verificación Fisuras
4	Pernos de Cabeza de Biela	Verificación Fisuras
5	Tuercas de Bancada de Pistón	Verificación Fisuras
6	Pernos de Pistón	Verificación Fisuras
DETERIORO POR OXIDACIÓN EN TUBERÍAS		
No	COMPONENTE	PREVENCIÓN DE FALLO
1	Tubería Principal de Combustible (Bunker)	Construcción de Tubería
		Comprobar la Obstrucción de Tubería
		Soldado de Bidas
		Limpieza de Zona de Trabajo
2	Tubería Principal de Combustible (Diesel)	Construcción de Tubería
		Comprobar la Obstrucción de Tubería
		Soldado de Bidas
		Limpieza de Zona de Trabajo
3	Tubería Principal de Combustible (Vapor)	Construcción de Tubería
		Soldado de Bidas
		Limpieza de Zona de Trabajo
MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS		
No	COMPONENTE	PREVENCIÓN DE FALLO
1	VÁLVULAS	Desmontaje de Válvulas
		Limpieza de Cavidad para Alojamiento
		Cambio y Montaje de Válvulas
		Calibración de Válvulas
2	TURBOCARGADOR	Desmontaje de Turbocargador
		Limpieza de Turbocargador
		Reemplazo de Cojinetes
3	INTERCAMBIADORES DE CALOR	Limpieza de Intercambiador de Calor
		Inspección Visual
		Verificación de Fugas
4	RADIADORES	Limpieza de Radiadores
		Verificación de Fugas

5	BOMBA DE INYECCIÓN	Inspección Visual
		Verificación de Medidas
		Calibración de Bomba de Inyección
6	INYECTORES	Limpieza de Inyector
		Verificación de Medidas
		Calibración de Inyectores
7	PISTÓN	Verificación Visual de Corona
		Verificación Visual de Rines
		Reemplazo de Rines
8	BIELA	Inspección Visual
		Verificación de Medidas
9	COJINETE DE BIELA	Inspección Visual
		Verificación de Medidas
		Ensayo de Ultrasonido – Tinta Penetrante
10	COJINETE DE BANCADA	Inspección Visual
		Verificación de Medidas
		Ensayo de Ultrasonido – Tinta Penetrante
11	GENERADOR	Inspección Visual
		Limpieza del Generador, Excitatriz
		Revisión de Conductores
		Revisión y Limpieza de Tablero de Control

Tabla 4.4.3.1. Componentes Críticos en la Unidad de Generación.²⁸

4.5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA

Para el Sistema Actual de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica Guangopolo se pudo encontrar que se tiene procedimientos tanto para Motores así como para Generadores, que son por lo que está conformada la Unidad de Generación.

²⁸ Ibidem, p. 5

Estos procedimientos se logro obtener de información técnica del Departamento de Mantenimiento, Manual del Fabricante y también por parte del personal de este departamento.

Es importante señalar que en el Cronograma de Mantenimiento utilizado actualmente por la Central, se conjuga las acciones de mantenimiento para el Motor y Generador, las cuales son respecto a las horas de operación de los mismos.

4.5.1. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO

Dentro del Mantenimiento de La Central Termoeléctrica Guangopolo tenemos que los Procesos de Mantenimiento son regidos en base a las horas de generación que las unidades se encuentran en funcionamiento. Dentro de este programa se encuentran las acciones de Inspección, Mantenimiento Programado y mantenimiento correctivo. (Ver Figura 4.5.1.1.)

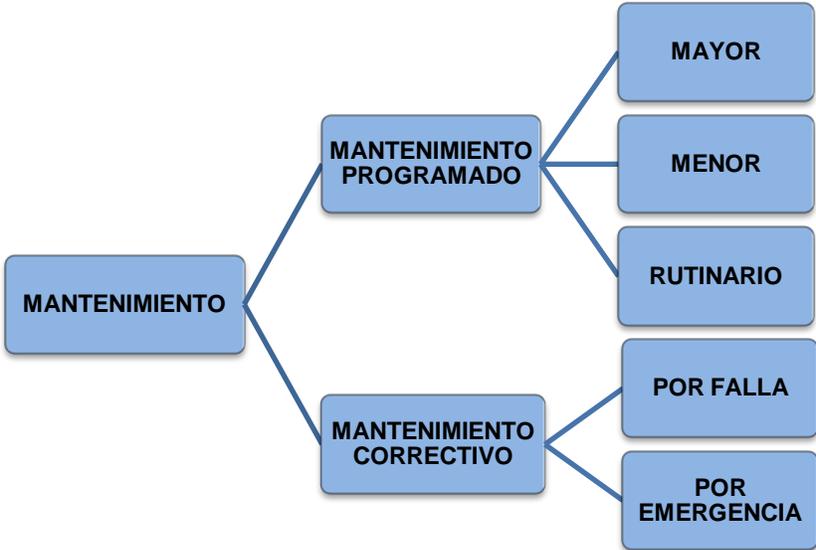


Figura 4.5.1.1. Procesos de Mantenimiento.²⁹

²⁹ Ibidem, p. 13

4.5.1.1. **DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO**

De las Labores de Mantenimiento ya antes mencionadas, se describirán cada uno de estos procesos a continuación:

- **Mantenimiento Mayor.-** Es cuando se efectúa un Mantenimiento en la totalidad a los elementos y componentes constituyentes de equipos y maquinas dentro de La Central. Esto de igual manera es regido de acuerdo a las horas de servicio, indicaciones de manuales del fabricante, experiencia y observaciones realizadas por medio del personal de mantenimiento o empresas que realizan ensayos a los equipos para comprobar su estado.
- **Mantenimiento Menor**
Es cuando se efectúa un Mantenimiento parcial a los elementos y componentes constituyentes de equipos y maquinas dentro de La Central. Estos no necesariamente son regidos por las indicaciones de manuales del fabricante, sino es en base a las horas de servicio y a inspecciones visuales por parte del personal de mantenimiento.
- **Mantenimiento Rutinario**
Es cuando se efectúa un Mantenimiento de acuerdo a la periodicidad de los elementos y componentes constituyentes de equipos y maquinas dentro de La Central. Estos van destinados hacia la conservación de los equipos y maquinas, puesto que no necesariamente son regidos por las indicaciones de manuales del fabricante, sino es en base a las horas de servicio y a inspecciones visuales por parte del personal de mantenimiento.
- **Mantenimiento Correctivo**
Es cuando se efectúa un Mantenimiento por cuanto se presenta una falla dentro de los elementos y componentes constituyentes de equipos y

maquinas dentro de La Central. Estos muchas veces se presentan por factores como: no realizar los mantenimientos ya antes mencionados o se los realizo de mala manera. También pueden ir enfocados a la calidad de combustible que en ese momento se proporciono hacia la maquina, así como la negligencia del operador.

Dentro de estos tenemos dos tipos de correcciones que se pueden presentar, sean por falla o emergencia.

- **Por Falla.-** Estas aparecen cuando se encuentran irregularidades por destrucción total o parcial en los equipos y maquinas de las instalaciones de La Central.
- **Por Emergencia.-** Estos aparecen tiempo después de que los equipos o máquinas de La Central se encuentra en pleno funcionamiento, estos pueden ser observados tanto por el operador mediante las alarmas de seguridad o por personal de mantenimiento que se encuentra en su labor de inspección.

4.5.2. RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO

En la Central Termoeléctrica de Guangopolo, las acciones de mantenimiento más representativas van destinadas hacia las Unidades de Generación.

Para esta recopilación de datos se la obtuvo de:

- Manual de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica Guangopolo.
- Manuales del Fabricante de dichos Equipos.
- Jefe de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica Guangopolo.
- Personal de Mantenimiento de la Central Termoeléctrica Guangopolo.

4.5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO

Los procesos de Mantenimiento son del tipo predictivos, preventivos y correctivos, por tanto que durante la obtención de los mismos, se encontró que se realizan inspecciones visuales, chequeo de niveles, cambio de filtros, ajuste del motor y generador, etc.

Los Procesos de Mantenimiento para los Generadores se los enlista y se describen en la Tabla 4.5.1.3.1.

INSPECCIÓN SEMESTRAL O EN PARO DE LA UNIDAD	
1.	Limpieza de la excitatriz
2.	Ajuste de porta diodos
3.	Verificación del fusible
4.	Limpieza de ductos de ventilación
5.	Verificación y Limpieza de filtros de aire
6.	Verificación y Pruebas de Operación del Sistema de Calentamiento
MANTENIMIENTO ANUAL	
1.	Análisis de los Parámetros del Generador en Operación
2.	Prueba eléctricas en el Estator (MEGGER, Resistencia Óhmica)
3.	Inspección y Limpieza de cabezales y amarres del Estator así como aspas del Motor
4.	Inspección con Boroscopio de las Conexiones de Barras de Alimentación al Rotor
5.	Pruebas en el Rotor (MEGGER, Impedancia y Resistencia Óhmica)
6.	Análisis de Vibraciones para cunas flojas
7.	Pruebas de Termografía
8.	Revisión Visual de las Bobinas de los Polos Salientes
9.	Medición del Voltaje de Fuga del eje Rotor para evaluar descargas a los cojinetes
10.	Verificación de los RTD.
11.	Inspección de la excitatriz, diodos y reajuste de conexiones
12.	Inspección y pruebas en el cubículo del neutro: <ol style="list-style-type: none"> 1. Transformador 2. Cables 3. Resistencia de Descarga
13.	Verificación, Pruebas Eléctricas de todos los relevadores del Generador
14.	Inspección de Caja de Terminales de Salida, TC's, cables Tablillas Terminales, Empaquetaduras de la Caja

15.	<p>Inspección y Reajuste en Bus Ducto.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Juntas de expansión 2. Aisladores de Soporte 3. Conexión a Tierra 4. Tornillería y Unión de Sección de Barras de Cobre 5. Sellado en Silicón de Ductos 6. Interruptor del Generador
16.	<p>Inspección y Pruebas Eléctricas al Gabinete de Potenciales y Protección del Generador</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Transformadores de Potencial 2. Pararrayos 3. Capacitores Fusibles 4. Cables y Terminales
17.	<p>Pruebas Eléctricas y Operativas en el Interruptor de Campo Circuitos Auxiliares (Sistema de Cierre y Apertura)</p>
18.	<p>Calibración Protecciones del Generador, Verificación de la Operación de todos los Circuitos de Disparo</p>
<p>MANTENIMIENTO MAYOR "Recomendado realizarlo cada 5 años"</p>	
1.	<p>Extracción del rotor de acuerdo al Procedimiento del Fabricante</p>
2.	<p>Inspección Visual y Tacto del Bobinado del Estator</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contaminación por residuos de Aceite y Agua 2. Producción de pasta blanca debido a descargas por Efecto Corona en Cabezas del Bobinado 3. Limpieza de Ductos de Aire en el Núcleo del Estator y Rotor 4. Sobrecalentamiento, revisando Historial de Operación de Termopares 5. Abrasión efectuando Análisis Químicos de Abrasivos, Historial de Vibraciones y Amarres
3.	<p>Diagnostico del Acunado</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inspección Visual y Prueba de Sonido con Martillo 2. Instrumento Generador de Frecuencia Vintek
4.	<p>Inspección Visual al Tacto y con Martillo de los Cabezales del Estator</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soportes detectando grietas, roturas y corona 2. Espaciadores verificando amarres, resinas y roturas 3. Pernos y candados verificando aflojamiento, rajaduras, apriete o sustitución.
5.	<p>Inspección del Núcleo Verificado la existencia de Corrosión y evidencia de Quemaduras</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aflojamiento de paquetes de Laminación 2. Evidencia de Danos Mecánicos 3. Evidencia de Puntos Calientes 4. Condición de Anclaje con la Estructura 5. Análisis químicos de Residuos 6. Limpieza y Aplicación de Barniz en el foco de calentamiento.
6.	<p>Limpieza de Ductos de Enfriamiento del Estator</p>
7.	<p>Pruebas Eléctricas en el Estator (MEGGER, Resistencia Óhmica, Factor de Potencia, Descargas Parciales)</p>
8.	<p>Pruebas Eléctricas en el Rotor (MEGGER, Resistencia Óhmica, Impedancia)</p>

9.	Inspección del Rotor: <ul style="list-style-type: none"> ● Cuerpo del Rotor verificando Cuñas ● Campanas y sus Candados ● Aspas de Ventiladores realineando orificios de Ventilación ● Grietas ● Aflojamiento ● Inspección con Boroscopio de pernos de Conexión.
10.	Inspección Visual con remoción de Campanas, si se lo requiere <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar evidencia de calentamiento entre Campanas y Cuerpo del Rotor 2. A la Campana, efectuar pruebas de ultrasonido, líquidos penetrantes y partículas magnéticas 3. Al bobinado del rotor, deformación de boninas, movimiento de separadores, aislamiento entre polaridades, uniones solidas entre bobinas, pernos de unión entre barras de alimentación 4. Aislamiento verificando sus condiciones y reemplazando por uno nuevo 5. Anillo amortiguador verificando evidencia de calentamiento, fractura y desgaste, efectuándole pruebas de líquido penetrantes y ultrasonido.

Tabla 4.5.1.3.1. Procesos de Mantenimiento para Generadores.³⁰

Los Procesos de Mantenimiento para el Motor Mitsubishi MAN – V9V 40/5 se los enlista y se los describen en la Tabla 4.5.1.3.2.:

PLAN DE MANTENIMIENTO								
PARTES DEL MOTOR	TRABAJO DE MANTENIMIENTO	HORAS DE SERVICIO x 1000						
		Diario	2	4-6	8-10	12-15	16-20	20-25
Cigüeñal	Controlar la deflexión del cigüeñal.							
	Medición del Cigüeñal.							
Cojinetes de Bancada	Comprobar el juego y apriete de los cojinetes.							
	Comprobar el juego y apriete de los cojinetes externos y del centro.							
	Desmontar y controlar los cojinetes externos y del centro, de ajuste y del exterior.							
	Desmontar y controlar los cojinetes, del centro, de ajuste y del exterior.							
Cojinetes de Biela	Controlar los juegos.							
	Medir los juegos de los cojinetes oscilantes.							
	Controlar la tensión previa de los pernos de biela.							

³⁰ Cap. Tec. Integral 2010 – Personal de Mantenimiento Central Guangopolo: Ing. Marco Chicaiza

Émbolo - Pistón	Desmontar y controlar los émbolos 1 y 2.								
	Controlar las superficies de deslizamiento, gargantas de segmentos, cambiar el primer anillo y recolector de aceite.								
	Desmontar los émbolos y controlar sus piezas.								
Amortiguador	Controlar los manquitos elásticos.								
Culata - Cabezote	Efectuar pruebas de presión y limpiar las superficies de contacto con el agua.								
Válvulas de Escape	Desmontar y Controlar.								
	Cambiar y rectificar las que sean necesarias.								
Válvulas de Admisión	Desmontar y Controlar.								
	Esmerilar.								
Inyectores	Controlar la presión de apertura y chorro.								
	Controlar el ajuste de la tuerca de tobera, cambiar aguja y guía, examinar la superficie de contacto y cierre.								
Bomba de Inyección	Desmontar y controlar todas las bombas.								
	Desmontar, limpiar, cambiar pistón - cilindro si es necesario.								
	Comprobar la buena movilidad del varillaje.								
Camisas de Cilindro	Medir todas.								
	Controlar la superficie en contacto con el agua.								
	Extraer y controlar camisas (Todas).								
Auxiliares	Controlar niveles y verificar parámetros.								

Tabla 4.5.1.3.2. Procesos de Mantenimiento para Motores Mitsubishi MAN V9V
40/54.³¹

4.5.4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Al momento de realizar una Evaluación del Sistema de Mantenimiento va enfocada a comprobar **CÓMO** se realizan las acciones señaladas a continuación:

- Disponer de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.

³¹ Cap. Tec. Integral 2010 – Personal de Mantenimiento Central Guangopolo: Ing. Manuel Salazar

- La mano de obra debe estar lo suficientemente calificada para acometer las tareas que sea necesario llevar a cabo.
- El rendimiento de esta mano de obra sea lo más alto posible.
- Disponer de los equipos, máquinas y herramientas más adecuadas para los equipos que hay que atender.
- Los Materiales utilizados para el mantenimiento cumplan los requisitos necesarios.
- El Dinero invertido en materiales y repuestos sea el más bajo posible.
- Disponer de métodos de trabajo más apropiados para acometer las tareas de mantenimiento.
- Las Reparaciones que se efectúen tengan una alta fiabilidad, es decir, no que estas reparaciones no vuelvan a presentarse en un largo período de tiempo.
- Las Paradas que se ocasionan en los equipos por resultado de averías o intervenciones programadas, no lleguen a afectar al Plan de Producción, y por tanto, no afecten a los clientes (externos o internos).
- Disponer de información útil y confiable acerca de la evolución del mantenimiento, siendo esta fundamental para toma de decisiones.

Una vez analizado lo anterior, podemos decir que el objetivo que se persigue al momento de realizar una evaluación no es juzgar al responsable de mantenimiento, por lo contrario, lo que se busca es saber:

- La situación en que se encuentra el Departamento de Mantenimiento.
- Identificar en qué puntos se puede realizar una mejora y determinar las acciones que son necesarias para mejorar los resultados.

4.5.4.1. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

El cuestionario propuesto contiene 105 preguntas, estas contemplan la evaluación de:

- La Excelencia en el Mantenimiento.
- El Análisis del Personal del Departamento de Mantenimiento.
- El Análisis de los Medios Técnicos Empleados en el Mantenimiento.
- El Mantenimiento Preventivo y Plan de Mantenimiento.
- La Organización del Mantenimiento Correctivo.
- El Análisis del Sistema de Información.
- El Análisis de Stock de Repuestos.
- El Análisis de Resultados del Labor de Mantenimiento.

Estas preguntas cuentan con 4 posibles valores:

- “3” si la respuesta a la cuestión planteada es muy favorable.
- “2” si la situación es mejorable, aunque aceptable.
- “1” si la situación es desfavorable.
- “0” si la respuesta es tan desalentadora como para considerar la situación de ese punto un auténtico desastre.

Para obtener la calificación de dicha evaluación se lo calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% Eval = \frac{\text{Numero de puntos Obtenidos}}{315 (\text{Máximo Posible de Encuesta})} \times 100$$

Este valor expresado de manera porcentual lo podemos llamar Índice de Conformidad.

ÍNDICE DE CONFORMIDAD	SISTEMA DE MANTENIMIENTO
$\% Eval < 40\%$	Sistema muy deficiente
$40 < \% Eval < 60\%$	Aceptable pero mejorable
$60 < \% Eval < 75\%$	Buen Sistema de Mantenimiento
$75 < \% Eval < 85\%$	El sistema de Mantenimiento es muy bueno
$\% Eval > 85\%$	El sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente

Tabla 4.5.4.1.1. Valores de Referencia del Índice de Conformidad.³²

Todas las que resultaren con puntaje de un “0” o un “1”, se las debe incluir dentro de Plan de Acción, el cual tendrá por objetivo identificar los problemas que existen en la Gestión del Mantenimiento, y como se propone solucionarlos.

Dentro de este Plan de Acción se contempla evaluaciones para comprobar que los puntos en donde se habían obtenido un resultado desfavorable hayan sido corregidos y también constatar que puntos favorables no decaigan en su acción.

³² Fuente: www.renovetec.com

4.5.4.2. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO					
No	CRITERIO	0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	Tiempo de respuesta muy lento	Desfavorable	Aceptable, pero con inconvenientes	Inmediato
2	¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?	Si, varias personas	Si, al menos una persona imprescindible	En algunos casos, si	no
3	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?	No hay Personas para Mant. Programado	Si el correctivo aumenta, no	si, peros si aumentado mucho no	Mant. Programado o independiente
4	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?	Si, siempre	En general, si	En general, no	Nunca
5	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?	No	Sí, pero no se cumple	Si, en casi todos los puestos	Sí
6	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	No	No siempre	Casi Siempre	Sí
7	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	No	Sí, pero la forma no es la adecuada	Mejorable, pero aceptable	Sí
8	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	No	Graves defectos	Mejorable, ero aceptable	Sí
9	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?	No	Muy poca incidencia	Mejorable, ero aceptable	Sí
10	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
11	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
12	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos

13	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
14	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
15	¿Se respeta el horario de entrada y salida?	Generalment e no	A menudo, no	En general sí, con alguna excepción	Siempre
16	¿Se respeta la duración de los descansos?	Generalment e no	A menudo, no	En general sí, con alguna excepción	Siempre
17	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?	No	Preocupante	Mejorable, ero aceptable	Sí
18	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	En Absoluto	Mucho Mayores	Mejorable, ero aceptable	Sí
19	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	En Absoluto	En general, no	Sí, con alguna excepción	Sí
20	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?	En Absoluto	No siempre	Casi siempre	Sí
21	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?	No	Poca proyección	Lo ven posible	Sí
	¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario?	Mus insatisfecho	Reclaman mejoras	Pequeños ajustes	Si, muy satisfactori o
23	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?	En Absoluto	Algunas diferencias	Reclaman pequeñas mejoras	Sí
24	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	No	Poco	Suficiente	Muy compromet idos
25	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?	En general no	Se detectan quejas	Pequeñas diferencias	Excelente concepto
26	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del departamento de mantenimiento es agradable?	Malo	Regular	Normal	Bueno
27	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	Muy alto	Más alto de lo normal	Normal	Muy Bajo

28	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo	Muy alto	Más alto de lo normal	Normal	Muy Bajo
29	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
30	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
31	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
32	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
33	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
34	¿Los equipos de medida están calibrados?	En general no	No todos	Problemas menores	Sí, todos
35	¿Existe un inventario de herramientas?	No	Sí, pero no se ajusta a la realidad	Si, aunque no es exacto	Si
36	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?	No	Solo en alguna ocasión	Mejorable	Sí, periódicamente
37	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	En el peor lugar posible	No, pero no tiene solución	mejorable	Lugar Optimo
38	¿Está limpio y ordenado su interior?	No, muy desordenado	Mal aspecto	Mejorable, pero aceptable	Excelente
39	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
40	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
41	¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan?	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
42	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesitan? (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferenciales, etc.)	No	Carencias importante	Falta algo	Sí
43	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?	No existe Plan de Mtto.	Existe pero no es eficaz	Mejorable, pero aceptable	Sí

44	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	No se programa nada	Programa inadecuado	Mejorable, pero aceptable	Sí
45	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí, perfectamente
46	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	No	En general, no	En general, si	Sí
47	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	No	Muy pocos	Lo más importante	Sí
48	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí
49	¿El plan de mantenimiento se realiza?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Sí
50	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	No, todo es correctivo	Gran parte, correctivo	Mejorable, pero aceptable	Sí
51	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable	Muy Bajo
52	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable	Muy Bajo
53	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	No	Sí, pero tiene graves defectos	Sí, pero es mejorable	Si
54	¿Este sistema se utiliza correctamente?	No	En general, no	En general, si	Si
55	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable	Muy Bajo
56	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	Muy alto	Regular	Mejorable	Muy Bajo
57	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?	No	En general, no	En general, si	Si, en todos los casos
58	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?	No	Análisis Incompleto	Mejorable, pero aceptable	Si
59	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?	No	En general, no	En general, si	Siempre

60	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?	No	Faltan procedimientos importantes	Casi todos	Si
61	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?	No	Importantes deficiencias	Pequeñas diferencias	Si
62	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?	No	Importantes deficiencias	Pequeñas diferencias	Si
63	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?	No, nunca	En general, no	En general, si	Siempre, de forma sistemática
64	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Sí, pero es incorrecto	Sí, pero es mejorable	Si
65	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	No	En general, no	En general, si	Si
66	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	No, nunca	En general, no	En general, si	Si
67	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?	Nunca	En general, no	En general, si	Siempre
68	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	No	Deficiencias graves	Mejorable, pero aceptable	Si
69	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes?	No	En general, no	En general, si	Si
70	¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?	No	En general, no	En general, si	Si
71	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?	No	Carencias importante	Mejorable	Si
72	¿El sistema informático supone una carga burocrática importante?	No	En general, no	En general, si	Si
73	¿El sistema informático aporta información útil?	No	En general, no	En general, si	Si
74	¿El sistema informático aporta información fiable?	No	En general, no	En general, si	Si
75	¿Los mandos de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?	No	En general, no	En general, si	Si
76	¿Los operarios de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?	No	En general, no	En general, si	Si

77	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	No	Sí, pero con conflictos de información útil	Mejorable, pero aceptable	Si
78	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
79	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	No	Si pero no es válida	Mejorable, pero aceptable	Si
80	Los criterios empleados para elaborar esa lista, ¿son válidos?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
81	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
82	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
83	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Si
84	¿Los movimientos del almacén se registran en el sistema informático?	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Si
85	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	No	Muchas deficiencias	Pequeñas deficiencias	Si
86	¿El almacén está limpio y ordenado?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
87	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?	No	No, aunque no hay otro sitio	Mejorable, pero aceptable	Si
88	¿Es fácil localizar cualquier pieza?	No	Difícil	Mejorable, pero aceptable	Si
89	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	No		Mejorable, pero aceptable	Si
90	¿Se realizan comprobaciones del material cuando se recibe?	No, nunca	Solo algunas veces, pocas	Casi siempre	Siempre

91	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No	Es baja	Si	Excelente
92	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	No	Es baja	Si	Excelente
93	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?	Defiende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Si
94	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	No	Es baja	Si	Excelente
95	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Defiende mucho	Está descendiendo	Se mantiene	Si
96	¿El número de O.T. de emergencia es bajo?	No	Es alto	Si	Excelente
97	¿El número de O.T. de emergencia está descendiendo?	No	Es bajo	Si	Excelente
98	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy Bajo
99	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
100	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy Bajo
101	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
102	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy Bajo
103	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si
104	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	Alto	Bajo	Muy Bajo
105	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Si

Tabla 4.5.4.2.1. Cuestionario de Evaluación para el Sistema de Mantenimiento.³³

³³ Ibídem, p. 32

4.5.4.3. RESULTADOS DE EVALUACIÓN

Una vez realizada la evaluación (Ver Anexo 1), procedemos a encontrar el porcentaje del Índice de Conformidad para dicho Sistema de Mantenimiento.

$$\% \text{ EVALUACION} = \frac{\text{Numero de puntos Obtenidos}}{315 (\text{Máximo Posible de Encuesta})} \times 100$$

$$\% \text{ EVALUACION} = \frac{198}{315} \times 100$$

$$\% \text{ EVALUACION} = 62,85 \%$$

Con un Índice de Conformidad del 63%, tenemos como resultado que el Sistema de Mantenimiento que se emplea en la Central Termoeléctrica Guangopolo es considerado como un “Buen Sistema de Mantenimiento”, sin embargo se encontraron en la encuesta ciertas no conformidades como:

- Capacitación al nuevo Personal de Mantenimiento en la Central.
- Cierta Inconformidad por el trabajo realizado así como las necesidades del Personal de Mantenimiento que realiza este trabajo en la Central.
- No se realizan Análisis a los Fallos Críticos que se presentan en la Central.
- El Plan de Mantenimiento no se encuentra orientado a la prevención de Fallos Críticos que se presentan en la Central.
- No se cuenta con Procesos de Manteniendo establecidos en la Central.
- Los Procesos de Manteniendo establecidos en la Central, no cuentan con la información necesaria para su realización.
- El Personal de Mantenimiento no es capacitado de manera correcta acerca en los Procesos de Manteniendo establecidos en la Central.
- El Personal de Mantenimiento no cuenta con un Sistema para la consulta de los Procesos de Manteniendo establecidos en la Central.
- Los Procesos de Manteniendo establecidos en la Central, no son actualizados periódicamente.

CAPÍTULO 5

LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

5.1. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL

Una vez realizada la evaluación del Sistema de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo, se ve la necesidad de realizar el Levantamiento de Procesos para el Mantenimiento para los Motores Mitsubishi MAN V9V 40/54.

Los Procesos de Mantenimiento a levantar son:

- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Correctivo.

5.1.1. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Las tareas del Mantenimiento Predictivo es una parte muy importante que se debe establecer en La Central Termoeléctrica Guangopolo, ya que con esto lograremos chequear las Unidades de Generación mediante análisis, mediciones, tomas de datos e incluso simples observaciones visuales, y de encontrar algo anormal, o la evolución de un parámetro no es la adecuada, se actúa puesto que su necesidad es tenerlas en operación el numero establecido propuesto por el CENACE.

A continuación se describen las técnicas a utilizarse para este tipo de mantenimiento:

- **Inspecciones Visuales.-** Una inspección visual tienen por finalidad la observación del equipo, con el fin de identificar posibles problemas que pueden ser detectables a simple vista. Este tipo de problemas que

generalmente suelen presentarse de manera habitual pueden ser: ruidos anormales, vibraciones extrañas y fugas de aire, agua o aceite, verificación del estado de pintura y signos de corrosión. Dentro de esta tenemos:

- **Inspecciones Boroscópicas.-** Una inspección boroscópica tiene por finalidad realizar inspecciones visuales en lugares que son inaccesibles para el ojo humano con la ayuda de un equipo óptico, el baroscopio o endoscopio.

El boroscopio es un dispositivo largo y delgado en forma de varilla flexible. En el interior de este tubo, se encuentra un sistema telescópico con un sinnúmero de lentes, los cuales aportan una gran definición a la imagen. Además, está equipado con una poderosa fuente de luz. La imagen resultante puede verse en un monitor, o ser registrada en un videograbador o una impresora para su análisis posterior.

Con este dispositivo podemos conocer el estado de:

- Cámaras de Combustión en Motores de Combustión Interna.
 - Detectar fallos y fugas en haces tubulares y en zonas de difícil acceso en Calderas.
-
- **Lectura de Indicadores.-** La lectura de indicadores tiene por finalidad la anotación de los diferentes parámetros con los que se miden continuamente a los equipos, para compararlos con su rango normal. Fuera de ese rango normal, el equipo tiene un fallo. Este tipo de control, dado su sencillez y economía, es conveniente realizarlas a diario. Estas se llevan a cabo por el personal de operación, lo que además les permite conocer de forma continua el estado de la planta.

- **Análisis de Aceites.-** Un análisis de aceites de lubricación, es una herramienta que suministra numerosa información utilizable para diagnosticar el desgaste interno del equipo y el estado del lubricante. El estado del equipo se lo determina con el grado de contaminación del aceite por la presencia de partículas de desgaste o sustancias ajenas a este.

Este tipo de contaminación presente en el aceite se determina mediante la cuantificación del contenido de partículas metálicas, agua, materias carbonosas y partículas insolubles en una muestra del lubricante.

Entre los equipos a los que se puede realizar este tipo de análisis se encuentran:

- Motor de Combustión Interna.
 - Generador.
 - Transformadores principal, de servicio y auxiliar.
 - Bombas del circuito de refrigeración.
 - Ventiladores de torres de refrigeración.
 - Prensas y Maquinaria con equipos oleohidráulicos.
-
- **Análisis de Agua.-** Un análisis de agua, nos proporciona información acerca del proceso de tratamiento de agua residual que es generado en la Central. El agua residual antes de ser expulsada al medio ambiente, debe ser tratada, esto por proteger la salud pública así como para preservar el medio ambiente.

Antes de tratar el agua residual, se debe conocer su composición, lo cual es conocido como caracterización del agua. Este procedimiento nos permite:

- Conocer los elementos químicos y biológicos presentes en el agua.
- Generación de datos referenciales para comparación en muestras posteriores.
- Determinar acciones para el Tratamiento de Agua Residual, la eliminación de toda contaminación química y bacteriológica del agua

que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna, de manera tal que esta pueda ser dispuesta en el ambiente en forma segura.

- **Termografía Infrarroja.**- La Termografía Infrarroja es un procedimiento en el cual por medio de una Cámara Termográfica se produce una imagen visible a partir de radiación infrarroja que es emitida por objetos de acuerdo a su temperatura superficial.

Mediante la Termografía podemos detectar, sin necesidad del contacto físico con el elemento bajo análisis, cualquier falla que se manifieste en un cambio de la temperatura, por medio de medir los niveles de radiación dentro del espectro infrarrojo.

Una vez establecidos los procedimientos a realizarse para el Mantenimiento Predictivo, se Debe definir la Ruta de Inspección Visual dentro de la Central así como los procesos y encargados de realizar estas acciones.

Para poder definir la Ruta de Inspección Visual en la Central Termoeléctrica Guangopolo, se debe conocer donde se encuentran las áreas descritas anteriormente para el proceso de Generación Eléctrica.

Para ello se ilustra la Figura 5.1.1.1., donde se muestra la distribución de la Central Termoeléctrica Guangopolo así como los riesgos que se presentan en dichos espacios.

MAPA DE RIESGOS CENTRAL TÉRMICA GUANGOPOLO

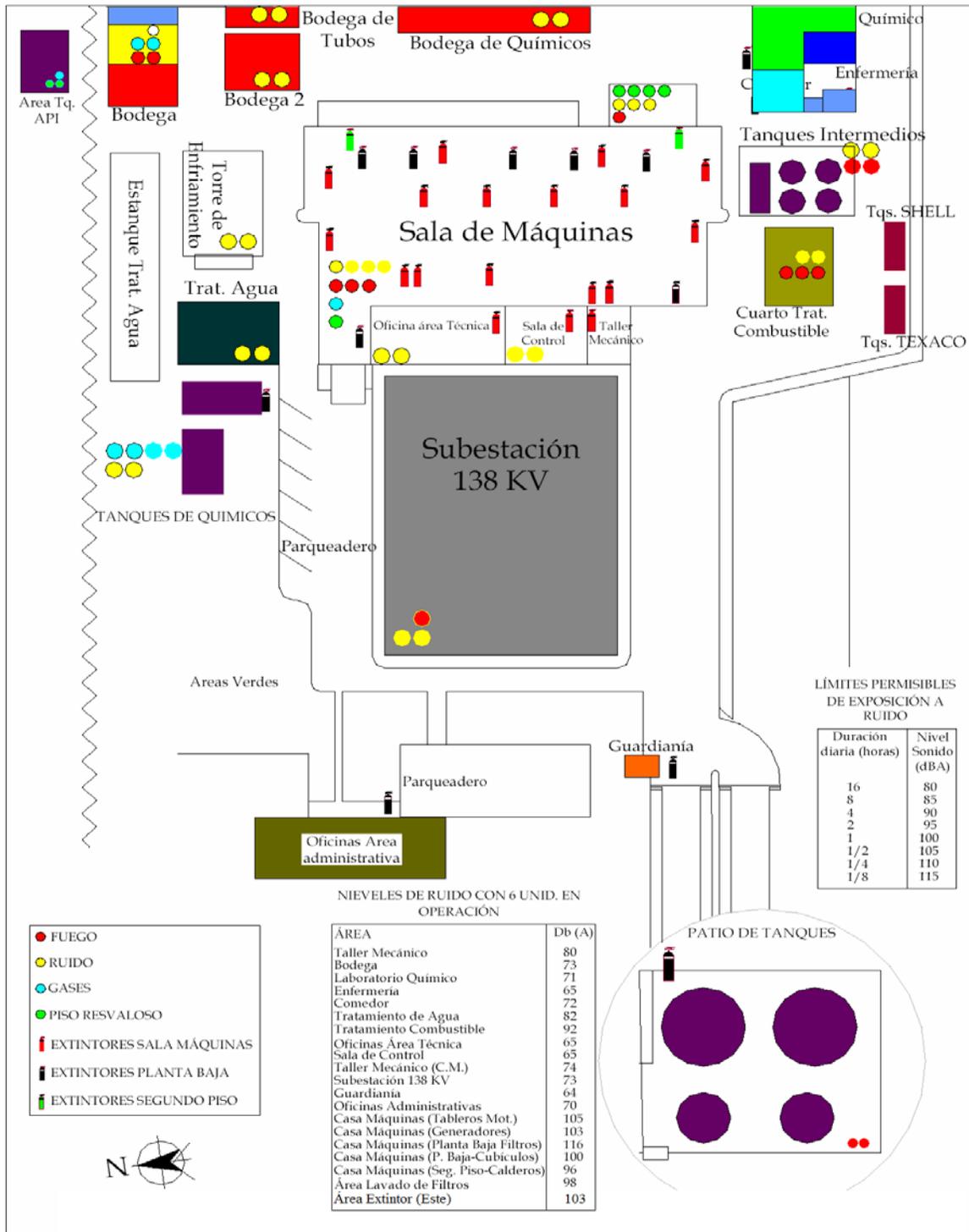


Figura 5.1.1.1. Mapa de Riesgos de la Central Térmica Guangopolo.³⁴

³⁴ Ibidem, p. 5

Considerando la distribución de la Central (Ver Figura 5.1.1.1.), se plantea la Ruta de Inspección Visual de la siguiente manera:

RUTA DE INSPECCIÓN VISUAL		
ESPACIO	ACCIÓN	PARÁMETRO
Sala de Control	Revisión de Tablero de Control	RPM Potencia Activa Potencia Reactiva Voltaje Temperatura Amperaje
	Revisión de Tablero de Auxiliar	Presión Temperatura Funcionamiento
Sala de Máquinas	Revisión de Motores	Cañería <ul style="list-style-type: none"> • Fugas Nivel de Aceite Temperatura Cojinete Temperatura Cañería
	Revisión de Tablero de Control	Pirómetro Presión Temperatura
	Revisión de Generador	Temperatura Cojinete
	Revisión e Inspección de Auxiliares	Bomba <ul style="list-style-type: none"> • Agua • Cilindro • Válvulas Filtro Aceite Modulo Combustible
	Revisión de Compresores	Nivel de Aceite Purgado de Tanques de Presión
Planta Alta	Revisión de Caldero	Nivel de Agua Válvula Presión Caldero en Servicio
	Revisión Tanques y Auxiliare de Servicio	Nivel Combustible Bombas Presión

Planta Baja	Revisión Auxiliares de Unidades de Generación	Bomba Aceite Filtro Aire
	Revisión Caldero Auxiliar	Nivel de Agua Válvula Presión
Sala de Combustible	Revisión Purificadora de Servicio	Presión Temperatura Servicio
	Revisión Bomba Transferencia	Condición
	Tubería	Estado Funcionamiento
Patio de Tanques Intermedio	Revisión de Tanques	Nivel <ul style="list-style-type: none"> • Bunker • Diesel • Aceite Cilindros • Aceite Sist. Lubricación Principal • API - 1
	Revisión de Tubería	Estado Funcionamiento
Sala de Tratamiento de Agua	Tablero de Control	Condición <ul style="list-style-type: none"> • Operativo • Tablero de Control Nivel
	Tablero de Auxiliares	Operativo <ul style="list-style-type: none"> • Tablero de Control • Bomba
Sistema de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	Condición Nivel
	Bomba	Operativo A y B
	Ventilador	Nivel de Aceite Operativo A y B
	Válvula	Condición Estado Tubería Fugas

Tabla 5.1.1.1. Ruta de Inspección Visual en la Central Termoeléctrica Guangopolo.

Los procesos, parámetros, y normas usados para la inspección y análisis en los espacios señalados anteriormente son:

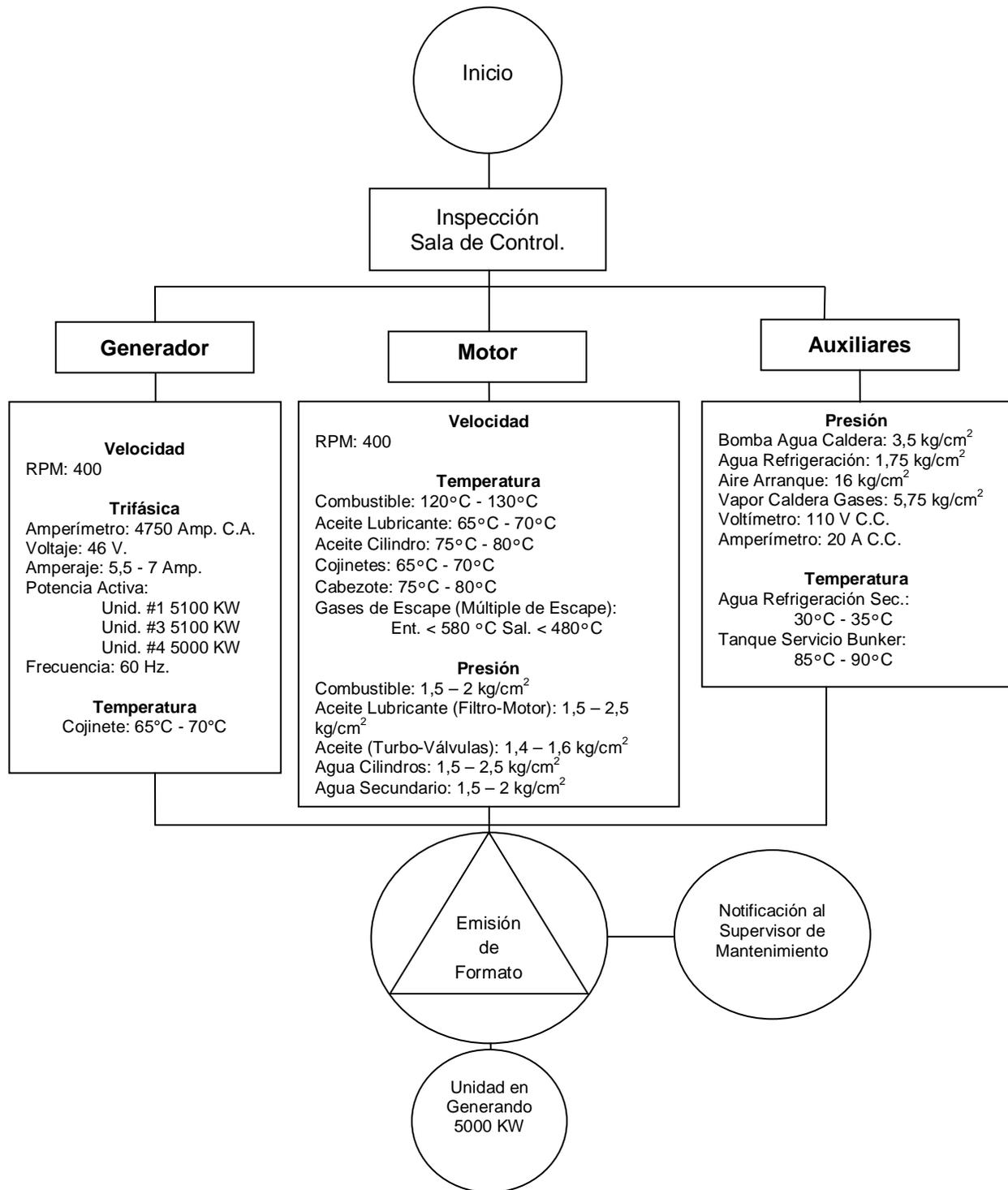


Figura 5.1.1.2. Proceso de Inspección Visual en Sala de Control.

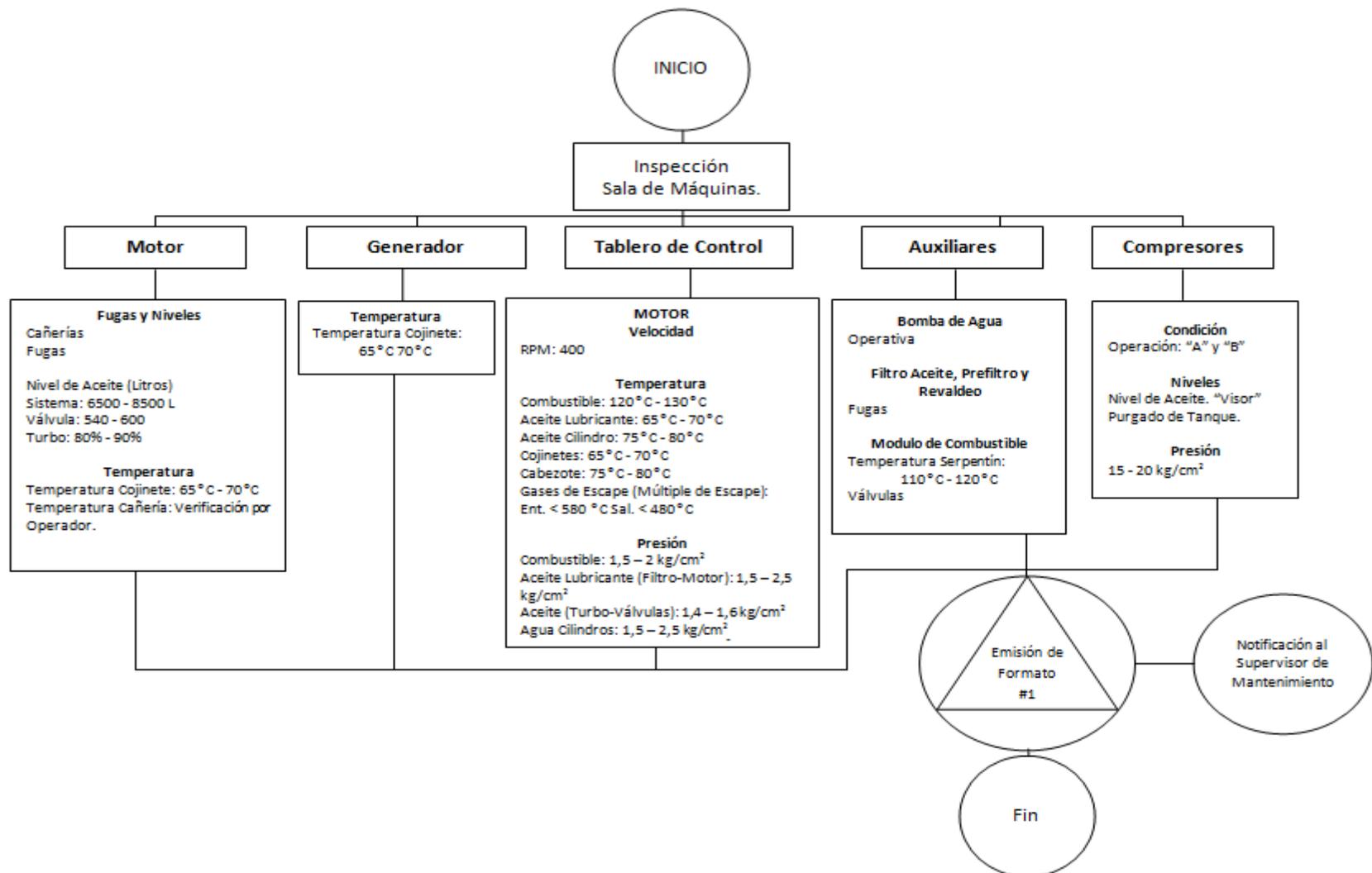


Figura 5.1.1.3. Proceso de Inspección Visual en Sala de Máquinas.

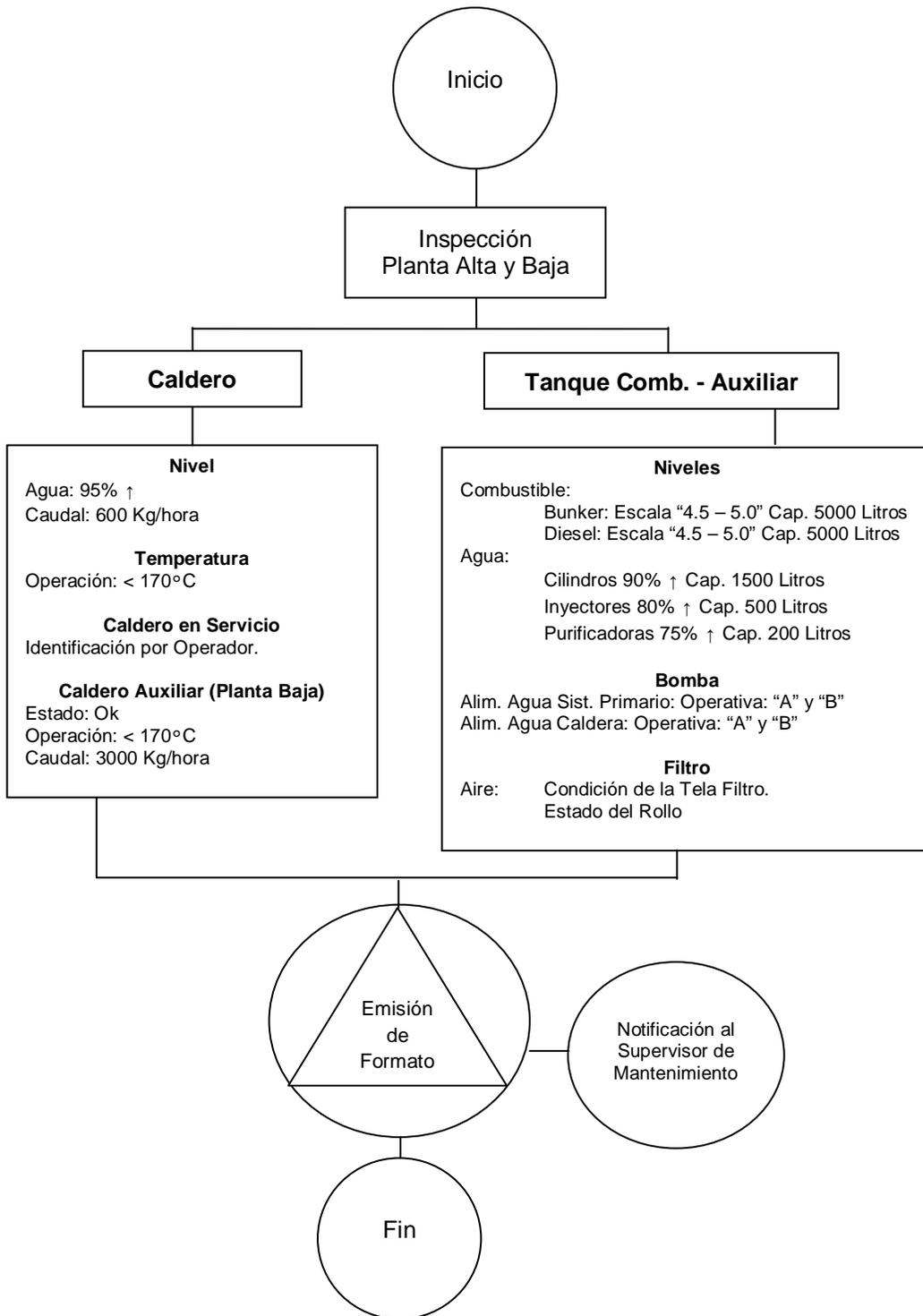


Figura 5.1.1.4. Proceso de Inspección Visual en Planta Alta y Baja.

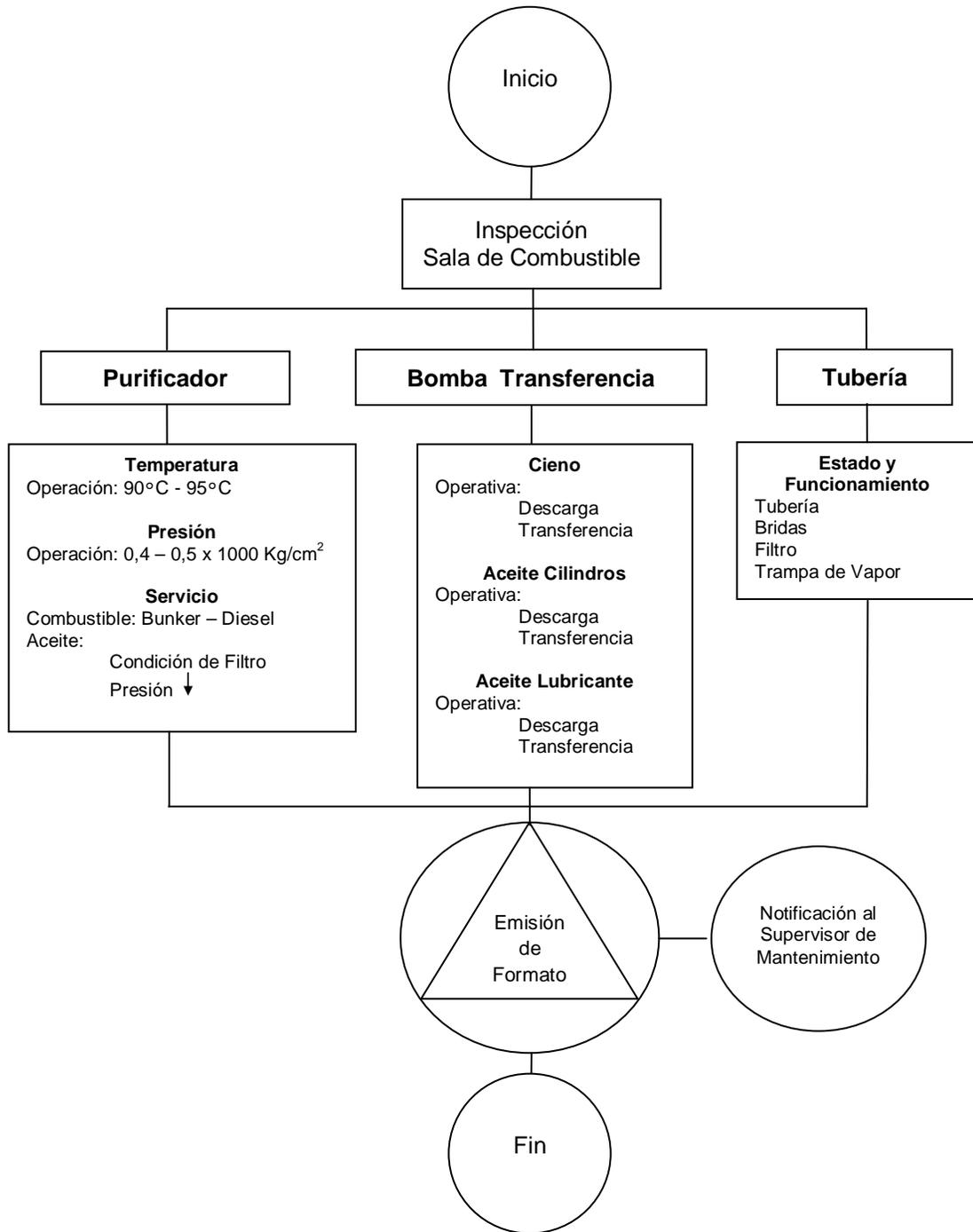


Figura 5.1.1.5. Proceso de Inspección Visual en Sala de Combustible.

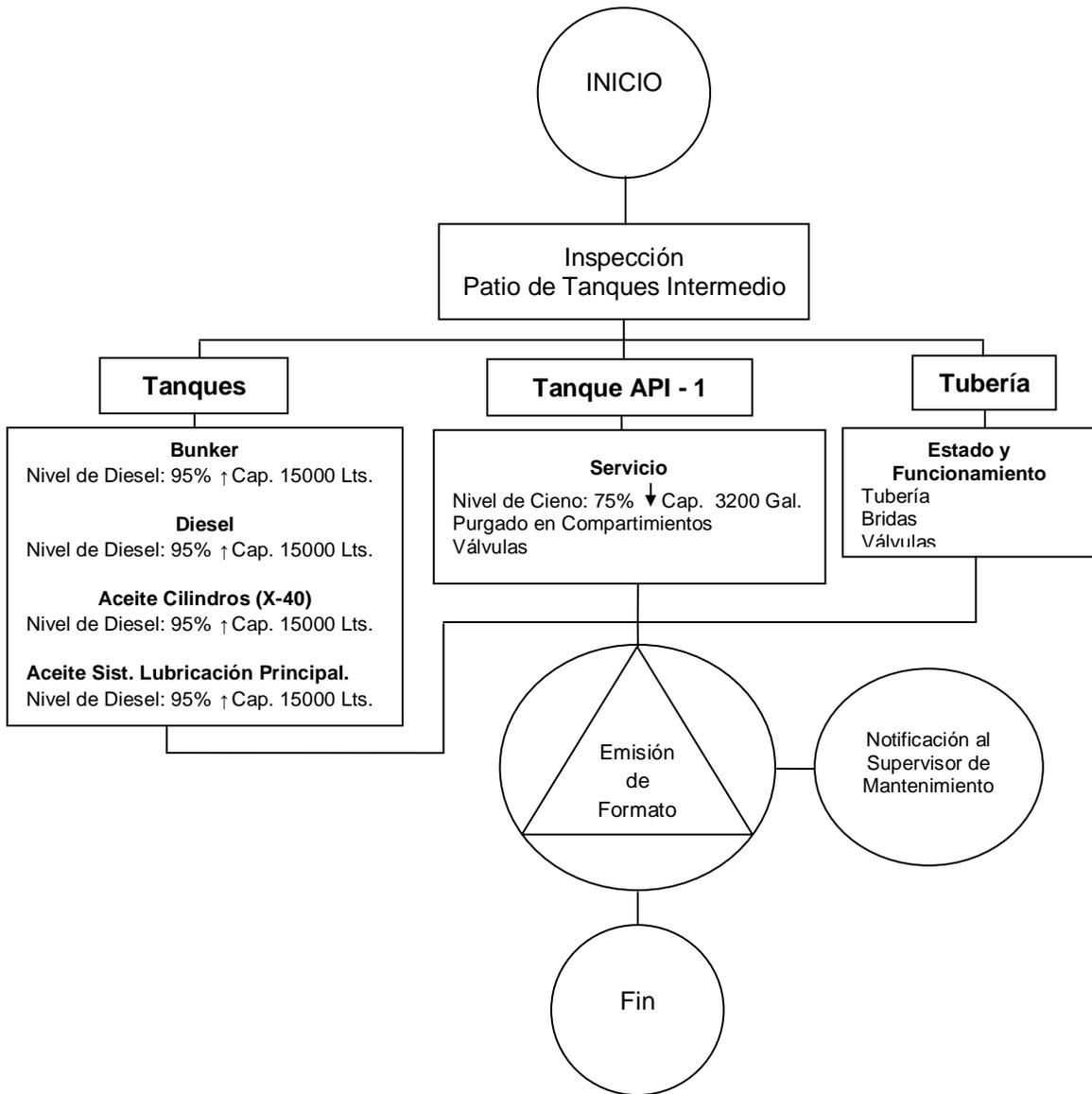


Figura 5.1.1.6. Proceso de Inspección Visual en Patio de Tanques Intermedio.

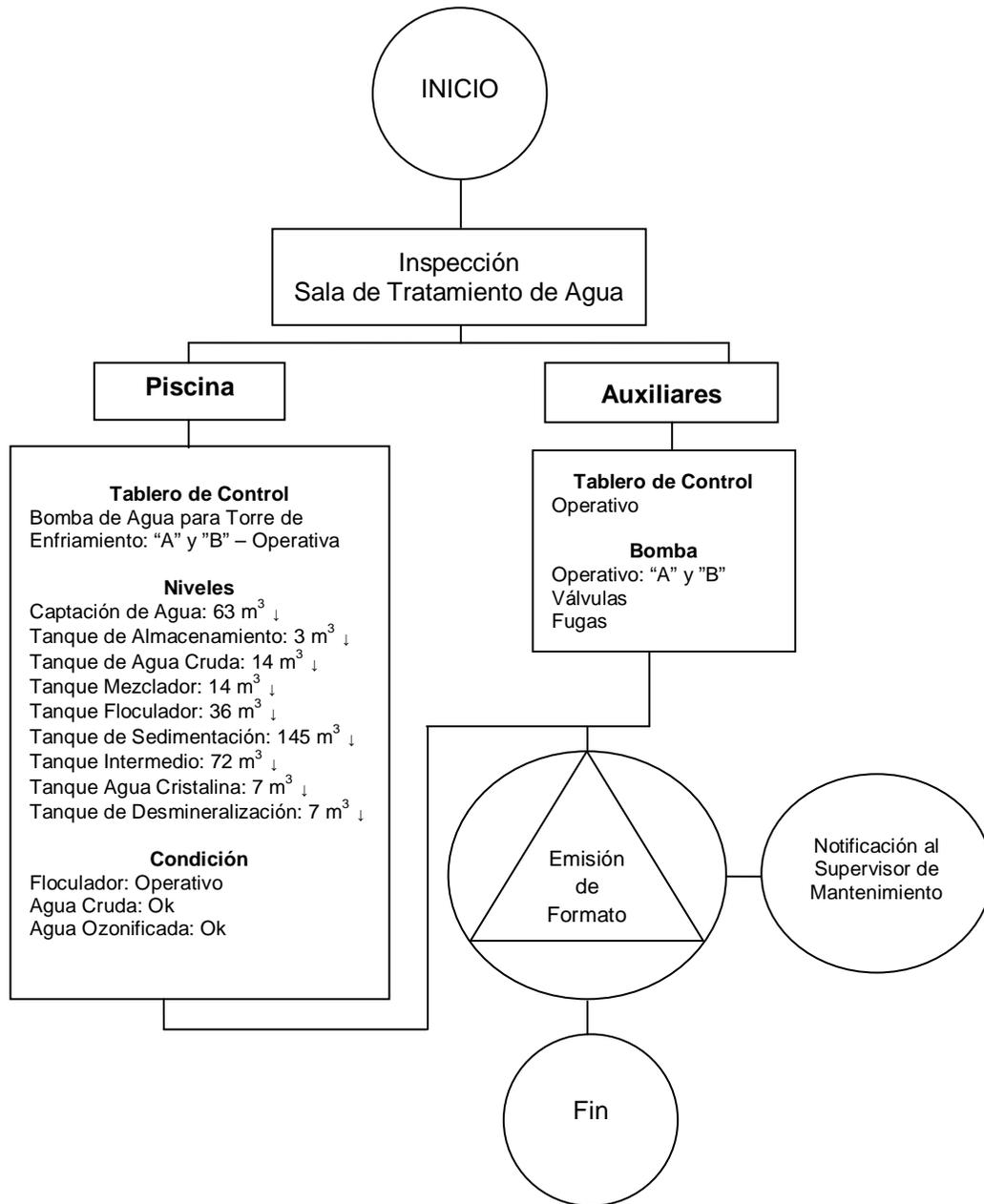


Figura 5.1.1.7. Proceso de Inspección Visual en Sala de Tratamiento de Agua.

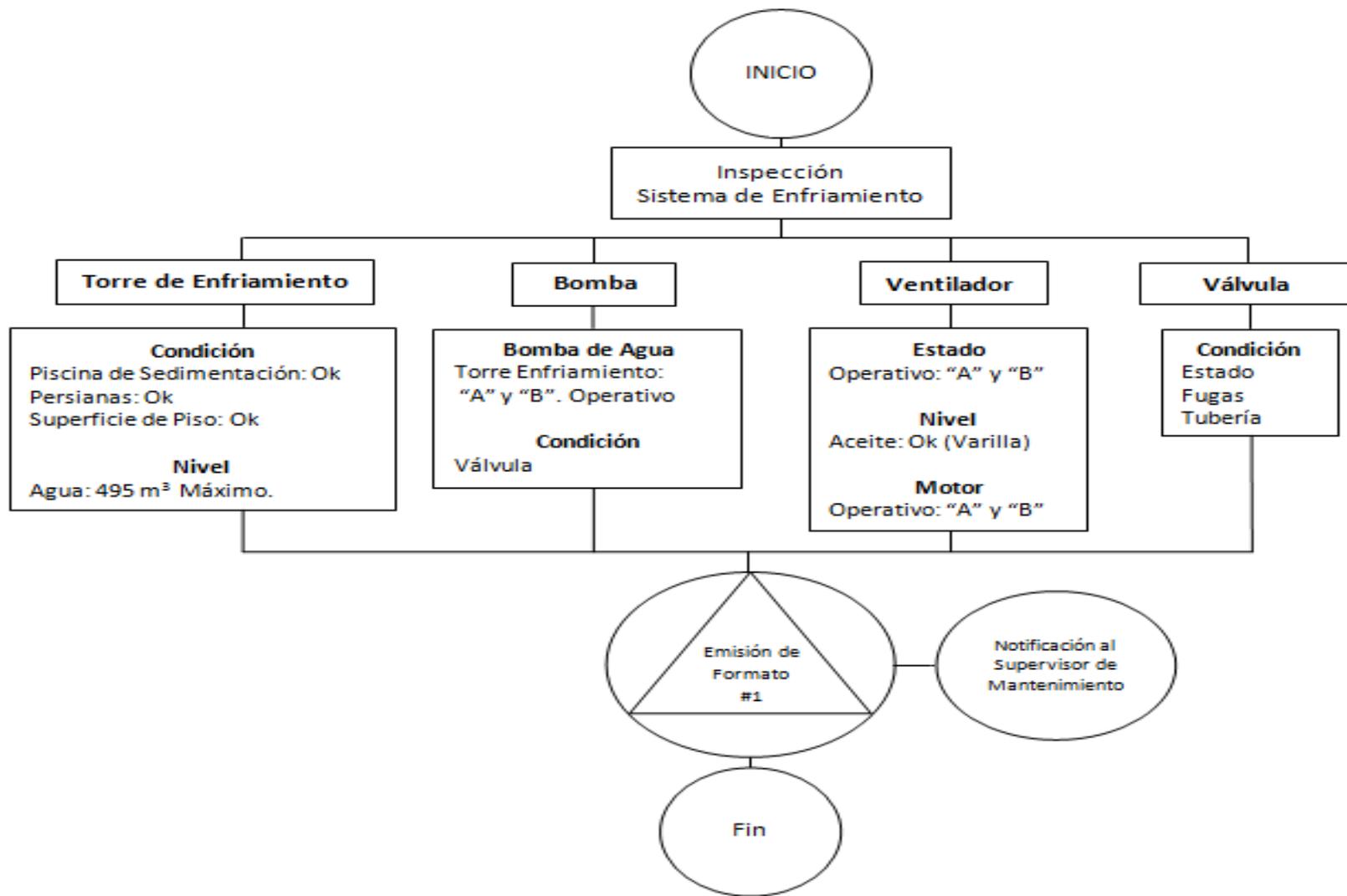


Figura 5.1.1.8. Proceso de Inspección Visual en Sistema de Enfriamiento

PARÁMETRO	NORMA ASTM-D	MÉTODO	REACTIVOS UTILIZADOS
Densidad	1298	Del hidrómetro	
Gravedad específica	1298	Del hidrómetro	
Gravedad API	1298 / 287	Del hidrómetro	
Color	1500	Instrumental	
Número de neutralización (BN)	2896	Titulométrico	<ul style="list-style-type: none"> • Acido acético glacial • Clorobenceno • Acido perclórico 0,1N • Acido perclórico • Anhidro acético
Punto de inflamación	92	De la copa abierta	
Insolubles en pentano	893	Del pentano-coagulante	<ul style="list-style-type: none"> • n-Pentano • n-Butyl Dietanolamine • 2-Propanol
Viscosidad cSt	445	Con viscosímetros de Ostwald	<ul style="list-style-type: none"> • Tolueno (limpieza)
Viscosidad SSF	88	Con viscosímetro Saybolt Furol	
Viscosidad Redwood	88	Con viscosímetro Saybolt Universal	
Carbono residual Ramsbottom	524	De evaporación y pirolisis	
Carbono residual Conradson	524	De evaporación y pirolisis	
Humedad	95	Destilación	<ul style="list-style-type: none"> • Tolueno
Agua y sedimentos	4007	Centrifugación	
Índice de viscosidad	2270	De cálculo	
Poder calórico	4809	De la bomba calorimétrica	<ul style="list-style-type: none"> • Anaranjado de metilo • Etanol • Carbonato de sodio 0,0725N
Cenizas	482	Gravimétrico	
Metalografico		Emisión atómica disco giratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Electrodo circular • Electrodo lápiz • pipetas

Tabla 5.1.1.2. Norma y Métodos aplicados para el Análisis de Aceite.³⁵

³⁵ Cap. Tec. Integral 2010 – Personal de Mantenimiento Central Guangopolo: Dr. Ramiro Reyes.

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	LIMITES DE CONTROL ACEITE DE SISTEMA	LIMITES DE CONTROL ACEITE DE TURBINA	LIMITES DE CONTROL ACEITE DIELECTRICO
Gravedad específica	Peso por Unidad de Volumen a 60°C.	0,900 - 0,915	----	0,84 - 0,91
Humedad	Contenido de Agua.	Trazas (<0,05% v-v)	< 150 ppm ó 80% del Agua de saturación del Aire.	< 0,30 ppm
Punto de inflamación	Temperatura mínima de Inflamación de Vapores.	> 230°C	----	> 132°C
Color	Impresión Visual causada en función de la longitud de onda de la radiación luminosa desprendida.	----	Cualquier cambio Significativo respecto al nuevo Aceite	< 2 unid. de Color ASTM
Número de Neutralización	Cantidad de Acido para Neutralizar Bases Titulables.	> 21 mg KOH/g	0,1 mg KOH/g por encima del nuevo Aceite	< 0,05 mg KOH/g
Viscosidad a 40 °C	Resistencia a Fluir a 40°C.	140 - 170 cSt/s	140 - 170 cSt/s	----
Viscosidad a 100 °C	Resistencia a Fluir a 100°C.	13,0 - 18,0 cSt/s	13,0 - 18,0 cSt/s	< 12 cSt/s
Índice de Viscosidad	Estabilidad de Viscosidad entre 40°C y 100°C.	> 90	----	----
Insolubles en Pentano	Material particulado insoluble en aceite y en pentano.	< 2,5% peso	----	----
Tensión Interfacial	Fuerza necesaria para separar un dispositivo estándar de la interface con un liquido de mayor tensión superficial (Agua).	----	----	> 32 Dinas/cm
Índice de Calidad	Relación entre la tensión interfacial y número de neutralización.	----	----	> 300
Rigidez Dieléctrica	Capacidad del aceite para soportar la tensión eléctrica.	----	----	> 30 Kv

Tabla 5.1.1.3. Parámetros para el Análisis de Aceite de Lubricación del Sistema, Turbina y Dieléctrico.³⁶

³⁶ Ibidem, p. 34

PARÁMETRO	NORMA APHA WNA WPCF	MÉTODO	REACTIVOS UTILIZADOS
Temperatura	2250	Instrumental	
pH	4500 - H	Electrométrico	● Cloruro de potasio 3M
Conductividad	2510	De conductividad eléctrica	
Nitritos	-----	De kit	● Sachets Nitriver 2
Turbiedad	2130	Nefelométrico	
Sólidos Totales Disueltos	2540	De cálculo	
Alcalinidad a la fenolftaleína	2320	Titulométrico	● Fenolftaleína ● Etanol ● Acido sulfúrico 0,02N (Ac. Sulf. 98%)
Alcalinidad Total	2320	Titulométrico	● Verde de bromocresol ● Etanol Acido sulfúrico 0,02N (Ac. Sulf. 98%)
Dureza cálcica	2340	Titulométrico	● Clorhidrato de hidroxilamina 10% ● Hidróxido de potasio 8N(KOH perlas) ● EDTA 0,01M(EDTA dihidratado)
Dureza magnésica	2340	Titulométrico	
Dureza total	2340	Titulométrico	● Tampón pH 10 Kurita N° 3 (Indicador de dureza total) ● EDTA 0,01M(EDTA dihidratado)
Cloruros	4500 - Cl	Argentométrico	● Cromato de potasio(indicador) ● Nitrato de plata 0,0141N
Sílice	4500 – Si	Del Molibdosilicato	● Acido clorhídrico 3+97(Ac. Clor.37%) ● Molibdato de amonio 10% ● Sulfito de sodio 17%
Sulfitos	4500 – SO	Yodométrico	● Acido sulfámico ● Almidos indicador ● Acido sulfúrico 1+1(Ac.Sulf.98%) ● EDTA 0,06711M(EDTA Dihidratado) ● Yoduro de potasio 0,0125M
Fosfatos	4500 – P	Del Cloruro Estannoso	● Acido sulfúrico 98% ● Molibdato de amonio acida ● Cloruro estañoso
Cloro residual	4500 - Cl	Yodométrico	● Sachets Cloro (DPD Total Cloriner)
Hierro	-----	De kit	● Sachets Ferrover Iron
Índice de estabilidad	-----	De cálculo	
Ciclos de concentración	-----	De cálculo	
Metalografico		Emisión atómica disco giratorio	● Electrodo circular ● Electrodo lápiz ● Pipetas

Tabla 5.1.1.4. Norma y Métodos aplicados para el Análisis de Agua.³⁷

³⁷ Ibidem, p. 34

PARÁMETRO	AGUA INERTE	AGUA DESMINERALIZADA	AGUA SECUNDARIA	AGUA CONDENSADORES	CALDEROS (1-2-3-4-5-6-E)	UNIDADES DE GENERACIÓN MITSUBISHI (1-2-3-4-5-6)
Temperatura						
pH		6,5 - 7,5	7,9 - 8,3		10,5 – 11,5	10,0 - 11,0
Conductividad		< 10		< 10	2800 – 3300	2600 - 3000
Nitritos						400 - 600
Sólidos Totales Disueltos					< 2500	
Alcalinidad P						
Alcalinidad M						
Dureza Total		< 1		< 1	< 1	< 1
Dureza Cálcica						
Dureza Magnésica						
Carbonatos						
Bicarbonatos						
Cloruros		< 6		< 6		
Hierro		< 0,1		< 0,1		< 0,25
Sílice						
Fosfatos			3,0 - 3,5			
Sulfitos						
Índice de Estabilidad			6,0 - 7,0			
Ciclos de Concentración			2,0 - 2,5			
CONTROLAR						
Turbiedad de Agua Cruda						
Turbiedad de Agua de Alimentación al Filtro de Antracita			< 2.0 NTU			
Cloro Residual de Agua de Alimentación al Filtro de Antracita			< 1,0 ppm Cl ₂			

Tabla 5.1.1.5. Parámetros para el Análisis de Agua.³⁸

La Inspección Visual se debe realizar de manera diaria, puesto que así controlaremos el estado de manera global a la Central. Los Análisis de Aceite, Combustible y Agua, al representar una mayor complejidad, mediante la

³⁸ Ibidem, p. 34

experiencia adquirida por los datos que se obtienen en el laboratorio, se los realizan de acuerdo al siguiente cronograma:

CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO				
FRECUENCIA DE ANÁLISIS				
Aguas	Combustibles	Aceites Lubricantes	Aceites Dieléctricos	Productos Químicos
2 veces a la Semana.	Combustible de Recepción • 1 vez al mes	Aceite usado • 1 vez cada 15 días	2 veces al Año.	Según disposición del Administrador de Contrato.
	Combustible de inyección • 3 veces a la semana	Aceite Nuevo • En cada recepción.		

Tabla 5.1.1.6. Frecuencia de Análisis en la Central Termoeléctrico Guangopolo.³⁹

5.1.2. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento Preventivo va enfocado hacia el funcionamiento, ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación y calibración, que deben llevarse a cabo de manera periódica de acuerdo a las Horas de Generación y no con respecto a la experiencia de operarios.

Con este mantenimiento lograremos:

- Que los equipos e instalaciones se encuentren en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.
- Determinar las causas de las fallas repetitivas que presentan los equipos.
- Contar con un tiempo de operación seguro del equipo.

³⁹ Ibidem, p. 5

En este Mantenimiento tenemos el Overhaul, el cual consiste en revisar los elementos sometidos a desgaste para su reparación o sustitución si es el caso, con lo cual estaremos devolviendo las condiciones iniciales de funcionamiento a la maquina y asegurar el tiempo de funcionamiento.

En la siguiente tabla se muestran los Overhaul por horas de Generación.

OVERHAULL		
TIPO DE OVERHAUL	HORAS DE GENERACIÓN	ACCIONES DE MANTENIMIENTO
Menor	3.000	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Turbocargador.
Intermedio	6.000	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Turbocargador. • Cambio de Rines. • Revisión de Pistones.
Mayor	12.000	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Turbocargador. • Cambio de Rines. • Revisión de Pistones. • Enfriador de Aire. • Intercambiador de Calor: <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Sistema. • Aceite de Turbo. • Agua de Válvulas. • Agua de Camisas. • Limpieza del Generador. • Limpieza de la Excitatriz. • Auxiliares. <ul style="list-style-type: none"> • Sellos. • Rodamientos.

Tabla 5.1.2.1. Overhauill.⁴⁰

Una vez establecido el Mantenimiento Predictivo y su enfoque dentro de la Central Termoeléctrica Guangopolo, se levantan los procesos para el Overhauill Mayor de 12.000 Horas, puesto que en este se involucran las Acciones de Mantenimiento de 3.000 y 6.000 Horas de las Unidades en Generación.

⁴⁰ Ibidem, p. 5

Para detallar de mejor manera los Procesos de Mantenimiento para el Overhaul Mayor de 12.000 horas se los clasifico de la siguiente manera:

- Parada de Motor
- Desmontaje
- Desarmado
- Limpieza – Análisis – Verificación
- Rectificado – Pulido
- Armado
- Montaje
- Arranque del Motor.

PARADA DEL MOTOR PARA UNA CORTA INTERRUPCIÓN DE SERVICIO	
No	PROCESO
1	Chequear si hay suficiente aire comprimiendo en el tanque receptor de aire de arranque.
2	Disminuir la carga y marchar con poca carga.
3	Mover la palanca de control de combustible a la admisión cero, o dejar detenido el funcionamiento del motor en el regulador de velocidad (Woodward Governor).
4	Conectar o seguir manejando: <ul style="list-style-type: none"> • Bomba de Agua Enfriadora (de Reserva). • Bomba de Aceite Lubricante (de Reserva). • Enfriar el motor parado durante unos 10 minutos. NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Una vez realizado esto, el motor puede se encuentra listo para Arrancar.
PARADA DEL MOTOR PARA REALIZAR OVERHAULL	
No	PROCESO
1	Repetir Pasos de Para del Motor para una Corta Interrupción de Servicio.
2	Cerrar Válvulas de Combustible.
3	Cerrar el Paso de Aire de Arranque.
4	Dejar todas las tuberías sin presión.
5	Chequear la Temperatura de Cojinete del Mecanismo de de Accionamiento.
6	Chequear si todos los pernos y Tuercas en la caja de cigüeñal están apretados correctamente.
7	Limpiar el Motor y Realizar una Inspección Ocular.
8	Vaciar el agua completamente en las temperaturas debajo del punto de Congelación o en caso del peligro de helada, ya que el agua enfriadora, al congelarse puede agrietar las cámaras de agua enfriadora.

Tabla 5.1.2.2. Parada del Motor para una Corta/Larga Interrupción de Servicio.

Para el Desmontaje tenemos los siguientes procesos:

DESMONTAJE DE TAPAS DE BLOCK		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 16 Tuercas de Sujeción de Tapa de Block	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 22 mm.
2	Retirar Tapa de Block	
Retirar Tapa de Block de 1 - 9 Lado Derecho e Izquierdo.		

Tabla 5.1.2.3. Desmontaje de Tapas de Block.

DESMONTAJE DE CABEZOTE (LADO IZQUIERDO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 4 Pernos de Sujeción de Línea de Agua de Cilindros a Tubería de Agua de Cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 19 mm.
2	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tubería de Agua de Cilindros a Cabezote.	
3	Retirar Tubería de Agua de Cilindros.	
4	Aflojar 5 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 19 mm.
5	Retirar 3 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	
6	Enganchar Estrobo a Tapa de Cabezote.	
7	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil de 5 Ton.	
8	Sujetar Tapa de Cabezote.	
9	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	
10	Levantar Tapa de Cabezote.	
11	Bajar y Colocar en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).	
12	Desenganchar Estrobo de Tapa de Cabezote.	
13	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
14	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 22 mm.
15	Retirar Inyector de Cabezote.	
16	Aflojar y Retirar Tuberías de: <ul style="list-style-type: none"> • Aire para Válvula de Arranque. • Agua de Cilindros. • Agua de Inyector. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 32 mm. • Llave 24 mm. • Llave 19 mm. • Llave 17 mm.

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Retorno De Combustible.• Aceite de Válvulas.• Alivio Presión de Cabezote<ul style="list-style-type: none">• 2 Tuercas. | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

17	Aflojar y Retirar 8 Tuerca de de Tapas de Bancada de Balancín. • 2 Balancines. • 4 Tapa de Bancada • 2 Tuerca x Tapa de Bancada de Balancín.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 32 mm. 	
18	Enganchar Estrobo a Balancín.		
19	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.		
20	Levantar Balancín.		
21	Bajar y Colocar en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).		
22	Desenganchar Estrobo de Balancín.		
23	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.		
24	Aflojar y Retirar 8 Tuercas de Sujeción de Cabezote a Culata de Motor.		
25	Colocar Protección en Roscas de Espárragos de Cabezote.		<ul style="list-style-type: none"> • Llave de Tuerca de Cabezote 80 mm.
26	Colocar Gancho de Elevación de Cabezote.		<ul style="list-style-type: none"> • Masking
27	Enganchar Estrobo a Gancho de Elevación de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Gancho de Elevación de Cabezote. 	
28	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.		
29	Levantar Cabezote.		
30	Bajar y Colocar en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).		
31	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.		
32	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.		
33	Retirar Impulsores de Cilindros de Impulsores.	<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de Línea. 	
34	Aflojar Tornillo de Tuerca de Sujeción de Cilindro de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores.		
35	Retirar Cilindro de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores.		
NOTA: El Proceso de Desmontaje de Cabezotes desde el Cabezote N #10 al Cabezote N #18 es igual.			

Tabla 5.1.2.4. Desmontaje de Cabezote (Izquierdo).

DESMONTAJE DE CABEZOTE (LADO DERECHO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 4 Pernos de Sujeción de Línea de Agua de Cilindros a Tubería de Agua de Cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 19 mm.
2	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tubería de Agua de Cilindros a Cabezote.	
3	Retirar Tubería de Agua de Cilindros.	

4	Aflojar 5 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 19 mm. 	
5	Retirar 3 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.		
6	Enganchar Estrobo a Tapa de Cabezote.		
7	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.		
8	Sujetar Tapa de Cabezote.		
9	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.		
10	Levantar Tapa de Cabezote.		
11	Bajar y Colocar en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).		
12	Desenganchar Estrobo de Tapa de Cabezote.		
13	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.		
14	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Inyector.		<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 22 mm.
15	Retirar Inyector de Cabezote.		
16	Aflojar y Retirar Tuberías de: <ul style="list-style-type: none"> • Agua de Cilindros. • Agua de Inyector. • Retorno De Combustible. • Aceite de Válvulas. • Alivio Presión de Cabezote <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tuercas. 		<ul style="list-style-type: none"> • Llave 24 mm. • Llave 19 mm. • Llave 17 mm.
17	Aflojar y Retirar 8 Tuerca de de Tapas de Bancada de Balancín. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Balancines. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tapa de Bancada • 2 Tuerca x Tapa de Bancada de Balancín. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 32 mm. 	
18	Enganchar Estrobo a Balancín.		
19	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.		
20	Levantar Balancín.		
21	Bajar y Colocar Balancín en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).		
22	Desenganchar Estrobo de Balancín.		
23	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.		
24	Aflojar y Retirar 8 Tuercas de Sujeción de Cabezote a Culata de Motor.		
25	Colocar Protección en Roscas de Espárragos de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave de Tuerca de Cabezote 80 mm. 	
26	Colocar Gancho de Elevación de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Masking 	
27	Enganchar Estrobo a Gancho de Elevación de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Gancho de Elevación de Cabezote. 	
28	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.		
29	Levantar Cabezote.		
30	Bajar y Colocar Cabezote en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).		
31	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.		
32	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.		

33	Retirar Impulsores de Cilindros de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores. • 1 Impulsor x Cilindro de Impulsor.	• Destornillador de Línea.
34	Aflojar Tornillo de Tuerca de Sujeción de Cilindro de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores. • 1 Tuerca x Cilindro de Impulsor.	
35	Retirar Cilindro de Impulsor. • 2 Cilindros de Impulsores.	
NOTA: El Proceso de Desmontaje de Cabezotes desde el Cabezote N #10 al Cabezote N #18 es igual.		

Tabla 5.1.2.5. Desmontaje de Cabezote (Lado Derecho).

DESMONTAJE DE DUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE. (LADO IZQUIERDO)			
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA	
1	Aflojar y Retirar 36 Pernos de Sujeción de Línea de Ingreso de Aire a Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote: • 9 Tuberías de Ingreso de Aire a Cabezote • 2 Pernos x Línea de Aire a Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote. • 2 Pernos x Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote a Cabezote.	• Llave 36 mm. • Llave 19 mm.	
2	Desacoplar 9 Tuberías de Ingreso de Aire a Cabezote.		
3	Aflojar 8 Pernos de Sujeción de Tubería de Aire de Compresor a Línea de Ingreso de Aire.	• 2 Llaves 24 mm. • Llave 17 mm.	
4	Retirar 6 Pernos de Sujeción de Tubería de Aire de Compresor a Línea de Ingreso de Aire.		
5	Aflojar y Retirar 12 Tuercas de Sujeción de Abrazaderas de Sujeción de Línea de Ingreso de Aire. • 6 Abrazaderas • 2 Tuercas x Abrazadera.		
6	Sujetar Línea de Ingreso de Aire.		
7	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tubería de Aire de Compresor a Línea de Ingreso de Aire.		
8	Levantar y Retirar Línea de Ingreso de Aire.		
9	Colocar Línea de Ingreso de Aire en Zona de Descarga.		
10	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #18.		• Tecla Móvil 5 Ton.
11	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil 5 Ton.		• Estrobo Pequeño.
12	Sujetar Ducto de Aire N #18.	• 2 Llaves 26 mm. • Llave 22 mm.	

		<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm.
13	Aflojar y Retirar 12 Pernos de Sujeción de Tapa de Interenfriador de Aire con Ducto de Admisión de Aire N #18.	
14	Aflojar Perno de Ajuste de Abrazadera de Ducto de Aire N #18 con Ducto de Aire N #17.	
15	Retirar Abrazadera de Ducto de Aire N #18 con Ducto de Aire N #17.	
16	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N# 18 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
17	Levantar Ducto de Admisión de Aire N #18.	
18	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
19	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #18.	
20	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
	DESMONTAJE DUCTO DE ADMISIÓN DE AIRE N#17	
21	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #17.	
22	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
23	Sujetar Ducto de Aire N #17.	
24	Aflojar Perno de Ajuste de Abrazadera de Ducto de Aire N #17 con Ducto de Aire N #16.	
25	Retirar Abrazadera de Ducto de Aire N #17 con Ducto de Aire N #16.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
26	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N# 17 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
27	Levantar Ducto de Admisión de Aire N #17.	
28	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
29	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #17.	
30	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
	NOTA: El Proceso de Desmontaje de Ductos de Aire N #16 al Ductos de Aire N #10 es Igual al descrito en Ducto de Aire N #17.	

Tabla 5.1.2.6. Desmontaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Izquierdo).

DESMONTAJE DE DUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE. (LADO DERECHO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA

1	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #1.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
2	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
3	Sujetar Ducto de Aire N #1.	
4	Aflojar y Retirar 12 Pernos de Sujeción de Tapa de Interenfriador de Aire con Ducto de Admisión de Aire N #1.	
5	Aflojar Perno de Ajuste de Abrazadera de Ducto de Aire N #1 con Ducto de Aire N #2.	
6	Retirar Abrazadera de Ducto de Aire N #1 con Ducto de Aire N #2.	
7	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N# 1 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
8	Levantar Ducto de Admisión de Aire N #1.	
9	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
10	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #1.	
11	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
DESMONTAJE DUCTO DE AIRE N#2		
12	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #2.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
13	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
14	Sujetar Ducto de Aire N #2.	
15	Aflojar Perno de Ajuste de Abrazadera de Ducto de Aire N #2 con Ducto de Aire N #3.	
16	Retirar Abrazadera de Ducto de Aire N #2 con Ducto de Aire N #3.	
17	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N# 2 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote.	
18	Levantar Ducto de Admisión de Aire N #2.	
19	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
20	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #.	
21	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
NOTA: El Proceso de Desmontaje de Ductos de Aire N #3 al Ductos de Aire N #9 es Igual al descrito en Ducto de Aire N #2.		

Tabla 5.1.2.7. Desmontaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Derecho).

DESMONTAJE PISTÓN PRIMARIO		
Nº	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre:	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Guaípe.

	<ul style="list-style-type: none"> • Block • Biela • Cigüeñal 	
2	Desacople de Seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Alicata.
3	Aflojar Pernos de Sujeción N# 1 - 2 - 3 - 4 de Biela a Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Masking
4	Colocar Tira de Masking en Orificio de Lubricación de Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Mango 3/4". • Llave 46 mm Interior.
5	Retirar Perno de Sujeción N# 2 – 3 - 4 de Biela	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 46 mm Exterior.
6	Colocar Protectores Plásticos en Espárragos de Cabezote	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo Plástico.
7	Colocar Elevador de Pistón en Corona de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 1/2". • Base Elevador - Transporte Pistón. • 3 Pernos 1/2".
8	Enganchar Estrobo en Tecele	
9	Enganchar Estrobo en Elevador de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
10	Sujetar Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño.
11	Retirar Perno de Sujeción N# 1 de Biela	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Ratchet Mango 3/4" • Llave 46 mm Exterior.
12	Elevar Pistón	
13	Transportar a Soporte de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
14	Colocar en Soporte de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte Para Pistón.
15	Retirar Estrobo de Tecele	
16	Desmontar Elevador de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 1/2" Base.

Tabla 5.1.2.8. Desmontaje Pistón Primario.

DESMONTAJE PISTÓN SECUNDARIO		
Nº	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Block • Biela • Cigüeñal 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Guaípe.
2	Desacople de Seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Alicata.
3	Aflojar Pernos de Sujeción N# 1 - 2 de Biela a Cabeza de	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna.

	Biela	<ul style="list-style-type: none"> Masking.
4	Retirar Perno de Sujeción N# 2 de Biela	<ul style="list-style-type: none"> Ratchet Mango 3/4".
5	Colocar Tira de Masking en Orificio de Lubricación de Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> Copa 22 mm.
6	Colocar Protectores Plásticos en Espárragos de Cabezote	<ul style="list-style-type: none"> Tubo Plástico.
7	Colocar Elevador de Pistón en Corona de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> Ratchet Aumento de 1/2". Copa 1/2". Base Elevador - Transporte Pistón. 3 Pernos 1/2".
8	Enganchar Estrobo en Tecele	<ul style="list-style-type: none"> Tecele Móvil 5 Ton. Estrobo Pequeño.
9	Enganchar Estrobo en Elevador de Pistón	
10	Sujetar Pistón	
11	Retirar Perno de Sujeción N# 1 de Biela	<ul style="list-style-type: none"> Linterna. Ratchet Mango 3/4" Copa 22 mm.
12	Elevar Pistón	<ul style="list-style-type: none"> Tecele Móvil 5 Ton. Soporte Para Pistón.
13	Transportar a Soporte de Pistón	
14	Colocar en Soporte de Pistón	
15	Retirar Estrobo de Tecele	
16	Desmontar Elevador de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> Ratchet Aumento de 1/2". Copa 1/2" Base.

Tabla 5.1.2.9. Desmontaje Pistón Secundario.

DESMONTAJE CONJUNTO PISTÓN - BIELA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Acoplar Desmonta Seguro de PIN Pistón - Biela	<ul style="list-style-type: none"> Desmonta Seguros de PIN Llave 36/41"
2	Girar el Desmonta Seguro de PIN 90° en sentido de las Mancillas del Reloj.	
3	Retiramos Desmonta Seguro de PIN y Seguro de PIN.	
4	Desacoplar Desmonta Seguro de PIN.	
5	Realizar el mismo procedimiento para retirar Seguro del lado Opuesto.	
6	Acoplar Transporta Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> Tecele Móvil 5 Ton. Ratchet Aumento de 1/2". Copa 1/2". Base Elevador - Transporte Pistón. 3 Pernos 1/2".
7	Enganchar estrobo a Tecele Móvil de 5 Ton.	
8	Enganchar estrobo a Transporta Pistón.	
9	Levantar Pistón.	
10	Trasladar a Zona de Descarga.	

11	Enganchar mediante estrobo a Biela con Tecele Fijo de 1 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Tecele Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño
12	Girar conjunto Pistón - Biela de manera que la Corona de Pistón repose en el piso. Simultáneamente: <ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. Baja. • Tecele Fijo 1 Ton. Sube. 	
13	Desacoplar Transporta Pistón.	
14	Colocar Conjunto Biela - Pistón en Zona de descarga.	
15	Colocar Mesa Receptora de PIN.	
16	Presionar PIN hacia afuera hasta que se coloque en Mesa Receptora.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa Receptora PIN
17	Levantar Biela y Retirar del Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño
18	Colocar Biela en Zona de Descarga.	
19	Desenganchar Estrobo de la Biela	
20	Retirar Estrobo de Transporte de Camisas	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 1/2". • Base Elevador - Transporte Pistón. • 3 Pernos 1/2".
21	Aflojar y Retirar 4 Pernos de Sujeción de Corona a Falda.	<ul style="list-style-type: none"> • Berbiquí. • Llave 27 mm.
22	Enganchar Estrobo a Tecele Fijo de 1 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño
23	Enganchar Estrobo a Falda de Pistón.	
24	Levantar Falda de Pistón.	
25	Desplazar a Corona de Pistón a un Costado.	
26	Bajar Falda de Pistón.	
27	Desenganchar Estrobo de Falda.	
28	Desenganchar estrobo a Tecele Fijo de 1 Ton.	

Tabla 5.1.2.10. Desmontaje Conjunto Pistón - Biela.

DESMONTAJE CABEZA DE BIELA		
Nº	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Block • Cigüeñal 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna • Guaipe
2	Desacople de Seguro.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna • Alicates

3	Deslizar por lado Izquierdo Tablón con Refuerzo metálico Hacia el lado Derecho. Girar Cigüeñal de manera que: <ul style="list-style-type: none"> • Cabeza de Biela Permita el paso del Tablón. • La Tapa de Cabeza de Biela se ubique en la superior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablón • Refuerzo Metálico
4	Aflojar Pernos de Sujeción N# 1 - 2 - 3 - 4 de Tapa de Cabeza de Biela a Cabeza de Biela	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna • Ratchet Mango 3/4" • Copa 46 mm
5	Retirar Perno de Sujeción N# 1 - 2 - 3 - 4 de Biela	
6	Separar Tapa de Biela de Cabeza de Biela con Palanca en su Unión.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca
7	Colocar Transporte de Tapa de Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet • Aumento de 1/2" • Copa 1/2"
8	Enganchar Estrobo en Transporte de Tapa de Cabeza, ingresar estrobo enganchando a Tecle Móvil por agujero de Camisas (Superior)	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
9	Enganchar Tecle Exterior en Estructura de Control Superior en lado Izquierdo, dejando frente al agujero de Tapa de Block	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Exterior. • Estrobo Pequeño
10	Enganchar Estrobo en Transporte de Tapa de Cabeza, ingresar estrobo enganchando a Tecle Exterior por agujero de Tapa de Block (Inferior).	
11	Simultáneamente: Elevar Tapa de Cabeza de Biela Con Tecle Móvil. Desplazar hacia afuera Tapa de Cabeza de Biela Con Tecle Exterior.	
12	Simultáneamente: Bajar Tapa de Cabeza de Biela Con Tecle Móvil. Desplazar hacia afuera Tapa de Cabeza de Biela Con Tecle Exterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Tecle Exterior. • (2) Estrobo Pequeño
13	Estando afuera Tapa de Cabeza de Biela retirar estrobo de Tecle Móvil	
14	Desplazar hacia atrás y Colocar Tapa de Cabeza en el piso.	
15	Retirar Estrobo de Tecle Exterior	
16	Desmontar Transporte de Tapa de Cabeza	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet • Aumento de 1/2" • Copa 1/2"
17	Girar Cigüeñal logrando que Cabeza de Biela descansa sobre Tablón.	
18	Por lado derecho deslizar hacia afuera la Cabeza de Biela.	
19	Colocar 2 Pernos de Sujeción de Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Mango 3/4" • Copa 46 mm
20	Colocar Transporte de Cabeza de Biela.	
21	Enganchar Estrobo a Transporte de Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
22	Elevar Cabeza de Biela.	

23	Desplazar hacia atrás y Colocar Cabeza de Biela en el piso.	
24	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Mango 3/4" • Copa 46 mm
25	Desmontar Transporte de Cabeza de Biela	
26	Retirar Cojinete: <ul style="list-style-type: none"> • Tapa de Cabeza de Biela • Cabeza de Biela 	<ul style="list-style-type: none"> • Martillo • Cincel de Plástico.

Tabla 5.1.2.11. Desmontaje Cabeza de Biela.

DESMONTAJE CAMISAS		
Nº	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Block • Cigüeñal 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna • Guaipe
2	Desacople de Seguro de Pernos de Lubricación	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna • Alicates
3	Aflojar 4 Pernos de Lubricación de Camisas	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna
4	Retirar 4 Perno de Lubricación de Camisas	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Mango 1/2" • Copa 1/2"
5	Colocar Protectores Plásticos en Espárragos de Cabezote	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo Plástico
6	Enganchar Estrobo a Elevador de Camisas	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño • Elevador de Camisas (Hembra y Macho).
7	Colocar Elevador de Camisas por la parte superior con Teclc Móvil.	
8	Controlar que esparrago no raye la camisa a su ingreso desde la parte inferior.	
9	Colocar acople inferior del Elevador de Camisas por la parte inferior.	
10	Apretar tuerca inferior de Elevador de Camisa.	
11	Ajustar tuerca superior de Elevador de Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 46 mm
12	Elevar Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
13	Transportar a Soporte de Camisa.	
14	Desmontar Elevador de Camisas.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 46 mm
15	Controlar que espárrago no raye la camisa al retirar desde la parte superior.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
16	Retirar Estrobo de Elevador de Camisas	
17	Colocar Transporte de Camisas, controlando que este se ubique en el Centro de la Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de Camisas

18	Enganchar Estrobo a Transporta Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
19	Colocar en Zona de Descarga.	
20	Desmontar Transporte de Camisas	
21	Retirar Estrobo de Transporte de Camisas	

Tabla 5.1.2.12. Desmontaje Camisas.

DESMONTAJE TAPA DE BANCADA DEL CIGÜEÑAL		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 4 Pernos de Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tapa de Bancada. • 2 Block. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm. • Llave 19 mm.
2	Retirar Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada.	
3	Retirar Seguro de Tuerca de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estructura con Polea. • Estrobo. • Copa 60 mm. • Llave 60 mm.
4	Montar Estructura con Polea en Lumbrera de Block.	
5	Pasar Estrobo por Polea.	
6	Enganchar Estrobo en Teclc Móvil de 5 Ton.	
7	Colocar Copa de Ajuste de Tuerca.	
8	Colocar Llave para sujetar Copa.	
9	Enganchar Estrobo en Llave.	
10	Levantar Teclc Móvil 5 Ton.	
11	Aflojar y Retirar 1 Alojamiento de Seguro y 1 Tuercas de Sujeción de Tapa de Bancada. NOTA: Se realiza por el Lado Derecho del Motor. <ul style="list-style-type: none"> • Bancada 2 – 9. Se realiza por el Lado Izquierdo del Motor. <ul style="list-style-type: none"> • Bancada 1 – 10. • Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca • 1 Alojamiento de Seguro. • Izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca • 1 Alojamiento de Seguro. 	
12	Desenganchar Estrobo en Teclc Móvil de 5 Ton.	
13	Desenganchar Estrobo en Llave.	
14	Desmontar Estructura con Polea en Lumbrera de Block.	

15	Colocar Tecele Exterior en Escalera de Revisión en el Lado Derecho.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Tecele Exterior. • Polea. • Estrobo. • Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.
16	Colocar Tecele Exterior en Escalera de Revisión en el Lado Izquierdo.	
17	Enganchar Polea en el Interior del Block del Motor.	
18	Pasar Estrobo por Polea.	
19	Enganchar Estrobo a Tecele: Lado Derecho. Lado Izquierdo.	
20	Colocar Gancho de Elevación en Tapa de Bancada.	
21	Enganchar Estrobo en a Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
22	Simultáneamente: <ul style="list-style-type: none"> • Levantar Tapa de Bancada. Tecele lado Izquierdo. • Halar Tapa de Bancada. Tecele lado Derecho. 	
23	Retirar, Bajar y Colocar Tapa de Bancada en Zona de Descarga.	
24	Desenganchar Estrobo de: <ul style="list-style-type: none"> • Tecele Exterior Lado Izquierdo. • Tecele Exterior Lado Derecho. 	
25	Retirar Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Gancho de Elevación. • Linterna. • Guaípe. • Martillo. • Cíncel de Plástico.
26	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	
27	Golpear ligeramente para Aflojar Apriete de Cojinete de Superior de Tapa de Bancada	
28	Retirar Cojinete Superior de Bancada.	
29	Colocar en Zona de Descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Gancho de Elevación. • Linterna. • Guaípe. • Martillo.
30	Retirar Gancho de Elevación en Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	
31	Golpear ligeramente para Aflojar Apriete de Cojinete de Inferior de Tapa de Bancada	
32	Girar Cigüeñal hasta dejar Cojinete Inferior en la parte Superior de la Bancada	
33	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	
34	Retirar Cojinete Inferior de Bancada	
35	Colocar en Zona de Descarga	
36	Retirar Gancho de Elevación en Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	

Tabla 5.1.2.13. Desmontaje Tapa de Bancada de Cigüeñal.

DESMONTAJE TAPA DE BANCADA DEL CIGÜEÑAL N#11		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	<p>Aflojar y Retirar Tuerca de Tubería de Abastecimiento de de Aceite a Caja de Lubricación de Cilindros.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Caja de Lubricación de Cilindro. 1 Tuerca. • Apoyo de Tubería. 1 Perno. • Izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 Caja de Lubricación de Cilindro. 2 Tuerca. • Apoyo de Tubería. 1 Perno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm. • Llaves 32 mm. • Llave 17 mm.
2	Retirar Tubería de Abastecimiento de de Aceite a Caja de Lubricación de Cilindros.	
3	<p>Aflojar y Retirar Pernos de Tubería de Lubricación de Cojinete de Generador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lado Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • 2 Bridas. 4 Pernos x Brida. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 17 mm. • 2 Llaves 19 mm.
4	Retirar Tubería de Lubricación de Cojinete de Generador.	
5	Aflojar y Retirar Tubería de Desfogue de Caja de Lubricación de Cilindros. Lado Derecho.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm.
6	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Indicador de Encendido.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.
7	Retirar Indicador de Encendido.	
8	<p>Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Carcasa de Volante de Inercia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lado Derecho <ul style="list-style-type: none"> • 6 Pernos. • Lado Izquierdo <ul style="list-style-type: none"> • 6 Pernos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 17 mm.
9	Enganchar Estrobo a Carcasa de Volante de Inercia.	
10	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil de 5 Ton.	
11	Levantar y Retirar Carcasa de Volante de Inercia.	
12	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
13	Desenganchar Estrobo de Carcasa de Volante de Inercia.	
14	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
15	<p>Aflojar Tuercas de Tubería de Aceite de Sistema.</p> <p>Frontal de Motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cojinete de Árbol de Levas. <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Lado Derecho. • Tuerca Lado Izquierdo. • Cojinete de Piñón. <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Lado Derecho. • Tuerca Lado Izquierdo. • Entrada de Aceite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 24 mm. • 2 Llaves 17 mm.

	<ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Lado Derecho. • Tuerca Lado Izquierdo. • Conexión Tubería de Aceite. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Brida. 4 Pernos x Brida. • Abrazadera de Sujeción de Tubería. <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Lado Derecho. • Tuerca Lado Izquierdo. 	
16	Retirar Tubería de Aceite de Sistema.	
17	Desacoplar Seguro de Pernos de Sujeción de Cojinete de Piñón Lado Derecho.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza 1/2". Copa 32 mm. • Destornillador de Línea. • Martillo de Acero. • Llave 21 mm. • 2 Pernos.
18	Aflojar y Retirar 6 Sujeción de Cojinete de Piñón Lado Derecho.	
19	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Extracción de Cojinete de Piñón Lado Derecho.	
20	Retirar Cojinete de Piñón Lado Derecho.	
21	Desacoplar Seguro de Pernos de Sujeción de Piñón de Levas Lado Izquierdo.	
22	Aflojar y Retirar 6 Sujeción de Cojinete de Piñón Lado Izquierdo.	
23	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Extracción de Cojinete de Piñón Lado Izquierdo.	
24	Retirar Cojinete de Piñón Lado Izquierdo.	
25	Aflojar y Retirar 28 Tuercas de Sujeción de Tapa de Distribución. <ul style="list-style-type: none"> • Lado Derecho. • Lado Izquierdo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 17 mm.
26	Enganchar Estrobo a Tapa de Distribución. Lado Izquierdo.	
27	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
28	Retirar Tapa de Distribución. Lado Izquierdo.	
29	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
30	Desenganchar Estrobo de Tapa de Distribución Lado Izquierdo.	
31	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
32	Enganchar Estrobo a Tapa de Distribución Lado Derecho.	
33	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
34	Retirar Tapa de Distribución Lado Derecho.	
35	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
36	Desenganchar Estrobo de Tapa de Distribución Lado Derecho.	
37	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
38	Retirar Seguro de Pin de Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> • Alicate.

39	Retirar Pin de Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	
40	Aflojar 3 Pernos de Carcasa de Cojinete de Árbol de Levas.	• Llave 10 mm.
41	Retirar Carcasa de Cojinete de Árbol de Levas.	
42	Aflojar y Tuerca de Seguro de Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	• Llave 24 mm.
43	Aflojar y Retirar Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	
44	Retirar Seguros de Pernos de Sujeción de Cojinete de Árbol de Levas. • Lado Derecho. • Lado Izquierdo.	• Llave 26 mm.
45	Aflojar y Retirar 6 Pernos de Sujeción de Cojinete de Árbol de Levas.	• Alicate.
46	Retirar Cojinete de Árbol de Levas.	
47	Retirar 2 Pasadores Guía.	
48	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento. • Superior: 12 Pernos.	
49	Enganchar Estrobo a Tapa de Revestimiento Superior.	
50	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil de 5 Ton.	• Tecele Móvil 5 Ton.
51	Retirar y Levantar Tapa de Revestimiento Superior.	• Estrobo Pequeño.
52	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	• 2 Llaves 21 mm.
53	Desenganchar Estrobo de Tapa de Revestimiento Superior	
54	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.	
55	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
56	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento. • Inferior: 14 Pernos.	• 2 Llaves 21 mm.
57	Retirar Tapa de Revestimiento Inferior.	• Alicate.
58	Retirar 2 Pasadores Guía.	
59	Retirar Seguro de Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento de Block. • Superior. • Inferior.	• Llave 13 mm.
60	Aflojar y Retirar 12 Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento de Block Superior.	• Alicate.
61	Retirar 1 Pasador Guía.	
62	Retirar Tapas de Revestimiento de Block Superior.	

63	Aflojar y Retirar 8 Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento de Block Inferior.	
64	Retirar Tapas de Revestimiento de Block Inferior.	
65	Retirar 2 Pasadores Guía.	
66	Retirar Seguro de Tuercas de Sujeción de Anillo Colector de Aceite.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 17 mm. • Alicata.
67	Aflojar y Retirar 2 Tuercas de Sujeción de Anillo Colector de Aceite.	
68	Retirar 1 Pasadores Guía.	
69	Retirar Anillo Colector de Aceite. Parte Superior. Parte Inferior.	
70	Aflojar y Retirar 4 Pernos de Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tapa de Bancada. • 2 Block. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm. • Llave 19 mm.
71	Retirar Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada.	
72	Retirar Seguro de Tuerca de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • Placa de Seguro de Perno. • Perno de Placa. • Izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> • Placa de Seguro de Perno. • Perno de Placa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Gancho de Elevación de Tapa de Bancada. • Llave 41 mm. • Llave 21 mm. • Martillo Acero. • Destornillador.
73	Pasar Estrobo por Volante de Inercia.	
74	Enganchar Estrobo en Tecla Móvil de 5 Ton.	
75	Colocar Llave de Ajuste de Tuerca.	
76	Enganchar Estrobo en Llave.	
77	Levantar Tecla Móvil 5 Ton.	
78	Aflojar y Retirar Perno Sujeción de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Perno. • Izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Perno. 	
79	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
80	Desenganchar Estrobo de Llave.	
81	Colocar Gancho de Elevación en Tapa de Bancada.	
82	Enganchar Estrobo en a Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
83	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil de 5 Ton.	
84	Separar Tapa de Cojinete : <ul style="list-style-type: none"> • Lado Derecho. • Lado Izquierdo. 	

85	Levantarse Tapa de Bancada.	
86	Retirar, Bajar y Colocar Tapa de Bancada en Zona de Descarga.	
87	Enganchar Estrobo en a Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
88	Retirar Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
89	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Gancho de Elevación. • Linterna. • Guipe. • Martillo de Acero. • Cincel de Plástico.
90	Golpear ligeramente para Aflojar Apriete de Cojinete de Superior de Tapa de Bancada.	
91	Retirar Cojinete Superior de Bancada.	
92	Colocar en Zona de Descarga.	
93	Retirar Gancho de Elevación en Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	
94	Golpear ligeramente para Aflojar Apriete de Cojinete de Inferior de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Gancho de Elevación. • Linterna. • Guipe. • Martillo de Acero. • Cincel de Plástico.
95	Girar Cigüeñal hasta dejar Cojinete Inferior en la parte Superior de la Bancada.	
96	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	
97	Retirar Cojinete Inferior de Bancada.	
98	Colocar en Zona de Descarga.	
99	Retirar Gancho de Elevación en Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	

Tabla 5.1.2.14. Desmontaje de Tapa de Bancada de Cigüeñal N#11.

DESMONTAJE BOMBA DE INYECCIÓN		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Cerrar 2 Llaves de Alimentación de Combustible.	
2	Abrir 2 Llaves de Retorno de a Tanque de Combustible.	
3	Esperar de 10 a 15 Minutos.	
4	Aflojar y Desconectar Cañería de Bomba de Inyección a Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 32 mm.
5	Aflojar y Desconectar Tuerca de Entrada de Combustible en Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36/41"
6	Aflojar y Desconectar Tuerca de Retorno de Combustible en Bomba de Inyección.	
7	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Tubería Entrada de Combustible a Línea de Abastecimiento de Combustible.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.

8	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Tubería Salida de Combustible a Línea de Descarga de Combustible.	
9	Desconectar y Retirar Tubería: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Combustible a Bomba de Inyección. • Salida de Combustible a Bomba de Inyección. 	
10	Aflojar y Retirar Tuercas de Sujeción de Bomba a Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tuercas Delanteras. • 4 Tuercas Posteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 22 mm. • Llave 32 mm.
11	Colocar Transporta Bomba en toma de Cañería de Bomba de Inyección a Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
12	Enganchar Estrobo a Transporta Bomba.	
13	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
14	Levantar Bomba de Inyección.	
15	Controlar Desenganche de Cremallera y Bomba de Inyección.	
16	Bajar Bomba de Inyección y Colocar en Zona de Descarga.	
17	Desenganchar Estrobo de Transporta Bomba de Inyección.	
18	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil 5 Ton.	
19	Retirar Transporta Bomba	

Tabla 5.1.2.15. Desmontaje Bomba de Inyección.

DESMONTAJE DE VÁLVULA PILOTO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar Tuerca de Cañería de Aire a Válvula Piloto.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 30 mm.
2	Aflojar y Retirar Tuerca de Cañería de Aire a Cabezote.	
3	Aflojar y Retirar 2 Tuercas de Sujeción de Válvula Piloto.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm. • Llave 21 mm.
4	Retirar Válvula Piloto.	

Tabla 5.1.2.16. Desmontaje Válvula Piloto.

DESMONTAJE INTERENFRIADOR DE AIRE DERECHO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Abrir Valla de Purga de Agua de Interenfriador de Aire: • 3 Válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza. Aumento de 1/2". • Copa 26 mm. • 2 Llaves 26 mm.
2	Desconectar Líneas de: • Temperatura de Aire: • Entrada - Salida de Interenfriador. • Carga de Aire a la Salida de Interenfriador. • Purga de Condensando en Carcasa de Interenfriador.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm. • Llave 21 mm. • Llave 24 mm.
3	Aflojar y Retirar 8 Pernos de Bridas de Tubería de Gases de Carter.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm.
4	Enganchar Estrobo a Tubería de Gases de Escape.	
5	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
6	Levantar Tubería de Gases de Escape.	
7	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
8	Desenganchar Estrobo de Tubería de Gases de Carter.	
9	Desenganchar Estrobo de teclc Móvil de 5 Ton.	
10	Aflojar 16 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo.	
11	Retirar 13 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo.	
12	Aflojar 40 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	
13	Retirar 38 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	
14	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire.	
15	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
16	Sujetar Ducto de Aire.	
17	Retirar Pernos: • 3 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo. • 2 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	
18	Levantar Ducto de Aire.	
19	Bajar y Colocar en Planta Baja.	
20	Desenganchar Estrobo de Ducto de Aire.	
21	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
22	Aflojar y Retirar 24 Tuercas de Sujeción de Interenfriador de Aire con Base de Interenfriador de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
23	Aflojar 10 Pernos de Sujeción de Soporte de Interenfriador	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 32 mm.

	con Interenfriador de Aire.	
24	Retirar 8 Pernos de Sujeción de Soporte de Interenfriador con Interenfriador de Aire.	
25	Enganchar Estrobo a Interenfriador de Aire.	
26	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil 5 Ton.	
27	Sujetar Interenfriador de Aire.	
28	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Soporte de Interenfriador con Interenfriador de Aire.	
29	Levantar Interenfriador de Aire.	
30	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
31	Desenganchar Estrobo de Interenfriador de Aire.	
32	Desenganchar Estrobo de Tecle Móvil de 5 Ton.	

Tabla 5.1.2.17. Desmontaje de Interenfriador de Aire Derecho.

DESMONTAJE INTERENFRIADOR DE AIRE IZQUIERDO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Abrir Valla de Purga de Agua de Interenfriador de Aire: • 3 Válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza. Aumento de 1/2". • Copa 26 mm. • 2 Llaves 26 mm.
2	Desconectar Líneas de: • Temperatura de Aire: • Entrada - Salida de Interenfriador. • Carga de Aire a la Salida de Interenfriador. • Purga de Condensando en Carcasa de Interenfriador.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm. • Llave 21 mm. • Llave 24 mm.
3	Aflojar 16 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm.
4	Retirar 13 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo.	
5	Aflojar 40 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	
6	Retirar 38 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	
7	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire.	
8	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil 5 Ton.	
9	Sujetar Ducto de Aire.	

10	Retirar Pernos: <ul style="list-style-type: none"> • 3 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo. • 2 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire. 		
11	Levantar Ducto de Aire.		
12	Bajar y Colocar en Planta Baja.		
13	Desenganchar Estrobo de Ducto de Aire.		
14	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.		
15	Aflojar y Retirar 24 Tuercas de Sujeción de Interenfriador de Aire con Base de Interenfriador de Aire.		
16	Aflojar 10 Pernos de Sujeción de Soporte de Interenfriador con Interenfriador de Aire.		
17	Retirar 8 Pernos de Sujeción de Soporte de Interenfriador con Interenfriador de Aire.		
18	Enganchar Estrobo a Interenfriador de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 32 mm. 	
19	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil 5 Ton.		
20	Sujetar Interenfriador de Aire.		
21	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Soporte de Interenfriador con Interenfriador de Aire.		
22	Levantar Interenfriador de Aire.		
23	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.		
24	Desenganchar Estrobo de Interenfriador de Aire.		
25	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.		

Tabla 5.1.2.18. Desmontaje de Interenfriador de Aire Izquierdo.

DESMONTAJE DE TUBERÍA ESCAPE – CAJA DE AFLUENCIA LADO TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 16 Pernos de Sección 1 con Junta Expansible 1.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 24 mm
2	Aflojar y Retirar 16 Pernos de Junta Expansible 1 con Sección 2.	
3	Enganchar Estrobo en Junta Expansible 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
4	Enganchar Estrobo en Tecele Móvil 5 Ton.	
5	Separar Junta Expansible 1 de Sección 2.	
6	Levantar y Retirar Junta Expansible 2.	
7	Bajar Junta Expansible 2 y Colocar en Zona de Descarga.	

8	Desenganchar Estrobo de Junta Expansible 2.	
9	Retirar Seguro de Junta Expansible 2. • 2 a Lado Derecho • 2 a Lado Izquierdo	• 2 Llaves 27 mm. • 2 Llaves 28 mm.
10	Retirar Seguro de Junta Expansible 1 de Caja de Afluencia Lado Turbina. • 2 a Lado Derecho • 2 a Lado Izquierdo	
11	Aflojar y Retirar 16 Pernos de Junta Expansible 1 con Caja de Afluencia Lado Turbina.	• 2 Llaves 24 mm.
12	Enganchar Estrobo en Junta Expansible 1.	• Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
13	Enganchar Estrobo en Tecle Móvil 5 Ton.	
14	Separar Junta Expansible 1 de Sección 2.	
15	Levantar y Retirar Junta Expansible 1.	
16	Bajar Junta Expansible 2 y Colocar en Zona de Descarga.	
17	Desenganchar Estrobo de Junta Expansible 1.	• 3 Pernos 28 – 30 mm • Llave 28 mm. • Llave 30 mm. • Llave 32 mm.
18	Aflojar y Retirar 12 Tuercas de Carcasa de Turbo con Caja de Afluencia Lado Turbina.	
19	Colocar 3 Pernos para Separar Caja de Afluencia Lado Turbina de Carcasa del Turbo.	
20	Apretar Pernos para Separar Caja de Afluencia Lado Turbina de Carcasa del Turbo.	
21	Retirar 3 Pernos usados para Separar Caja de Afluencia Lado Turbina de Carcasa del Turbo.	• Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
22	Enganchar Estrobo a Caja de Afluencia Lado Turbina.	
23	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil 5 Ton.	
24	Levantar y Retirar Caja de Afluencia Lado Turbina.	
25	Bajar Caja de Afluencia Lado Turbina y Colocar en Zona de Descarga.	
26	Desenganchar Estrobo de Caja de Afluencia Lado Turbina.	
27	Desenganchar Estrobo de Tecle Móvil 5 Ton.	

Tabla 5.1.2.19. Desmontaje de Tubería Escape – Caja de Afluencia Lado Turbina.

DESMONTAJE TURBO COMPRESOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar Termómetro de Temperatura de Entrada de Aire a Compresor	• Llave 19 mm.
2	Aflojar y Retirar Tuercas de Apriete de Abrazadera. 2 Abrazaderas.	• 2 Llaves 19 mm.

3	Enrollar Paño Cerámico.	
4	Aflojar 8 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm.
5	Retirar 6 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	
6	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire de Compresor.	
7	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil 5 Ton.	
8	Sujetar Ducto de Aire de Compresor.	
9	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	
10	Levantar y Retirar Ducto de Aire de Compresor.	
11	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
12	Desenganchar Estrobo de Ducto de Aire de Compresor.	
13	Desenganchar Estrobo de Tecle Móvil de 5 Ton.	
14	Aflojar y Retirar 8 Tuercas de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.
15	Retirar Tobera.	
16	Retirar Seguro de Tuerca de Rotor de Turbina Lado Compresor.	Llave de Pico. Alicate.
17	Aflojar y Retirar Tuerca de Rotor de Turbina Lado Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Carcasa de Tuerca de Disco de Hélice. • Martillo de Acero. Llave 55 mm.
18	Aflojar Tuerca de Disco de Hélices de Compresor.	
19	Retirar Disco de Hélices de Compresor	
20	Montar Base de Montaje-Desmontaje Caja de Fluencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Base Montaje-Desmontaje Caja de Afluencia de Compresor. • Llave Hexagonal 10. • Llave 21 mm. • 3 Pernos.
21	Aflojar 12 Tuercas de Sujeción de Tobera Compresor a Caja de Afluencia de Compresor.	
22	Colocar Pernos de Separación de Caja de Afluencia de Compresor con Carcasa de Turbo.	
23	Pasar Estrobo por Base de Montaje-Desmontaje Caja de Fluencia y Enganchar a Caja de Afluencia de Compresor	
24	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil 5 Ton.	
25	Levantar y Retirar Caja de Afluencia de Compresor.	
26	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
27	Desenganchar Estrobo de Caja de Afluencia de Compresor.	
28	Desenganchar Estrobo de Tecle Móvil de 5 Ton.	
29	Aflojar 8 Pernos de Sujeción de Anillo de Sujeción de Apoyo de Lado Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Dado de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10.
30	Retirar 6 Pernos de Sujeción de Anillo de Sujeción de Apoyo de Lado Compresor.	
31	Retirar Anillo de Sujeción de Apoyo de Lado Compresor.	
32	Desacoplar Tuerca Mariposa de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave de Tuerca Mariposa.

33	Retirar Tuerca Mariposa de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Martillo de Acero.
34	Retirar Apoyo de Cojinete de Rotor de Lado Compresor.	
35	Retirar Seguros de Pernos de Sujeción de Anillo de Lubricación de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10. • Alicate.
36	Aflojar 4 Pernos de Sujeción de Anillo de Lubricación de Compresor.	
37	Retirar 2 Pernos de Sujeción de Anillo de Lubricación de Compresor.	
38	Retirar Anillo de Lubricación de Compresor.	
39	Montar Cilindro para Desacople de Eje de Rotor de Turbina en Lado Compresor	<ul style="list-style-type: none"> • Cilindro de Desacople de Rotor de Turbina. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10. • 2 Pernos. • Alicate.
40	Desacoplar Eje de Rotor de Turbina de Carcasa de Turbo.	
41	Enganchar Estrobo a Eje de Rotor de Turbina por Lado Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. Estrobo Pequeño. • Soporte de Eje de Rotor de Turbina.
42	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
43	Levantar y Desmontar Eje de Rotor de Turbina. <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Desmontar por Lado Turbina. 	
44	Bajar y Colocar en Soporte de Eje de Rotor de Turbina.	
	Retirar Cojinete de de Rotor de Lado Compresor.	
	Aflojar 5 Pernos de Sujeción de Anillo Laberinto de Lado Turbina. <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Aflojar Pernos por Lado Compresor. • Retirar Anillo Laberinto Lado Turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 21 mm.
	Retirar Anillo Laberinto.	
	Retirar Cojinete de de Rotor de Lado Turbina.	

Tabla 5.1.2.20. Desmontaje Turbo Compresor.

Para el Desarmado tenemos los siguientes procesos:

DESARMADO DE CABEZOTE (LADO DERECHO – LADO IZQUIERDO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
DESMONTAJE DE TUBERÍAS DEL CABEZOTE		
1	Aflojar y Retirar 22 Pernos de Sujeción de Caja de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Dado de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10.
2	Retirar Caja de Cabezote.	
3	<p>Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Tuberías de:</p> <p>Cabezote N#1 - N#9:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. <p>Cabezote N#10 - N#18:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. • Aire para Válvula de Arranque. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Dado de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10. • Llave 30 mm. • Llave 19 mm. • Llave 17 mm.
4	<p>Retirar Tubería de:</p> <p>Cabezote N#1 - N#9:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. • Agua de Cilindros. • Ingreso de Combustible a Inyector. <p>Cabezote N#10 - N#18:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. • Agua de Cilindros. • Ingreso de Combustible a Inyector. • Aire para Válvula de Arranque. 	
5	<p>Aflojar y Retirar 8 Perno de Sujeción de Ajuste de Válvula de Escape.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 Válvulas de Escape. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuercas - Bocín x Válvula de Escape. 	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 36 mm.

6	Aflojar y Retirar 6 Perno de Sujeción de Válvula de Admisión. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Válvulas de Admisión. <ul style="list-style-type: none"> • 3 Perno - Bocín x Válvula de Admisión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 36 mm. • Copa 32 mm. • Copa 30 mm.
7	Aflojar y Retirar 3 Perno de Sujeción de Válvula de Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2".
8	Retirar Válvula de Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 22 mm
9	<p>Cabezote N#1 - N#9:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aflojar y Retirar 3 Perno de Sujeción de Tapón. <p>Cabezote N#10 - N#18:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aflojar y Retirar 3 Tuerca de Ajuste de Válvula de Arranque. 	
10	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Cabezote N#1 - N#9: <ul style="list-style-type: none"> • Tapón. • Cabezote N#10 - N#18: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula de Arranque. 	
11	Aflojar y Retirar 3 Pernos de Cerco de Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2".
12	Retirar Cerco de Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Dado de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 8.
	DESMONTAJE VÁLVULA DE ADMISIÓN	
13	Montar Base para Extracción de Válvula.	
14	Conectar Base para Extracción de Válvula a Bomba Hidráulica.	
15	Accionar Bomba Hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba Hidráulica. Base de Extracción de Válvula.
16	Retirar Válvula de Escape.	<ul style="list-style-type: none"> • Berbiquí.
17	Desconectar Base para Extracción de Válvula a Bomba Hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 21 mm.
18	Desmontar Base para Extracción de Válvula.	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente de Agua.
19	Girar Válvula de Escape y Drenar Agua producto de la Bomba Hidráulica.	
20	Colocar en Zona de Descarga.	
	DESMONTAJE VÁLVULA DE ADMISIÓN	
21	Montar Base para Extracción de Válvula.	
22	Conectar Base para Extracción de Válvula a Bomba Hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba Hidráulica. Base de Extracción de Válvula.
23	Accionar Bomba Hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> • Berbiquí.
24	Retirar Válvula de Admisión.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 21 mm.
25	Desconectar Base para Extracción de Válvula a Bomba Hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente de Agua.

26	Desmontar Base para Extracción de Válvula.	
27	Girar Válvula de Admisión y Drenar Agua producto de la Bomba Hidráulica.	
28	Colocar en Zona de Descarga.	
	NOTA: El Proceso de Desarme de Cabezotes desde el Cabezote N #10 al Cabezote N #18 es igual.	

Tabla 5.1.2.21. Desarmado de Cabezote (Lado Derecho – Izquierdo).

DESARME DE VÁLVULA (ADMISIÓN - ESCAPE)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula en Soporte de Válvula.	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de Válvula. • Base de Retenedor de Seguro. • Prensa de Resorte. • Gato Hidráulico.
2	Colocar Base de Retenedor de Seguro.	
3	Acoplar Prensa Resorte en Válvula.	
4	Prensar Resorte de Válvula.	
5	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • 2 Seguros Medio Cono. 	
6	Liberar Presión en Prensa Resorte.	
7	Retirar Base de Retenedor de Seguros.	
8	Desacoplar Prensa Resorte de Válvula.	
9	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Retenedor de Seguro. • Resorte. • Vástago. 	

Tabla 5.1.2.22. Desarme de Válvula (Admisión - Escape).

DESARME INYECTOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Inyector en Mesa de Soporte de Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Inyector. • Llave para Tobera. • Llave para Carcasa Tobera.
2	Aflojar y Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca de Sujeción de Inyector a Tobera. Rosca Derecha. • Carcasa de Tobera. Rosca Izquierda. 	
3	Retirar Aguja de Inyección del Cuerpo de la Tobera.	

Tabla 5.1.2.23. Desarme de Inyector.

DESARMADO DE VÁLVULA DE SEGURIDAD		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula de Seguridad en Mesa de Soporte para Válvula de Seguridad.	• Mesa de Soporte de Válvula de Seguridad.
2	Aflojar y Retirar Tapón de Cilindro de Válvula de Seguridad	• Llave 50 mm.
3	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Válvula de Seguridad	• Llave 13 mm.
4	Retirar Tapa de Válvula de Seguridad.	
5	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • Embolo. 	• Mesa de Soporte de Válvula de Seguridad.
6	Retirar Válvula de Seguridad de Mesa de Soporte para Válvula de Seguridad.	

Tabla 5.1.2.24. Desarmado de Válvula de Seguridad.

DESARMADO DE VÁLVULA DE ARRANQUE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula de Arranque en Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.	• Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.
2	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Válvula de Seguridad.	• Destornillador Línea. • Destornillador Estrella.
3	Retirar Tapa de Válvula de Arranque.	
4	Retirar Alojamiento de Vástago de Tapa de Válvula de Arranque.	
5	Aflojar y Retirar Tuerca de Sujeción de Vástago con Resorte Cilindro de Válvula de Arranque.	• Llave 27 mm.
6	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Asiento de Resorte Superior. • Resorte. • Asiento de Resorte Inferior. • Asiento de Vástago. • Vástago. 	
7	Retirar Válvula de Arranque de Mesa de Soporte para Válvula Arranque.	• Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.

Tabla 5.1.2.25. Desarmado de Válvula de Arranque.

DESARMADO DE VÁLVULA PILOTO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula Piloto en Entenalla.	• Entenalla.
2	Aflojar y Retirar Tapa de Válvula Piloto.	• Llave 35 mm.
3	Retirar: • Resorte. • Embolo.	
4	Aflojar y Retirar Neplo de Tapa de Válvula Piloto.	• Llave 27 mm.
5	Retirar Válvula Piloto de Entenalla.	• Entenalla.

Tabla 5.1.2.26. Desarmado de Válvula Piloto.

DESARME DE CAJA DE AFLUENCIA LADO TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 8 Pernos de Sujeción de Caja de Afluencia Lado Turbina con Anillo de Tobera parte Interior.	• Palanca de Fuerza Aumento de 1/2". • Copa 21 mm.
2	Aflojar y Retirar 12 Pernos de Sujeción de Caja de Afluencia Lado Turbina con Anillo de Tobera parte Exterior.	
3	Enganchar Estrobo a Anillo de Tobera.	• Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
4	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
5	Levantar Anillo de Tobera.	
6	Bajar Anillo de Tobera y Colocar en Tina de Limpieza.	
7	Desenganchar Estrobo de Anillo de Tobera.	
8	Desenganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
9	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
10	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
11	Levantar Caja de Afluencia Lado Turbina.	
12	Bajar Caja de Afluencia Lado Turbina y Colocar en Tina de Limpieza.	
13	Desenganchar Estrobo de Caja de Afluencia Lado Turbina.	
14	Desenganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	

Tabla 5.1.2.27. Desarme de Caja de Afluencia Lado Turbina.

DESARME DE BOMBA DE INYECCIÓN		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Bomba de Inyección en Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Bomba de Inyección. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 23 mm.
2	Aflojar y Retirar 6 tuercas de Tapa de Bomba de Inyección.	
3	Retirar Tapa de Bomba de Inyección.	
4	Colocar y Ajustar 2 Pernos para Extracción de Asiento de Tapa de Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Pernos.
5	Retirar Asiento de Tapa de Bomba de Inyección.	
6	Retirar O-Ring de Asiento de Tapa de Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Punzón.
7	Retirar Válvula y Resorte de Inyección.	
8	Aflojar y Retirar Perno de Seguridad de Piñón.	<ul style="list-style-type: none"> • Alicata.
9	Cortar Seguro de 2 Pernos de Seguridad de Embolo	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.
10	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Seguridad de Embolo.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm.
11	Retirar Bomba de Inyección en Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	
12	Girar 180°a Bomba de Inyección (Hacia Abajo) y Colocar Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	
13	Acoplar Prensa Resorte en Resorte de Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Bomba de Inyección. • Prensa Resorte. • Gato Hidráulico.
14	Prensar Resorte de Bomba de Inyección.	
15	Retirar Seguro de Resorte.	
16	Liberar Presión en Prensa Resorte.	
17	Desacoplar Prensa Resorte de Resorte de Bomba de Inyección.	
18	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • Cilindro. • Embolo. • Piñón. 	

Tabla 5.1.2.28. Desarme de Bomba de Inyección.

Para la Limpieza – Análisis – Verificación tenemos los siguientes procesos:

LIMPIEZA DE CAJA DE AFLUENCIA LADO TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpia: <ul style="list-style-type: none"> • Caja de Afluencia Lado Turbina. • Anillo de Tobera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cepillo de Acero. • Solvent. • Lija N# 400.
2	Enganchar Estrobo a Anillo de Tobera.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
3	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
4	Levantar Anillo de Tobera.	
5	Bajar Anillo de Tobera y Colocar en Zona de Descarga.	
6	Desenganchar Estrobo de Anillo de Tobera.	
7	Enganchar Estrobo a Caja de Afluencia Lado Turbina.	
8	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
9	Levantar Caja de Afluencia Lado Turbina.	
10	Bajar Caja de Afluencia Lado Turbina y Colocar en Zona de Descarga.	
11	Desenganchar Estrobo de Caja de Afluencia Lado Turbina.	

Tabla 5.1.2.29. Limpieza de Caja de Afluencia Lado Turbina.

LIMPIEZA Y VERIFICACIÓN DE EJE DE ROTOR DE TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de: <ul style="list-style-type: none"> • Eje Rotor de Turbina. • Cojinete Lado Compresor. • Cojinete Lado Turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guapie. • Solvent. • Vileda.
2	Verificar en Eje de Rotor Turbina: <ul style="list-style-type: none"> • Circularidad. • Alineación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparador de Reloj Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 25 mm. • Apreciación: 0.1 mm.
3	Verificar Sección de Superficie en Eje de Rotor Turbina: <ul style="list-style-type: none"> • Cojinete Lado Compresor. • Cojinete Lado Turbina. 	
4	Verificar en Cojinete de Eje Rotor Turbina: <ul style="list-style-type: none"> • Cojinete Lado Compresor: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste. • Condición de Superficie de Lubricación. • Cojinete Lado Turbina: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste. 	

	<ul style="list-style-type: none"> Condición de Superficie de Lubricación. 	
5	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> Cojinete Lado Compresor. Cojinete Lado Turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> Comparador de Reloj Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> Alcance: 0 - 25 mm. Apreciación: 0.1 mm
6	Verificar en Eje de Rotor Turbina: <ul style="list-style-type: none"> Juego Axial: <ul style="list-style-type: none"> 0,19 - 0,28 mm. Lado Turbina. 0,20 - 0,28 mm. Lado Compresor. 	
7	Aplicar Capa de Molibdeno en: <ul style="list-style-type: none"> Eje Rotor de Turbina: <ul style="list-style-type: none"> Sección Cojinete Lado Compresor. Sección Cojinete Lado Turbina. Cojinete: <ul style="list-style-type: none"> Lado Compresor. Lado Turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> Spray Dry Film Lubrication. Cronómetro.
8	Dejar Secar por 30 Minutos.	
9	Limpieza de: <ul style="list-style-type: none"> Hélices de Turbina. <ul style="list-style-type: none"> Descarbonización Hélices de Compresor. 	<ul style="list-style-type: none"> Guapie. Solvent. Vileda.
10	Verificar en: <ul style="list-style-type: none"> Hélices de Turbina: <ul style="list-style-type: none"> Condición de Hélices. Hélices de Compresor: <ul style="list-style-type: none"> Condición de Hélices. Chavetas de Acople. Tuerca y Cilindro de Ajuste. 	

Tabla 5.1.2.30. Limpieza y Verificación de Eje Rotor de Turbina.

LIMPIEZA DE BOMBA DE INYECCIÓN		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> Seguro de Embolo. Resorte. Cilindro Embolo. Cremallera. 	<ul style="list-style-type: none"> Solvent. Cepillo Acero. Espátula. Guaípe.

2	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Carcasa de Bomba de Inyección. • Cámara de Ingreso de Combustible. • Tapa de Bomba de Inyección. • Asiento de Tapa de Bomba de Inyección. • O-Ring. • Válvula y Resorte de Inyección. Retirar Empaque de Bomba de Inyección.	
3	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Combustible. • Salida de Combustible. 	
4	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Estado de O-Ring. • Ajuste de Cilindro – Embolo. • Dientes de: <ul style="list-style-type: none"> • Cremallera. • Piñón. 	
5	Pintar Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Anticorrosiva. • Aire Comprimido. • Pistola.

Tabla 5.1.2.31. Limpieza de Bomba de Inyección.

LIMPIEZA DE VÁLVULA PILOTO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Tapa de Válvula Piloto. • Neplo. • Cilindro. • Embolo. • Resorte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvent. • Guaípe. • Baqueta. • Lija N# 400.
2	Verificar Condición de: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • O-Ring de Válvula Piloto. 	

Tabla 5.1.2.32. Limpieza de Válvula Piloto.

LIMPIEZA Y VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE COJINETES DE BANCADA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Cojinete: <ul style="list-style-type: none"> • Superior. • Inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe. • Solvent. • Vileda.
2	Medir Espesor de Cojinetes: <ul style="list-style-type: none"> • Superior: 22.33 - 22.35 mm. (Medición en A - B - C). • Inferior: 22.33 - 22.35 mm. (Medición en A - B - C). 	<ul style="list-style-type: none"> • Micrómetro Mitutoyo <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 25 mm • Apreciación: 0.1 mm
3	Almacenamiento de Cojinetes fuera de Rango.	
4	Medir y marcar Mitad del Cojinete: Superior. Inferior.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuchilla.
5	Trazar Línea de Referencia en la cara Exterior del Cojinete: Superior. Inferior.	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrador de Profundidad Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 150 mm • Apreciación: 0.05 mm
6	Resaltar Línea de Referencia	<ul style="list-style-type: none"> • Marcador de Pintura Color Rojo.
7	Aplicar Capa de Molibdeno.	<ul style="list-style-type: none"> • Spray Dry Film Lubrication.
8	Dejar Secar por 10 – 15 Minutos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro.
9	Colocar Guía de Lubricación en Cojinete Superior	

Tabla 5.1.2.33. Limpieza y Verificación de Espesor de Cojinetes de Bancada.

LIMPIEZA Y VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE COJINETES DE BIELA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Block • Biela • Cigüeñal 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Guaipe.
1	Limpieza de Cojinete: <ul style="list-style-type: none"> • Superior. • Inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe. • Solvent. • Vileda.
2	Medir Espesor de Cojinetes: <ul style="list-style-type: none"> • Superior: 15.835 – 15.855 mm. (Medición en A - B - C). • Inferior: 15.835 – 15.855 mm. (Medición en A - B - C). 	<ul style="list-style-type: none"> • Micrómetro Mitutoyo <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 25 mm • Apreciación: 0.1 mm
3	Almacenamiento de Cojinetes fuera de Rango.	

4	Medir y marcar Mitad del Cojinete: Superior. Inferior.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuchilla. • Calibrador de Profundidad Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 150 mm • Apreciación: 0.05 mm
5	Trazar Línea de Referencia en la cara Exterior del Cojinete: Superior. Inferior.	
6	Resaltar Línea de Referencia	<ul style="list-style-type: none"> • Marcador de Pintura Color Rojo.
7	Aplicar Capa de Molibdeno.	<ul style="list-style-type: none"> • Spray Dry Film Lubrication. • Cronometro.
8	Dejar Secar por 10 – 15 Minutos.	
9	Colocar Guía de Lubricación en Cojinete Superior	

Tabla 5.1.2.34. Limpieza y Verificación de Espesor de Cojinetes de Biela.

LIMPIEZA DE CABEZOTE Y CAJA DE CABEZOTE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
	CABEZOTE	
1	Colocar Gancho de Elevación de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. Estrobo Pequeño. • Gancho de Elevación de Cabezote • Llave 21 mm. • 2 Pernos.
2	Enganchar Estrobo a Gancho de Elevación de Cabezote.	
3	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
4	Levantar Cabezote.	
5	Bajar y Colocar en Planta Baja.	
6	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
7	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
8	Limpiar Cabezote: <ul style="list-style-type: none"> • Alojamiento Carcasa de Válvula Admisión – Escape. • Alojamiento Inyector. • Alojamiento Válvula de Seguridad. • Alojamiento Válvula de Arranque (Cab.10 al Cab.18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Espátula. • Solvent. • Guaípe. • Lija N# 400.
9	Colocar Gancho de Elevación de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Gancho de Elevación de Cabezote • Llave 21 mm. • 2 Pernos.
10	Enganchar Estrobo a Gancho de Elevación de Cabezote.	
11	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
12	Levantar Cabezote.	
13	Bajar y Colocar en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).	
14	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
15	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
16	Enganchar Estrobo a Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
17	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	

18	Girar y Bajar Cabezote, apoyando ductos de Admisión en el Piso.	
19	Aflojar y Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca de Cañería de Agua para Refrigeración de Válvulas. • 4 Pernos de Sujeción de Codo de Cañería de Agua para Refrigeración de Cabezote. • Empaque y Tapas de Ductos de Agua de Refrigeración. <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Cabezote. • Pasar Machuelo en orificios de Pernos para Sujeción de Junta Expansión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 30 mm. • Llave 21 mm. • Espátula. • Machuelo 5/8 W. • Aceite. • Martillo. • Cincel de Acero.
20	Pintar Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Anticorrosiva. • Aire Comprimido. • Pistola.
CAJA DE CABEZOTE		
21	Enganchar Estrobo a Caja de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
22	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
23	Levantar Caja de Cabezote.	
24	Bajar y Colocar en Zona de Descarga (Sala de Maquinas).	
25	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
26	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
27	Limpiar Caja de Cabezote: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar Empaque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Espátula. • Solvent. • Guaípe. • Lija N# 400.
28	Pintar Caja Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Anticorrosiva. • Aire Comprimido. • Pistola.

Tabla 5.1.2.35. Limpieza de Cabezote y Caja de Cabezote.

ASENTAMIENTO DE VÁSTAGO EN CARCASA DE VÁLVULA (ADMISIÓN - ESCAPE)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Carcasa de Vástago en Mesa de Soporte de Conjunto de Válvula.	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de Conjunto de Válvula.
2	Colocar Sujetador de Válvula en Platillo de Válvula.	

3	Colocar en Asiento de Válvula de Carcasa de Válvula y Cara de Válvula: <ul style="list-style-type: none"> • Pasta de Esmeril. • Aceite. • Evitar Exceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sujetador de Válvula. • Pasta Esmeril. • Aceite. • Guaípe.
4	Introducir Válvula en Carcasa de Válvula.	
5	Rectificar Alojamiento de Válvula: <ul style="list-style-type: none"> • Girar Rectificador hacia Adelante y Atrás en ángulos de 30° a 45°. 	
6	Verificar Superficie de Asiento: Anillo Uniforme de Asentamiento.	
7	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula. • Carcasa de Válvula. 	
8	Retirar Válvula de Carcasa de Válvula.	
9	Retirar Carcasa de Vástago en Mesa de Soporte de Conjunto de Válvula.	

Tabla 5.1.2.36. Asentamiento de Válvula en Carcasa de Válvula (Admisión - Escape).

ASENTAMIENTO DE VÁSTAGO EN CARCASA DE VÁLVULA DE ARRANQUE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Carcasa de Vástago en Mesa de Soporte de Conjunto de Válvula.	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de Conjunto de Válvula. • Sujetador de Válvula. • Pasta Esmeril. • Aceite. • Guaípe.
2	Colocar Sujetador de Válvula en Platillo de Válvula.	
3	Colocar en Asiento de Válvula de Carcasa de Válvula y Cara de Válvula: <ul style="list-style-type: none"> • Pasta de Esmeril. • Aceite. • Evitar Exceso. 	
4	Introducir Válvula en Carcasa de Válvula.	
5	Rectificar Alojamiento de Válvula: <ul style="list-style-type: none"> • Girar Rectificador hacia Adelante y Atrás en ángulos de 30° a 45°. 	
6	Verificar Superficie de Asiento: Anillo Uniforme de Asentamiento.	
7	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula. • Carcasa de Válvula. 	

8	Retirar Válvula de Carcasa de Válvula.	
----------	----------------------------------------	--

9	Retirar Carcasa de Vástago en Mesa de Soporte de Conjunto de Válvula.	
----------	-----------------------------------------------------------------------	--

Tabla 5.1.2.37. Asentamiento de Vástago en Carcasa de Válvula Arranque.

LIMPIEZA DE INYECTOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de Tobera. • Carcasa de Tobera. • Aguja de Inyección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guapie. • Solvent. • Baqueta.
2	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Cuerpo de Tobera. • Carcasa de Tobera. • Aguja de Inyección. 	

Tabla 5.1.2.38. Limpieza de Inyector.

LIMPIEZA DE VÁLVULA DE SEGURIDAD		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Tapa de Válvula de Seguridad. • Tapón. • Cilindro. • Embolo. • Resorte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvent. • Guaipe. • Baqueta. • Lija N# 400.
2	Verificar Condición de: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • O-Ring de Válvula de Seguridad. 	

Tabla 5.1.2.39. Limpieza de Válvula de Seguridad.

LIMPIEZA DE VÁLVULA DE ARRANQUE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Tapa de Válvula de Arranque. • Válvula de Arranque. • Asiento de Resorte Superior. • Resorte. • Asiento de Resorte Inferior. • Asiento de Vástago- Vástago. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvent. • Guaípe. • Baqueta. • Lija N# 400.
2	Verificar Condición de: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • O-Ring de: <ul style="list-style-type: none"> • Asiento de Vástago. • Alojamiento de Vástago. • Válvula de Arranque. 	

Tabla 5.1.2.40. Limpieza de Válvula de Arranque.

LIMPIEZA CORONA, FALDA Y BIELA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Corona. <ul style="list-style-type: none"> • Alojamientos de Rines. • Alojamiento de Pernos. • Cabeza De Corona. • Descarbonización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Solvent. • Espátula. • Lija N# 400.
2	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Falda. <ul style="list-style-type: none"> • Alojamientos de PIN. • Exterior de la falda. Agujero de Pernos. • Descarbonización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Solvent. • Espátula. • Lija N# 400.
3	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Seguro de PIN. <ul style="list-style-type: none"> • Descarbonización 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Solvent. • Espátula. • Lija N# 400.
4	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Biela. <ul style="list-style-type: none"> • Alojamiento de PIN. • Exterior de la Biela 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Solvent.

Tabla 5.1.2.41. Limpieza de Corona, Falda y Biela.

LIMPIEZA DE INTERENFRIADOR DE AIRE (DERECHO - IZQUIERDO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar 8 Tuercas de Sujeción de Ánodos de Sacrificio. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Ánodos de Sacrificio. • 4 Tuercas x Tapa de Ánodo de Sacrificio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 26 mm.
2	Retirar Ánodos de Sacrificio.	
3	Aflojar y Retirar 24 Tuercas de Sujeción de Tapa Superior de Interenfriador de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 26 mm. • Espátula. • Cepillos de Limpieza. • Solución Química: <ul style="list-style-type: none"> • 2 – 15. • 2 – 16.
4	Enganchar Estrobo a Tapa de Interenfriador de Aire.	
5	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
6	Levantar Tapa de Interenfriador de Aire.	
7	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
8	Desenganchar Estrobo de Tapa Superior de Interenfriador de Aire.	
9	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
10	Aflojar y Retirar 40 Tuercas de Sujeción de Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	
11	Retirar Tapa Lateral de Interenfriador.	
12	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Cara Superior. • Cara Inferior. • Aletas Disipadoras de Calor. • Baqueteo. 	
13	Aplicar Pintura: <ul style="list-style-type: none"> • Interenfriador de Aire. • Ducto de Aire. • Tapa Lateral 	<ul style="list-style-type: none"> • Aire Comprimido. • Pistola. • Pintura Inoxidable.

Tabla 5.1.2.42. Limpieza de Interenfriador de Aire (Derecho - Izquierdo).

VERIFICACIÓN DE ÁNODOS DE SACRIFICIO Y LAVADO QUÍMICO DE ENFRIADOR DE ACEITE LUBRICANTE - AGUA DE CAMISAS - ACEITE DE TURBO - AGUA DE VÁLVULAS		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Recipiente Receptor de Aceite debajo de Tapón de Purga de Enfriador de Aceite Lubricante.	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente Receptor de Aceite.

2

Aflojar y Retirar 4 Tuercas de Tapón de Purga de Enfriador de Aceite Lubricante.

- Llave 19 mm.

3	Retirar Tapón	
4	Abrir Llaves de Purgado de: <ul style="list-style-type: none"> • Aceite. • Agua. 	
5	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Ánodos de Sacrificio: <ul style="list-style-type: none"> • Enfriador de Aceite Lubricante. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 4 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. • Enfriador de Agua de Camisas. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 4 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.
6	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Ánodos de Sacrificio: <ul style="list-style-type: none"> • Enfriador de Aceite de Turbo. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 1 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. • Enfriador de Agua de Válvulas. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 1 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm.
7	Verificar Condición de Ánodos de Sacrificio.	
8	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar y Ajustar Pernos de Ánodos de Sacrificio. Enfriador de Aceite Lubricante. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 4 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. • Enfriador de Agua de Camisas. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 4 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.
9	Colocar y Ajustar Pernos de Ánodos de Sacrificio. <ul style="list-style-type: none"> • Enfriador de Aceite de Turbo. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 1 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. • Enfriador de Agua de Válvulas. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Ánodos de Sacrificio. 1 Pernos x Tapa de Ánodo de Sacrificio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm.
LAVADO QUÍMICO		
10	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Tuberías de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada y Salida de Agua para Enfriadores. • Entrada y Salida de Enfriador Aceite de Turbo. • Entrada y Salida de Enfriador Agua de Válvulas. • Salida de Agua Enfriador de Aceite Lubricante. • Entrada de Agua a Enfriador de Agua de Camisas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.
11	Colocar Tapón en Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua para Enfriadores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm. • 16 Pernos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Salida de Agua para Enfriadores. 	
12	Montar Andamio frente a Tapas Lado Izquierdo de Enfriadores de Calor.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Exterior.
13	Colocar Tecle Exterior en Andamio.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño • Andamio.
14	<p>Montar Equipo de Lavado Químico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • PH. • Temperatura de Solución Química. • Tiempo de Circulación de Solución Química. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solución Química <ul style="list-style-type: none"> • 2-15 • 2-16 • Cubeta de Solución Química. • Bomba. • Mangueras y Bridas de Conexión.
15	Retirar Tapón en Tubería de: Entrada de Agua para Enfriadores. Salida de Agua para Enfriadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.
16	<p>Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Tuberías de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrada y Salida de Agua para Enfriadores. • Entrada y Salida de Enfriador Aceite de Turbo. • Entrada y Salida de Enfriador Agua de Válvulas. • Salida de Agua Enfriador de Aceite Lubricante. • Entrada de Agua a Enfriador de Agua de Camisas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.
17	Retirar Tecle Exterior en Andamio.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Exterior.
18	Retirar Andamio.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño • Andamio.

Tabla 5.1.2.43. Verificación de Ánodos de Sacrificio y Lavado Químico de Enfriador de Aceite Lubricante - Agua de Camisas - Aceite de Turbo - Agua de Válvulas.

BAQUETEADO DE ENFRIADOR DE ACEITE LUBRICANTE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Montar Andamio frente a Tapas Lado Derecho de Enfriadores de Calor.	
2	<p>Aflojar y Desconectar en Tapas las Tubería de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm.
3	Colocar Tecle Exterior en Andamio.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Exterior.
4	Aflojar 24 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño. • Andamio.
5	Retirar 22 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 46 mm.

Aceite Lubricante.	
--------------------	--

6	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
7	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	
8	Sujetar Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
9	Retirar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
10	Retirar Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante y Colocar en Zona de Descarga.	
11	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
12	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
13	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
14	Insertar Baqueta para Limpieza.	
15	Acoplar Taladro a Baqueta de Limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> • Baqueta. • Taladro.
16	Realizar Limpieza.	
17	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Exterior. • Estrobo Pequeño.
18	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Andamio.
19	Levantar y Colocar Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 46 mm. • Llave 36 mm.
20	Colocar y Ajustar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
21	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
22	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
23	Colocar y Ajustar 22 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
24	Conectar y Ajustar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	
25	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
26	Desmontar Andamio frente a Tapas Lado Derecho de Enfriadores de Calor.	

Tabla 5.1.2.44. Baqueteo de Enfriador de Aceite Lubricante.

BAQUETEO DE ENFRIADOR DE ACEITE DE TURBO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Montar Andamio frente a Tapas Lado Derecho de Enfriadores de Calor.	
2	Aflojar y Desconectar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm.
3	Colocar Tecele Exterior en Andamio.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Exterior. • Estrobo Pequeño. • Andamio. • 2 Llaves 30 mm.
4	Aflojar 12 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
5	Retirar 10 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
6	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
7	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	
8	Sujetar Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
9	Retirar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
10	Retirar Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo y Colocar en Zona de Descarga.	
11	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
12	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
13	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
14	Insertar Baqueta para Limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> • Baqueta. • Taladro.
15	Acoplar Taladro a Baqueta de Limpieza.	
16	Realizar Limpieza.	
17	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Exterior. • Estrobo Pequeño. • Andamio. • 2 Llaves 30 mm. • Llave 36 mm.
18	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	
19	Levantar y Colocar Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
20	Colocar y Ajustar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
21	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
22	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
23	Colocar y Ajustar 12 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Aceite de Turbo.	
24	Conectar y Ajustar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	

25	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
26	Desmontar Andamio.	

Tabla 5.1.2.45. Baqueteo de Enfriador de Aceite de Turbo.

BAQUETEADO DE ENFRIADOR DE AGUA DE CAMISAS		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Montar Andamio frente a Tapas Lado Derecho de Enfriadores de Calor.	
2	Aflojar y Desconectar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm.
3	Colocar Tecele Exterior en Andamio.	
4	Aflojar 24 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
5	Retirar 22 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
6	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
7	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	
8	Sujetar Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
9	Retirar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
10	Retirar Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante y Colocar en Zona de Descarga.	
11	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador Agua de Camisas.	
12	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
13	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
14	Insertar Baqueta para Limpieza.	
15	Acoplar Taladro a Baqueta de Limpieza.	
16	Realizar Limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> • Baqueta. • Taladro.
17	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
18	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	
19	Levantar y Colocar Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
20	Colocar y Ajustar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Exterior. • Estrobo Pequeño. • Andamio. • 2 Llaves 46 mm. • Llave 36 mm.

21	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
22	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
23	Colocar y Ajustar 22 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Camisas.	
24	Conectar y Ajustar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	
25	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
26	Desmontar Andamio.	

Tabla 5.1.2.46. Baqueteo de Enfriador de Agua de Camisas.

BAQUETEADO DE ENFRIADOR DE AGUA DE VÁLVULAS		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Montar Andamio frente a Tapas Lado Derecho de Enfriadores de Calor.	
2	Aflojar y Desconectar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm.
3	Colocar Tecele Exterior en Andamio.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Exterior.
4	Aflojar 12 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño. • Andamio. • 2 Llaves 30 mm.
5	Retirar 10 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
6	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
7	Enganchar Estrobo a Tecele Exterior.	
8	Sujetar Tapa de Enfriador de Aceite Lubricante.	
9	Retirar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
10	Retirar Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas y Colocar en Zona de Descarga.	
11	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
12	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
13	Retirar Tecele Exterior en Andamio.	
14	Insertar Baqueta para Limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> • Baqueta.
15	Acoplar Taladro a Baqueta de Limpieza.	<ul style="list-style-type: none"> • Taladro.

16	Realizar Limpieza.	
17	Enganchar Estrobo a Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Exterior. • Estrobo Pequeño. • Andamio. • 2 Llaves 30 mm. • Llave 36 mm.
18	Enganchar Estrobo a Tecle Exterior.	
19	Levantar y Colocar Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
20	Colocar y Ajustar 2 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
21	Desenganchar Estrobo de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
22	Desenganchar Estrobo de Tecle Exterior.	
23	Colocar y Ajustar 10 Tuercas de Sujeción de Tapa de Enfriador de Agua de Válvulas.	
24	Conectar y Ajustar en Tapas las Tubería de: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Agua. • Salida de Agua. 	
25	Retirar Tecle Exterior en Andamio.	
26	Desmontar Andamio.	

Tabla 5.1.2.47. Baqueteo de Enfriador de Agua de Válvulas.

LIMPIEZA GENERADOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar Pernos de Tapas del Conjunto Generador: <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tapas Delanteras: <ul style="list-style-type: none"> • 16 Pernos x Primera Tapa. • 19 Pernos x Segunda Tapa. • 4 Tapas Traseras: <ul style="list-style-type: none"> • 16 Pernos x Primera Tapa. • 19 Pernos x Segunda Tapa. • 2 Tapas Inferiores Delantera - Traseras: <ul style="list-style-type: none"> • 9 Pernos x Tapa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 19 mm. • Copa 3/4".
2	Enganchar Estrobo a Tapa de Generador.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
3	Enganchar Estrobo en Tecle Móvil de 5 Ton.	
4	Levantar Tapa de Generador.	
5	Bajar Tapa de Generador y Colocar en Planta Baja.	
6	Desenganchar Estrobo de Tapa de Generador.	
7	Desenganchar Estrobo en Tecle Móvil de 5 Ton.	

ESTATOR		
8	Retirar Polvo a ambos Lados del Estator.	<ul style="list-style-type: none"> • Mascarilla. • Gafas. • Escobillón • Aire Comprimido.
9	Pulverizar a ambos Lados del Estator	<ul style="list-style-type: none"> • Aire Comprimido. • Solvent.
10	Medición de Nivel de Aislamiento del Estator	<ul style="list-style-type: none"> • Megger. <ul style="list-style-type: none"> • Índice de Polarización: $IP \geq 2.$
TAPAS		
11	Retirar Polvo de Tapas del Conjunto Generador.	<ul style="list-style-type: none"> • Mascarilla. • Gafas. • Escobillón Aire Comprimido.
12	Desengrasar Tapas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aire Comprimido. • Pistola. • Solvent.
13	Pintar Tapas.	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Anticorrosiva. • Aire Comprimido. • Pistola.

Tabla 5.1.2.48. Limpieza de Generador.

LIMPIEZA EXCITATRIZ		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Aflojar y Retirar Pernos de Tapas del Conjunto Generador: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tapa de Excitatriz: <ul style="list-style-type: none"> • 15 Pernos. • 2 Tapas de Rotor: <ul style="list-style-type: none"> • 13 Pernos x Tapa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 19 mm. • Copa 3/4". • Llave 10 mm. • Llave 14 mm.
2	Retirar 2 Tapas de Rotor.	
3	Enganchar Estrobo a Tapa Principal.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
4	Enganchar Estrobo en Tecla Móvil de 5 Ton.	
5	Levantar Tapa Principal.	
6	Bajar Tapa Principal y Colocar en Planta Baja.	
7	Desenganchar Estrobo de Tapa Principal.	
8	Desenganchar Estrobo en Tecla Móvil de 5 Ton.	

EXCITATRIZ		
9	Retirar Polvo Lados del Excitatriz.	<ul style="list-style-type: none"> • Mascarilla. • Gafas. • Escobillón • Aire Comprimido.
10	Pulverizar a Excitatriz.	<ul style="list-style-type: none"> • Aire Comprimido. • Solvent.
11	Medición de Nivel de Aislamiento del Excitatriz.	<ul style="list-style-type: none"> • Megger. <ul style="list-style-type: none"> • Índice de Polarización: $IP \geq 2.$
TAPAS		
12	Retirar Polvo de Tapas del Conjunto Excitatriz.	<ul style="list-style-type: none"> • Mascarilla. • Gafas. • Escobillón Aire Comprimido.
13	Desengrasar Tapas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aire Comprimido. • Pistola. • Solvent.
14	Pintar Tapas.	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Anticorrosiva. • Aire Comprimido. • Pistola.

Tabla 5.1.2.49. Limpieza de Excitatriz.

LIMPIEZA DE TAPAS DE BLOCK		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar Tapa de Block	<ul style="list-style-type: none"> • Espatula. • Solvent. • Guaípe.
2	Verificar Condición de: <ul style="list-style-type: none"> • Empaque. • Válvula de Sobrepresión en Carter. 	
3	Aplicar Pintura.	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Anticorrosiva. • Aire Comprimido. • Pistola.

Tabla 5.1.2.50. Limpieza de Tapas de Block.

LIMPIEZA DE DUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE. (IZQUIERDO Y DERECHO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Ductos de Admisión de Aire. • Línea de Ingreso de Aire. • Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Solvent. • Espátula. • Lija N# 400.
2	Aplicar Pintura.	<ul style="list-style-type: none"> • Aire Comprimido. • Pistola. • Pintura Inoxidable.

Tabla 5.1.2.51. Limpieza de Ductos de Admisión de Aire.

ANÁLISIS DE FISURA (TINTAS PENETRANTES)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpeza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Pernos de Cabeza de Biela • Tuerca Tapa Bancada 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvent • Guaípe
2	Secar Pernos	
3	Aplicar Spray Red Mark, cubriendo toda la superficie en pernos y tuerca.	<ul style="list-style-type: none"> • Spray Red Mark
4	Verificar Spray Red Mark cubra toda la superficie Exterior en Perno Exterior e Interior en Tuerca	
5	Dejar Reposar por 2 Horas	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro
6	Verificar Marcas Fisuras	
7	Limpeza sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Pernos de Cabeza de Biela • Tuerca Tapa Bancada 	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe Seco
8	Aplicar Spray Crack Finder en Perno y Tuerca, cubriendo toda la superficie en pernos y tuerca.	<ul style="list-style-type: none"> • Spray Crack Finder
9	Verificar Spray Crack Finder cubra toda la superficie Exterior en Perno Exterior e Interior en Tuerca	
10	Dejar Reposar por 1 Horas	<ul style="list-style-type: none"> • Cronometro
11	Verificar Marcas Fisuras	
12	Limpeza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Pernos de Cabeza de Biela • Tuerca Tapa Bancada 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvent • Guaípe

13	Secar Pernos	
14	Marcar Angulo de Ajuste en Tuerca de Sujeción de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Marcador de Pintura Color Rojo.

Tabla 5.1.2.52. Análisis Fisura de Pernos.

Para el Rectificado – Pulido tenemos los siguientes procesos:

RECTIFICADO DE CAMISAS		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Camisa: <ul style="list-style-type: none"> • Interior. • Exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvent. • Guaipe. • Espátula. • Lija N# 400.
2	Retirar: <ul style="list-style-type: none"> • Silicón en Anillo de Asiento de Camisa. • 2 O-Ring en Cilindro de Camisa. 	
3	Medición de Diámetro Interior de Camisas: Posición a 45° respecto de Seguro de Camisa: Medición de Diámetro Interior de Camisas: <ul style="list-style-type: none"> • Posición: A - B - C – D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrador de Profundidad Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 150 mm • Apreciación: 0.05 mm
4	Colocar Transporte de Camisas, controlando que este se ubique en el centro de la camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de Camisas. • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
5	Enganchar Estrobo a Transporte de Cabeza de Biela	
6	Levantar Camisa	
7	Colocar en Soporte de Rectificadora - Bruñidora.	
8	Retirar Estrobo de Transporte de Camisas	
9	Desmontar Transporte de Camisas	
10	Colocar Roca de Diamante (Gruesa) para Rectificado.	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora - Bruñidora. <ul style="list-style-type: none"> • 75 RPM. • Angulo 45°. • Baja un espesor de 0,3 - 0,4 mm
11	Calibrar Velocidad de Rectificado	
12	Limpieza de Camisa: <ul style="list-style-type: none"> • Interior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diesel. • Guaipe.
13	Medición de Diámetro Interior de Camisas: <ul style="list-style-type: none"> • Posición: A - B - C – D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrador de Profundidad Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 150 mm • Apreciación: 0.05 mm

14	Colocar Roca de Diamante (Fina) para Bruñido	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora - Bruñidora. <ul style="list-style-type: none"> • 75 RPM. • Angulo 45°. • Baja un espesor de 0,2 - 0,3 mm
15	Calibrar Velocidad de Rectificado a 75 RPM.	
16	Limpieza de Camisa: <ul style="list-style-type: none"> • Interior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diesel. • Guaípe.
17	Medición de Diámetro Interior de Camisas: <ul style="list-style-type: none"> • Posición: A - B - C – D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrador de Profundidad Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 150 mm • Apreciación: 0.05 mm
18	Colocar Transporte de Camisas, controlando que este se ubique en el centro de la camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de Camisas. • Teclé Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
19	Enganchar Estrobo a Transporte de Cabeza de Biela	
20	Levantar Camisa	
21	Colocar en Zona de Descarga.	
22	Retirar Estrobo de Transporte de Camisas.	
23	Desmontar Transporte de Camisas.	

Tabla 5.1.2.53. Rectificado de Camisa.

RECTIFICADO DE CORONA – FALDA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Falda.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclé Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño
2	Enganchar Estrobo a Teclé Fijo de 1 Ton.	
3	Levantar Falda.	
4	Colocar Corona debajo de Falda.	
5	Bajar y Ensamblar Falda y Corona.	
6	Colocar y Ajustar 4 Pernos de Sujeción de Falda a Corona.	<ul style="list-style-type: none"> • Berbiquí. • Copa 27 mm.
7	Levantar Conjunto Falda - Corona.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclé Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño • Galgas de Calibración: <ul style="list-style-type: none"> • 0,015 -1 mm. • Calibrador de Profundidades Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 – 400 mm. • Apreciación: 0,01 mm.
8	Medir en todo el Diámetro del Pistón: <ul style="list-style-type: none"> • Holgura entre Asiento de Corona y Asiento de Falda. <ul style="list-style-type: none"> • Estándar 0,05 – 0,10 mm. • Alojamiento de Rines. 	
9	Desenganchar Estrobo a Teclé Fijo de 1 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclé Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño.

10	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil de 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño • Montacarga.
11	Bajar a Planta Baja y Colocar en Montacarga Conjunto Falda - Corona.	
12	Desenganchar Estrobo a Tecle Móvil de 5 Ton.	
13	Trasladar a Taller Mecánico, Zona de Torneado.	<ul style="list-style-type: none"> • Galgas de Calibración: <ul style="list-style-type: none"> • 0,015 -1 mm. • Calibrador de Profundidades Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 400 mm. • Apreciación: 0,01 mm.
14	Rectificar si la Holgura es mayor a 0.10 mm. <ul style="list-style-type: none"> • Asiento Corona. • Asiento Pistón. <ul style="list-style-type: none"> • Estándar 0,05 – 0,10 mm. 	
15	Trasladar a Planta Baja.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño • Montacarga.
16	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil de 5 Ton.	
17	Levantar Conjunto Falda - Corona.	
18	Bajar y Colocar Conjunto Falda - Corona en Zona de Descarga.	
19	Desenganchar Estrobo a Tecle Móvil de 5 Ton.	
20	Desenganchar Estrobo de Falda.	

Tabla 5.1.2.54. Rectificado de Corona - Falda.

RECTIFICADO DE ASIENTOS DEL CABEZOTE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
2	Enganchar Estrobo a Tecle Móvil de 5 Ton.	
3	Levantar Cabezote.	
4	Bajar, Girar 180 ° (Hacia Abajo) y Colocar en Zona de Descarga.	
5	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
6	Desenganchar Estrobo de Tecle Móvil de 5 Ton.	
7	Colocar en Alojamiento de Anillo de Fuego: <ul style="list-style-type: none"> • Pasta de Esmeril. • Aceite. • Evitar Exceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificador de Anillo de Camisa. • Pasta Esmeril. • Aceite. • Guapie.
8	Colocar Rectificador de Anillo de Fuego.	
9	Rectificar Asiento de Anillo de Fuego: <ul style="list-style-type: none"> • Girar Rectificador hacia Adelante y Atrás en ángulos de 30° a 45°. 	

10	Verificar Superficie Rectificada.	
11	Retirar Rectificador de Anillo de Camisa.	
12	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Pasta Esmeril. • Aceite. 	
13	Enganchar Estrobo a Cabezote.	
14	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil de 5 Ton.	
15	Levantar Cabezote.	
16	Bajar, Girar 180 ° (Hacia Arriba) y Colocar en Zona de Descarga.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
17	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
18	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
19	Colocar en Alojamiento de Válvula: <ul style="list-style-type: none"> • Pasta de Esmeril. • Aceite. • Evitar Exceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificador de Válvula. • Pasta Esmeril. • Aceite. • Guapie.
20	Colocar Rectificador de Alojamiento de Válvula.	
21	Rectificar Alojamiento de Válvula: Girar Rectificador hacia Adelante y Atrás en ángulos de 30° a 45°.	
22	Verificar Superficie Rectificada.	
23	Retirar Rectificador de Válvula	
24	Limpiar: <ul style="list-style-type: none"> • Pasta de Esmeril. • Aceite. <p>NOTA:</p> <p>Realizar este procedimiento para Válvulas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arranque (Cabezote 10 - 18). • Seguridad. • Admisión. • Escape. 	
25	Colocar Codo de Tubería de Agua para Refrigeración de Cabezote.	
26	Ajustar 4 Tuercas de Tubería de Agua para Refrigeración de Válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 30 mm.
27	Retirar Tubería de Refrigeración de Válvulas.	
28	Ajustar Tuerca de Sujeción de Codo de Tubería de Agua para Refrigeración de Válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.

Tabla 5.1.2.55. Rectificado de Asientos del Cabezote.

RECTIFICADO DE CARCASA Y CARA DE VÁLVULA (ADMISIÓN - ESCAPE)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
	VÁSTAGO	
1	Colocar Vástago en Soporte de Rectificadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora de Conjunto de Válvulas. • Aceite. • Guaipe.
2	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Linealidad. • Nivel. • Circularidad. 	
3	Ajustar Rectificadora: <ul style="list-style-type: none"> • Angulo de Rectificado 30°. 	
4	Rectificar Cara de Vástago.	
5	Verificar Superficie Rectificada.	
6	Retirar Rectificador de Conjunto de Válvula.	
7	Limpiar Superficie Rectificada.	
8	Retirar Vástago en Soporte de Rectificadora.	
9	CARCASA	
10	Colocar Carcasa de Vástago en Soporte de Rectificadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora de Conjunto de Válvulas. • Aceite. • Guaipe.
11	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Linealidad. • Nivel. • Circularidad. 	
12	Ajustar Rectificadora: <ul style="list-style-type: none"> • Angulo de Rectificado 30,5°. 	
13	Rectificar Asiento de Vástago en Carcasa de Vástago.	
14	Verificar Superficie Rectificada.	
15	Retirar Rectificador de Conjunto de Válvula.	
16	Limpiar Superficie Rectificada.	
17	Retirar Carcasa de Vástago en Soporte de Rectificadora.	

Tabla 5.1.2.56. Rectificado de Carcasa y Vástago de Válvula (Admisión - Escape).

RECTIFICADO DE CARCASA Y VÁSTAGO DE VÁLVULA DE ARRANQUE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
	VÁSTAGO	
1	Colocar Vástago en Soporte de Rectificadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora de Conjunto de Válvulas. • Aceite. • Guaipe.
2	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Linealidad. • Nivel. • Circularidad. 	
3	Ajustar Rectificadora: <ul style="list-style-type: none"> • Angulo de Rectificado 30°. 	
4	Rectificar Cara de Vástago.	
5	Verificar Superficie Rectificada.	
6	Retirar Rectificador de Conjunto de Válvula.	
7	Limpiar Superficie Rectificada.	
8	Retirar Vástago en Soporte de Rectificadora.	
9	CARCASA	
10	Colocar Carcasa de Vástago en Soporte de Rectificadora.	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora de Conjunto de Válvulas. • Aceite. • Guaipe.
11	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Linealidad. • Nivel. • Circularidad. 	
12	Ajustar Rectificadora: <ul style="list-style-type: none"> • Angulo de Rectificado 30,5°. 	
13	Rectificar Carcasa de Vástago.	
14	Verificar Superficie Rectificada.	
15	Retirar Rectificador de Conjunto de Válvula.	
16	Limpiar Superficie Rectificada.	
17	Retirar Carcasa de Vástago en Soporte de Rectificadora.	

Tabla 5.1.2.57. Rectificado de Carcasa y Vástago de Válvula de Arranque.

CALIBRACIÓN DE INYECTOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Inyector en Banco de Soporte de Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de Prueba de Inyector. • Llave 17 mm.
2	Colocar y Ajustar Cañería de Abastecimiento de Combustible en Inyector.	
3	Aplicar Presión en banco de Soporte de Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • Presión de Trabajo: 250 kg/cm² 	
4	Realizar Calibración. <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: El Inyector debe descargar su presión en 15 a 	

	20 Seg.	
5	Colocar Placa de Seguro de Tuerca de Calibración de Presión.	<ul style="list-style-type: none"> • Alicate. • Alambre.
6	Colocar Seguro en Tuerca de Calibración de Presión.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 14 mm.
7	Aflojar y Retirar Cañería de Abastecimiento de Combustible en Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de Prueba de Inyector. • Llave 17 mm.
8	Retirar Inyector en Banco de Soporte de Inyector.	

Tabla 5.1.2.58. Calibración de Inyector.

PULIDA EN CODOS DE CIGÜEÑAL		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Conectar Manguera de Caucho en Línea de Aire Comprimido.	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de Caucho. • Pulidora Neumática.
2	Acoplar Pulidora Neumática en Manguera de Caucho.	
3	Cortar Tira de Lija. 1,5 metros.	
4	Enrollar Lija en Codo de Cigüeñal.	<ul style="list-style-type: none"> • Lija N# 400. • Pegamento.
5	Asegurar Lija.	
6	Colocar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de Caucho. • Pulidora Neumática.
7	Pulir Codo de Cigüeñal: Codo de Bancada. Codo de Biela.	
8	Limpiar Superficie	
9	Verificar Superficie Pulida.	
10	Retirar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe Seco. • Lija N# 600. • Pegamento.
11	Zafar Lija.	
12	Cortar Tira de Lija. 1,5 metros.	
13	Enrollar Lija en Codo de Cigüeñal.	
14	Asegurar Lija.	
15	Colocar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	
16	Pulir Codo de Cigüeñal: <ul style="list-style-type: none"> • Codo de Bancada. • Codo de Cabeza de Biela. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de Caucho. • Pulidora Neumática.
17	Limpiar Superficie	<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe Seco.
18	Verificar Superficie Pulida.	
19	Retirar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	
20	Zafar Lija.	

21	Desacoplar Pulidora Neumática de la Tubería de Caucho	
22	Desconectar Manguera de Caucho en Línea de Aire Comprimido.	

Tabla 5.1.2.59. Pulida en Codos de Cigüeñal.

PULIDA DE EJE DE ROTOR DE TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Conectar Manguera de Caucho en Línea de Aire Comprimido.	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de Caucho. • Pulidora Neumática.
2	Acoplar Pulidora Neumática en Manguera de Caucho.	
3	Cortar Tira de Lija. 50 cm.	<ul style="list-style-type: none"> • Lija N# 400. • Pegamento.
4	Enrollar Lija en Sección de Eje Rotor de Turbina.	
5	Asegurar Lija.	
6	Colocar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de Caucho. • Pulidora Neumática.
7	Pulir Sección de Eje Rotor de Turbina: <ul style="list-style-type: none"> • Cojinete de Lado Turbina. • Cojinete de Lado Compresor. • Apoyo de Lado Compresor. 	
8	Limpiar Superficie	
9	Verificar Superficie Pulida.	
10	Retirar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe Seco. • Lija N# 600. • Pegamento.
11	Safar Lija.	
12	Cortar Tira de Lija. 50 cm.	
13	Enrollar Lija en Sección de Eje Rotor de Turbina.	
14	Asegurar Lija.	
15	Colocar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de Caucho. • Pulidora Neumática.
16	Pulir Sección de Eje Rotor de Turbina: <ul style="list-style-type: none"> • Cojinete de Lado Turbina. • Cojinete de Lado Compresor. • Apoyo de Lado Compresor. 	
17	Limpiar Superficie	<ul style="list-style-type: none"> • Guaipe Seco.
18	Verificar Superficie Pulida.	
19	Retirar Anillo de Pulidora Neumática en Lija.	

20	Safar Lija.	
21	Desacoplar Pulidora Neumática de la Tubería de Caucho	
22	Desconectar Manguera de Caucho en Línea de Aire Comprimido.	

Tabla 5.1.2.60. Pulida de Eje de Rotor de Turbina.

Para el Armado tenemos los siguientes procesos:

ARMADO CONJUNTO PISTÓN - BIELA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Tecele Fijo de 1 Ton.	
2	Enganchar Estrobo a Falda de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño.
3	Levantar Falda.	
4	Colocar Empaque en Falda.	
5	Colocar Corona debajo de Falda.	
6	Bajar y Ensamblar Falda y Corona.	
7	Desenganchar Estrobo de Falda.	
8	Colocar y Ajustar 4 Pernos de Sujeción de Falda a Corona.	
9	Aplicar Ajuste Final a 4 Pernos de Sujeción de Falda a Corona. <ul style="list-style-type: none"> • Torque 180 Lb/ft. 	
10	Con Tecele Fijo 1 Ton Levantamos Biela y la Colocar en Pistón.	
11	Colocar Mesa Receptora de PIN con PIN.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa Receptora PIN. • Aceite.
12	Presionamos PIN hacia dentro hasta que Asegure Biela - Pistón.	
13	Enganchar Estrobo a Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Tecele Fijo 1 Ton. • Estrobo Pequeño. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 1/2". • Base Elevador - Transporte Pistón. • 3 Pernos 1/2".
14	Levantar Conjunto Biela - Pistón.	
15	Acoplar Transporta Pistón	
16	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil de 5 Ton.	
17	Enganchar Estrobo a Transporta Pistón.	
18	Girar Conjunto Pistón - Biela de manera que la Corona de Pistón se ubique en la parte superior repose en el piso. Simultáneamente:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. Sube. • Tecele Fijo 1 Ton. Baja. 	

19	Desenganchar Estrobo de Biela.	
20	Trasladar y Colocar en Soporte de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Base Elevador - Transporte Pistón. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 1/2". • 3 Pernos 1/2".
21	Desacoplar Transporta Pistón.	
22	Desenganchar Estrobo a Transporta Pistón.	
23	Desenganchar Estrobo a Tecele Móvil de 5 Ton.	
24	Acoplar Desmonta Seguro de PIN Pistón - Biela	
25	Girar el Desmonta Seguro de PIN 90° en sentido contrario de las Mancillas del Reloj	
26	Desacoplamos Desmonta Seguro de PIN	
27	Realizar el mismo procedimiento para retirar Seguro del lado Opuesto.	<ul style="list-style-type: none"> • Desmonta Seguros de Pin. • Llave 36/41"

Tabla 5.1.2.61. Armado de Conjunto Pistón - Biela.

ARMADO DE BOMBA DE INYECCIÓN		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Girar 180° a Bomba de Inyección (Hacia Abajo) y Colocar Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Bomba de Inyección. • Prensa Resorte. • Gato Hidráulico.
2	Colocar Bomba de Inyección en Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	
3	Acoplar Prensa Resorte en Resorte de Bomba de Inyección.	
4	Prensar Resorte de Bomba de Inyección.	
5	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • Cilindro. • Embolo. • Piñón. 	
6	Colocar Seguro de Resorte	
7	Liberar Presión en Prensa Resorte.	

8	Desacoplar Prensa Resorte de Resorte de Bomba de Inyección.	
9	Colocar y Ajustar Perno de Seguridad de Piñón.	• Llave 17 mm.
10	Girar 180° a Bomba de Inyección (Hacia Arriba) y Colocar Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Bomba de Inyección. • Alicata. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 23 mm. • Llave 19 mm. • 2 Pernos. • Alambre. • Punzón.
11	Colocar Bomba de Inyección en Mesa de Soporte de Bomba de Inyección.	
12	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Seguridad de Embolo.	
13	Colocar Seguro de 2 Pernos de Seguridad de Embolo	
14	Colocar O-Ring de Asiento de Tapa de Bomba de Inyección.	
15	Colocar en Asiento de Tapa de Bomba de Inyección: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula • Resorte de Inyección. 	
16	Colocar y Ajustar 2 Pernos para Ensamblaje de Asiento de Tapa de Bomba de Inyección.	
17	Colocar Asiento de Tapa de Bomba de Inyección.	
18	Colocar Tapa de Bomba de Inyección.	
19	Colocar y Ajustar 6 tuercas de Bomba de Inyección. <ul style="list-style-type: none"> • Torque de Ajuste: 90 lb ft. 	

Tabla 5.1.2.62. Armado de Bomba de Inyección.

ARMADO DE VÁLVULA PILOTO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula Piloto en Entenalla.	• Entenalla.
2	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • Embolo. 	• Llave 35 mm.
3	Colocar y Ajustar Tapa de Válvula Piloto.	
4	Colocar y Ajustar Neplo de Tapa de Válvula Piloto.	• Llave 27 mm.
5	Retirar Válvula Piloto de Entenalla.	• Entenalla.

Tabla 5.1.2.63. Armado de Válvula Piloto.

ARMADO DE VÁLVULA (ADMISIÓN - ESCAPE)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula en Soporte de Válvula.	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de Válvula. • Base de Retenedor de Seguro. • Prensa de Resorte. • Gato Hidráulico.
2	Colocar Base en Retenedor de Seguro.	
3	Acoplar Prensa Resorte en Válvula.	
4	Prensar Resorte de Válvula.	
5	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • 2 Seguros Medio Cono. 	
6	Liberar Presión en Prensa Resorte.	
7	Retirar Base en Retenedor de Seguros.	

Tabla 5.1.2.64. Armado de Válvula (Admisión - Escape).

ARMADO DE VÁLVULA DE SEGURIDAD		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula de Seguridad en Mesa de Soporte para Válvula de Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Válvula de Seguridad.
2	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • Resorte. • Embolo. 	
3	Colocar Tapa de Válvula de Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 13 mm.
4	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Válvula de Seguridad	
5	Colocar y Ajustar Tapón de Cilindro de Válvula de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 50 mm.
6	Retirar Válvula de Seguridad de Mesa de Soporte para Válvula de Seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte de Válvula de Seguridad.

Tabla 5.1.2.65. Armado de Válvula de Seguridad.

ARMADO DE VÁLVULA DE ARRANQUE		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula de Arranque en Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.

2	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • Vástago. • Asiento de Vástago. • Asiento de Resorte Inferior. • Resorte. • Asiento de Resorte Superior. 	
3	Colocar y Ajustar Tuerca de Sujeción de Vástago con Resorte Cilindro de Válvula de Arranque. <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Verificar que Holgura entre Vástago y Carcasa de Válvula de Arranque sea entre: 1,60 – 1,70 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 27 mm.
4	Colocar Alojamiento de Vástago en Tapa de Válvula de Arranque.	<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador Línea. • Destornillador Estrella.
5	Colocar Tapa de Válvula de Arranque.	
6	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Válvula de Seguridad.	
7	Retirar Válvula de Arranque de Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte para Válvula de Arranque.

Tabla 5.1.2.66. Armado de Válvula de Arranque.

ARMADO DE INYECTOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Inyector en Mesa de Soporte de Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de Soporte Inyector. • Llave para Tobera • Llave para Carcasa Tobera.
2	Colocar Aguja de Inyección en Cuerpo de la Tobera.	
3	Colocar y Ajustar: <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca de Sujeción de Inyector a Tobera. Rosca Derecha. • Carcasa de Tobera. Rosca Izquierda. 	

Tabla 5.1.2.67. Armado de Inyector.

ARMADO DE CABEZOTE (LADO DERECHO – LADO IZQUIERDO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
MONTAJE VÁLVULA DE ADMISIÓN		
1	Aplicar Anti Seize Nickel en Carcasa de Válvula de Admisión.	<ul style="list-style-type: none"> • Anti Seize Nickel. • Brocha
2	Colocar Válvula de Admisión en Cabezote.	

3	Colocar y Ajustar 6 Perno de Sujeción de Válvula de Admisión. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Válvulas de Admisión. <ul style="list-style-type: none"> • 3 Perno - Bocín x Válvula de Admisión. NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Torque de Asiento: 80 Lb ft • Torque de Ajuste: 220 Lb ft. 	<ul style="list-style-type: none"> • Torcometro Aumento 3/4". • Copa 30 mm.
MONTAJE VÁLVULA DE ESCAPE		
4	Aplicar Anti Seize Nickel en Carcasa de Válvula de Escape.	<ul style="list-style-type: none"> • Anti Seize Nickel. • Brocha
5	Colocar Válvula de escape en Cabezote.	
6	Colocar y Ajustar 6 Perno de Sujeción de Ajuste de Válvula de Escape. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Válvulas de Escape. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuerca - Bocín x Válvula de Escape. NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Torque de Asiento: 90 Lb ft • Torque desajuste: 240 Lb ft. 	<ul style="list-style-type: none"> • Torcometro Aumento 3/4". • Copa 30 mm.
MONTAJE DE TUBERÍAS DEL CABEZOTE		
7	Colocar Empaque para Cerco de Inyector	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Dado de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 8.
8	Colocar Cerco de Inyector.	
9	Colocar y Ajustar 3 Pernos de Cerco de Inyector.	
10	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • Cabezote N#1 - N#9: <ul style="list-style-type: none"> • Tapón. • Cabezote N#10 - N#18: <ul style="list-style-type: none"> • Válvula de Arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 22 mm
11	Cabezote N#1 - N#9: <ul style="list-style-type: none"> • Colocar y Ajustar 3 Perno de Sujeción de Tapón. Cabezote N#10 - N#18: <ul style="list-style-type: none"> • Colocar y Ajustar 3 Tuerca de Ajuste de Válvula de Arranque. NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Torque de Asiento: 65 Lb ft • Torque desajuste: 150 Lb ft. 	
12	Colocar Válvula de Seguridad.	
13	Colocar y Ajustar 3 Perno de Sujeción de Válvula de Seguridad.	
14	Colocar Empaque para Tubería de: Cabezote N#1 - N#9: <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Dado de Acople de Llave Hexagonal.

	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. <p>Cabezote N#10 - N#18:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. • Aire para Válvula de Arranque. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave Hexagonal 10. • Llave 30 mm. • Llave 19 mm. • Llave 17 mm.
15	<p>Colocar Tubería de:</p> <p>Cabezote N#1 - N#9:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. <p>Cabezote N#10 - N#18:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. • Aire para Válvula de Arranque. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. 	
16	<p>Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Tuberías de:</p> <p>Cabezote N#1 - N#9:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. <p>Cabezote N#10 - N#18:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Válvula. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuberías. 4 Pernos x Tubería. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de Cilindros. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tubería. 4 Pernos. • Ingreso de Combustible a Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. • Aire para Válvula de Arranque. <ul style="list-style-type: none"> • 1 Tuerca. 	
17	Colocar Empaque en Caja de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Dado de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10.
18	Colocar Caja de Cabezote.	
19	Colocar y Ajustar 22 Pernos de Sujeción de Caja de Cabezote.	
<p>NOTA: El Proceso de Armado de Cabezotes desde el Cabezote N #10 al Cabezote N #18 es igual.</p>		

Tabla 5.1.2.68. Armado de Cabezote (Lado Derecho – Izquierdo).

ARMADO DE CAJA DE AFLUENCIA LADO TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Caja de Afluencia Lado Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
2	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
3	Levantar Caja de Afluencia Lado Turbina.	
4	Bajar Caja de Afluencia Lado Turbina y Colocar en Zona de Descarga.	
5	Desenganchar Estrobo de Caja de Afluencia Lado Turbina.	
6	Desenganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
7	Enganchar Estrobo a Anillo de Tobera.	
8	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
9	Levantar Anillo de Tobera.	
10	Bajar Anillo de Tobera y Colocar en Caja de Afluencia Lado Turbina.	
11	Desenganchar Estrobo de Anillo de Tobera.	
12	Desenganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
13	Colocar y Ajustar 12 Pernos de Sujeción de Caja de Afluencia Lado Turbina con Anillo de Tobera parte Exterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento de 1/2". • Copa 21 mm.
14	Colocar y Ajustar 8 Pernos de Sujeción de Caja de Afluencia Lado Turbina con Anillo de Tobera parte Interior.	

Tabla 5.1.2.69. Armado de Caja de Afluencia Lado Turbina.

Para el Montaje tenemos los siguientes procesos:

MONTAJE DE TAPA DE BANCADA DEL CIGÜEÑAL		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Gancho de Elevación. • Linterna. • Guaípe. • Martillo. • Cíncel Plástico
2	Colocar Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	
3	Verificar Línea de Referencia en Cojinete Inferior coincida con Línea de Referencia en Bancada.	
4	Colocar Perno de Palanca en Cojinete Inferior	
5	Girar Cigüeñal hasta que Cojinete Inferior se Ubique en la Parte inferior de la Bancada.	
6	Verificar Línea de Referencia en Cojinete Inferior coincida con Línea de Referencia en Bancada.	
7	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Gancho de Elevación. • Linterna. • Guaípe. • Martillo. • Cíncel Plástico
8	Colocar Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	
9	Verificar Línea de Referencia en Cojinete Superior coincida con Línea de Referencia en Bancada.	
11	Enganchar Polea en el Interior del Block del Motor.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Tecle Exterior. • Polea. • Estrobo. • Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.
12	Pasar Estrobo por Polea.	
13	Enganchar Estrobo a Tecle: Lado Derecho. Lado Izquierdo.	
14	Colocar Gancho de Elevación en Tapa de Bancada.	
15	Enganchar Estrobo en a Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
16	Simultáneamente: <ul style="list-style-type: none"> • Levantar Tapa de Bancada. Tecle lado Izquierdo. • Halar Tapa de Bancada. Tecle lado Derecho. 	
17	Levantar, Ingresar y Colocar Tapa de Bancada Sobre Cojinete Superior.	
18	Verificar que Guía de Lubricación de Cojinete Superior coincida con Orificio de Lubricación de Tapa de Bancada.	
19	Retirar Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
20	Colocar Tuerca de Ajuste de Tapa de Bancada: <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Derecha. • Tuerca Izquierda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecle Móvil 5 Ton. • Estructura con Polea. • Estrobo. • Copa 60 mm. • Llave 60 mm.
21	Ajustar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 1 con Línea de Referencia en Tapa de Bancada: <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Izquierda. • Tuerca Derecha. 	
22	Montar Estructura con Polea en Lumbrera de Block.	
23	Pasar Estrobo por Polea.	
24	Enganchar Estrobo en Teclo Móvil de 5 Ton.	
25	Colocar Copa de Ajuste de Tuerca.	
26	Colocar Llave para sujetar Copa.	

27	Enganchar Estrobo en Llave.	
28	Levantarse Tecla Móvil 5 Ton.	
29	<p>Apretar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 2 con Línea de Referencia en Tapa de Bancada:</p> <p>NOTA:</p> <p>Se realiza por el Lado Izquierdo del Motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bancada 2 – 9. <p>Se realiza por el Lado Derecho del Motor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bancada 1 – 10. <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Izquierda. Angulo de Ajuste 60°. • Tuerca Derecha. Angulo de Ajuste 30°. 	
30	Desenganchar Estrobo en Tecla Móvil de 5 Ton.	
31	Desenganchar Estrobo en Llave.	
32	Desmontar Estructura con Polea en Lumbreira de Block	
33	Colocar pasador para alojamiento de Seguro de Tuerca.	
34	<p>Colocar Seguro de Tuerca.</p> <p>NOTA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajuste Correcto: Seguro se puede Colocar. • Ajuste Incorrecto: Seguro no se puede Colocar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm. • Llave 19 mm.
35	Colocar Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada.	
	<p>Colocar y Ajustar 4 Pernos de Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tapa. • 2 Block. 	

Tabla 5.1.2.70. Montaje de Tapa de Bancada del Cigüeñal.

MONTAJE TAPA DE BANCADA DEL CIGÜEÑAL N#11		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Gancho de Elevación. • Linterna. • Guaípe. • Martillo de Acero. • Cincel Plástico.
2	Colocar Cojinete Inferior de Tapa de Bancada.	
3	Verificar Línea de Referencia en Cojinete Inferior coincida con Línea de Referencia en Bancada.	
4	Colocar Perno de Palanca en Cojinete Inferior.	
5	Girar Cigüeñal hasta que Cojinete Inferior se Ubique en la Parte inferior de la Bancada.	
6	Girar Cigüeñal hasta que Cojinete Inferior se Ubique en la Parte inferior de la Bancada.	
7	Verificar Línea de Referencia en Cojinete Inferior coincida con Línea de Referencia en Bancada.	

8	Colocar Gancho de Elevación en Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Ganchos de Elevación. • Linterna. • Guaípe. • Martillo de Acero. • Cíncel Plástico.
9	Colocar Cojinete Superior de Tapa de Bancada.	
10	Verificar Línea de Referencia en Cojinete Superior coincida con Línea de Referencia en Bancada.	
11	Colocar Gancho de Elevación en Tapa de Bancada.	
12	Enganchar Estrobo en a Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
13	Enganchar Estrobo a Teclé Móvil de 5 Ton.	
14	Levantar, Ingresar y Colocar Tapa de Bancada Sobre Cojinete Superior.	
15	Verificar que Guía de Lubricación de Cojinete Superior coincida con Orificio de Lubricación de Tapa de Bancada.	
16	Desenganchar Estrobo en a Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	
17	Desenganchar Estrobo de Tecló Móvil de 5 Ton.	
18	Retirar Gancho de Elevación de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclé Móvil 5 Ton. • Gancho de Elevación de Tapa de Bancada. • Llave 41 mm. • Llave 21 mm. • Martillo Acero. • Destornillador.
19	Colocar y Ajustar Perno Sujeción de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: 1 Perno. • Izquierdo: 1 Perno. 	
20	Ajustar Perno hasta hacer coincidir Línea de referencia 1 con Línea de Referencia en Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: 1 Perno. • Izquierdo: 1 Perno. 	
21	Pasar Estrobo por Volante de Inercia.	
22	Enganchar Estrobo en Tecló Móvil de 5 Ton.	
23	Colocar Llave de Ajuste de Tuerca.	
24	Enganchar Estrobo en Llave.	
25	Levantar Teclé Móvil 5 Ton.	
26	Apretar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 2 con Línea de Referencia en Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca Izquierda. Angulo de Ajuste 60°. • Tuerca Derecha. Angulo de Ajuste 30°. 	
27	Colocar y Ajustar Seguro de Tuerca de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • Derecho: Placa de Seguro de Perno. Perno de Placa. • Izquierdo: Placa de Seguro de Perno. Perno de Placa 	
28	Colocar Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm.
29	Colocar y Ajustar 4 Pernos de Cañería de Lubricación de Tapa de Bancada. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tapa de Bancada. • 2 Block. 	
30	Colocar Anillo Colector de Aceite. Parte Superior. Parte	
		<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento

	Inferior.	1/2".
31	Colocar 1 Pasadores Guía.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 17 mm. • Alicate. • Alambre.
32	Colocar y Ajustar 2 Tuercas de Sujeción de Anillo Colector de Aceite.	
33	Colocar Seguro de Tuercas de Sujeción de Anillo Colector de Aceite.	
34	Colocar Tapas de Revestimiento de Block Inferior.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 13 mm. • Alicate. • Alambre.
35	Colocar y Ajustar 8 Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento de Block Inferior.	
36	Colocar 2 Pasadores Guía.	
37	Colocar Tapas de Revestimiento de Block Superior.	
38	Colocar y Ajustar 12 Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento de Block Superior.	
39	Colocar 1 Pasador Guía.	
40	Colocar Seguro de Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento de Block. Superior. Inferior.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.
41	Colocar Tapa de Revestimiento Inferior.	
42	Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento. • Inferior: 14 Pernos.	
43	Colocar 2 Pasadores Guía.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeno. • 2 Llaves 21 mm.
44	Enganchar Estrobo a Tapa de Revestimiento Superior.	
45	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
46	Levantar, Ingresar y Colocar Tapa de Revestimiento Superior.	
47	Desenganchar Estrobo de Tapa de Revestimiento Superior	
48	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
49	Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Tapas de Revestimiento. • Superior: 12 Pernos.	
50	Colocar Silicón en Asiento de Cojinete de Árbol de Levas. • Lado Derecho. • Lado Izquierdo.	
51	Colocar Cojinete de Árbol de Levas. Lado Derecho. Lado Izquierdo.	
52	Colocar y Ajustar 6 Pernos de Sujeción de Cojinete de Árbol de Levas. • Lado Derecho. • Lado Izquierdo.	
53	Colocar 2 Pasadores Guía. • Lado Derecho. • Lado Izquierdo.	

54	Colocar Seguros de Pernos de Sujeción de Cojinete de Árbol de Levas. • Lado Derecho. • Lado Izquierdo.	
55	Colocar y Ajustar Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	
56	Ajustar Tuerca de Seguro de Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	• Llave 24 mm.
57	Colocar Carcasa de Cojinete de Árbol de Levas.	
58	Ajustar 3 Pernos de Carcasa de Cojinete de Árbol de Levas.	• Llave 10 mm.
59	Colocar Pin de Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	• Alicata.
60	Colocar Seguro de Pin de Varilla Transmisión de Cojinete Árbol de Levas con Caja de Lubricación de Cilindros.	• Alambre.
61	Enganchar Estrobo a Tapa de Distribución Lado Izquierdo.	
62	Enganchar Estrobo a Teclé Móvil de 5 Ton.	
63	Levantar y Colocar Tapa de Distribución Lado Izquierdo.	
64	Desenganchar Estrobo de Tapa de Distribución Lado Izquierdo.	
65	Desenganchar Estrobo de Teclé Móvil de 5 Ton.	
66	Enganchar Estrobo a Tapa de Distribución Lado Derecho.	• Teclé Móvil 5 Ton.
67	Enganchar Estrobo a Teclé Móvil de 5 Ton.	• Estrobo Pequeño.
68	Levantar y Colocar Tapa de Distribución Lado Derecho.	• Llave 17 mm.
69	Desenganchar Estrobo de Tapa de Distribución Lado Derecho.	
70	Desenganchar Estrobo de Teclé Móvil de 5 Ton.	
71	Colocar y Ajustar 28 Tuercas de Sujeción de Tapa de Distribución. • Lado Derecho. • Lado Izquierdo.	
72	Colocar Cojinete de Piñón Lado Derecho.	
73	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Extracción de Cojinete de Piñón Lado Derecho.	• Palanca de Fuerza 1/2".
74	Colocar y Ajustar 6 Sujeción de Cojinete de Piñón Lado Derecho.	• Copa 32 mm. • Destornillador de Línea.
75	Acoplar Seguro de Pernos de Sujeción de Cojinete de Piñón Lado Derecho.	• Martillo de Acero. • Llave 21 mm.
76	Colocar Cojinete de Piñón Lado Izquierdo.	• 2 Pernos.
77	Aflojar y Retirar 2 Pernos de Extracción de Cojinete de Piñón Lado Izquierdo.	

78	Colocar y Ajustar 6 Sujeción de Cojinete de Piñón Lado Izquierdo.	
79	Acoplar Seguro de Pernos de Sujeción de Piñón de Levas Lado Izquierdo.	
80	Colocar Tubería de Aceite de Sistema.	
81	Ajustar Tuercas de Tubería de Aceite de Sistema. • Frontal.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 24 mm. • 2 Llaves 17 mm.
82	Enganchar Estrobo a Carcasa de Volante de Inercia.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 17 mm.
83	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil de 5 Ton.	
84	Levantar y Retirar Carcasa de Volante de Inercia.	
85	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
86	Desenganchar Estrobo de Carcasa de Volante de Inercia.	
87	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
88	Aflojar y Retirar Pernos de Sujeción de Carcasa de Volante de Inercia. • Lado Derecho. 6 Pernos. • Lado Izquierdo. 6 Pernos.	
89	Colocar Indicador de Encendido.	
90	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Indicador de Encendido.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.
91	Colocar y Ajustar Tubería de Desfogue de Caja de Lubricación de Cilindros. • Lado Derecho.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm.
92	Colocar Tubería de Abastecimiento de Aceite a Caja de Lubricación de Cilindros.	
93	Ajustar Tuerca de Caja de Lubricación de Cilindros. • Derecho: <ul style="list-style-type: none"> • 1 Caja de Lubricación de Cilindro. 1 Tuerca. • Apoyo de Tubería. 1 Perno. • Izquierdo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 Caja de Lubricación de Cilindro. 2 Tuerca. • Apoyo de Tubería. 1 Perno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm. • Llave 32 mm. • Llave 17 mm.
94	Colocar Tubería de Lubricación de Cojinete de Generador.	
95	Colocar y Ajustar Pernos de Tubería de Lubricación de Cojinete de Generador. • Lado Derecho: 2 Bridas. 4 Pernos x Brida.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 17 mm. • 2 Llaves 19 mm.

Tabla 5.1.2.71. Montaje de Tapa de Bancada de Cigüeñal N#11.

MONTAJE TURBO COMPRESOR		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Cojinete de de Rotor de Lado Turbina. • NOTA: Alinear Chaveta de Cojinete con Chavetero Lado Turbina.	
2	Colocar Anillo Laberinto.	
3	Colocar y Ajustar 5 Pernos de Sujeción de Anillo Laberinto de Lado Turbina. • NOTA: Ajustar Pernos por Lado Compresor. Colocar Anillo Laberinto Lado Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 21 mm.
4	Colocar Cojinete de de Rotor de Lado Compresor. • NOTA: Alinear Chaveta de Cojinete con Chavetero Lado Compresor.	
5	Colocar Protección en Roscas de Eje Rotor de Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Masking.
6	Enganchar Estrobo a Eje de Rotor de Turbina por Lado Turbina.	
7	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
8	Levantar Eje de Rotor de Turbina de Soporte de Eje de Rotor de Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte de Eje de Rotor de Turbina.
9	Bajar y Colocar en Carcasa de Turbo. • NOTA: Ingreso por Lado Turbina.	
10	Retirar Protección en Roscas de Eje Rotor de Turbina.	
11	Montar Cilindro para Desacople de Eje de Rotor de Turbina en Lado Compresor	<ul style="list-style-type: none"> • Cilindro de Desacople de Rotor de Turbina. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10. • 2 Pernos.
12	Acoplar Eje de Rotor de Turbina de Carcasa de Turbo.	
13	Colocar Anillo de Lubricación de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2".
14	Colocar y Ajustar 6 Pernos de Sujeción de Anillo de Lubricación de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10. • Alicate. • Alambre.
15	Colocar Seguros de Pernos de Sujeción de Anillo de Lubricación de Compresor.	
16	Colocar Apoyo de Cojinete de Rotor de Lado Compresor.	
17	Colocar Tuerca Mariposa de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave de Tuerca Mariposa. • Martillo de Acero.
18	Verificar Juego Axial de Eje de Rotor de Turbina. • NOTA: Juego Axial: • 0,25 - 0,32 mm. Lado Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Comparador de Reloj Mitutoyo <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 5 mm. • Apreciación: 0.01 mm.
19	Acoplar Tuerca Mariposa de Compresor.	

20	Colocar Anillo de Sujeción de Apoyo de Lado Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa de Acople de Llave Hexagonal. • Llave Hexagonal 10.
21	Colocar y Ajustar 8 Pernos de Sujeción de Anillo de Sujeción de Apoyo de Lado Compresor.	
22	<p>Alinear Chaveta de Apoyo de Lado Compresor con Chavetero de Disco de Hélices de Compresor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Chaveta: <ul style="list-style-type: none"> • 30,5 mm. • 28,5 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carcasa de Tuerca de Disco de Hélice. • Martillo de Acero. • Llave 55 mm. • Calibrador Pie de Rey Mitutoyo. <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 150 mm • Apreciación: 0.05 mm
23	Colocar Disco de Hélices de Compresor	
24	Ajustar Tuerca de Rotor de Turbina Lado Compresor.	
25	Colocar y Ajustar Tuerca de Disco de Hélices de Compresor.	
26	<p>Verificar Distancia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tuerca de Eje de Rotor de Turbina. • Tuerca de Disco de Hélices de Compresor. • Disco de Hélice de Turbina. • NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • 22,5 ± 0,5 mm. • 12,0 ± 0,5 mm. • 24,0 ± 0,5 mm. 	
27	Colocar Seguro de Tuerca de Rotor de Turbina Lado Compresor.	
28	Pasar Estrobo por Base de Montaje-Desmontaje Caja de Fluencia y Enganchar a Caja de Afluencia de Compresor	<ul style="list-style-type: none"> • Llave de Pico. • Alicata. • Alambre. • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Base Montaje-Desmontaje Caja de Afluencia de Compresor. • 3 Pernos. • Llave Hexagonal 10. • Llave 21 mm. • Galgas de Calibración: <ul style="list-style-type: none"> • 0,015 -1 mm.
29	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil 5 Ton.	
30	Levantar Caja de Afluencia de Compresor.	
31	Bajar y Colocar en Carcasa de Turbo.	
32	<p>Alinear Caja de Afluencia de Compresor y Montar en Carcasa Turbo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Calibrar: <ul style="list-style-type: none"> • Holgura de Hélices de Compresor y Caja de Afluencia Lado Compresor: 1,10 - 0,90 mm. • Holgura de Hélices de Turbina y Caja de Fluencia Lado Turbina: 1,10 - 0,90 mm. 	
33	Desenganchar Estrobo de Caja de Afluencia de Compresor.	
34	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
35	Desmontar Base de Montaje-Desmontaje Caja de Afluencia.	
36	Colocar Tobera.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.
37	Colocar y Ajustar 8 Tuercas de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	

38	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire de Compresor.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm.
39	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
40	Levantar y Colocar Ducto de Aire de Compresor.	
41	Sujetar Ducto de Aire de Compresor.	
42	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	
43	Colocar y Ajustar 6 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire de Compresor con Tobera Compresor.	
44	Desenganchar Estrobo de Ducto de Aire de Compresor.	
45	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
46	Colocar Paño Cerámico.	
47	Colocar y Ajustar Tuercas de Apriete de Abrazadera. 2 Abrazaderas.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 19 mm.
48	Colocar y Ajustar Termómetro de Temperatura de Entrada de Aire a Compresor	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm.

Tabla 5.1.2.72. Montaje Turbo Compresor.

MONTAJE DE CABEZOTE (LADO IZQUIERDO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Cilindro de Impulsores. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Cilindros de Impulsores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador de Línea.
2	Colocar Impulsores de Cilindros de Impulsores. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Cilindros de Impulsores. • 1 Impulsor x Cilindro de Impulsor. 	
3	Ajustar Tornillo de Tuerca de Sujeción de Cilindro de Impulsores. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Cilindros de Impulsores. • 1 Tuerca x Cilindro de Impulsor. 	
4	Colocar Gancho de Elevación de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Gancho de Elevación de Cabezote.
5	Enganchar Estrobo a Gancho de Elevación de Cabezote.	
6	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
7	Levantar Cabezote.	
8	Bajar y Colocar Cabezote en Culata de Motor.	
9	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
10	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
11	Colocar y Ajustar 8 Tuercas de Sujeción de Cabezote a Culata de Motor.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave de Tuerca de Cabezote

12	Ajustar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 1 con Línea de Referencia en Cabezote.	80 mm. • Barras Calentadoras. • Caja de Conexión • Conductores Eléctricos.
13	Insertar Barras Calentadoras en los Agujeros de los Tornillos y Conectar: • La Caja de Conexión con Conductores Eléctricos Principales.	
14	Ajustar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 2 con Línea de Referencia en Cabezote. • Angulo de Ajuste de Perno: • Perno Largo: 90° • Perno Corto: 85°	
15	Insertar Barras Calentadoras en los Agujeros de los Tornillos y Desconectar: • La Caja de Conexión con Conductores Eléctricos Principales.	
16	Enganchar Estrobo a Balancín.	
17	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	• Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 32 mm.
18	Levantar Balancín.	
19	Bajar y Ensamblar en Cabezote.	
20	Desenganchar Estrobo de Balancín.	
21	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
22	Colocar y Ajustar 8 Tuerca de de Tapas de Bancada de Balancín. • 2 Balancines. • 4 Tapa de Bancada • 2 Tuerca x Tapa de Bancada de Balancín.	
23	Colocar y Ajustar Tuberías de: • Aire para Válvula de Arranque. • Agua de Cilindros. • Agua de Inyector. • Retorno De Combustible. • Aceite de Válvulas. • Alivio Presión de Cabezote • 2 Tuercas.	
24	Colocar Inyector de Cabezote.	• Torcometro Aumento 3/4". • Copa 22 mm.
25	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Inyector. • Torque de Ajuste: 1300 Lb ft	
26	Enganchar Estrobo a Tapa de Cabezote.	• Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 19 mm.
27	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil de 5 Ton.	
28	Levantar Tapa de Cabezote.	
29	Bajar y Colocar en Tapa de Cabezote en Cabezote.	
30	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	

31	Desenganchar Estrobo de Tapa de Cabezote.	
32	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
33	Colocar y Ajustar 3 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	
34	Ajustar 5 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	
35	Colocar Tubería de Agua de Cilindros.	
36	Colocar y Ajustar 4 Pernos de Sujeción de Línea de Agua de Cilindros a Tubería de Agua de Cilindros.	• 2 Llaves 19 mm.
37	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tubería de Agua de Cilindros a Cabezote.	
NOTA: El Proceso de Montaje de Cabezotes desde el Cabezote N #10 al Cabezote N #18 es igual.		

Tabla 5.1.2.73. Montaje de Cabezote (Izquierdo).

MONTAJE DE CABEZOTE (LADO DERECHO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Cilindro de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores.	
2	Colocar Impulsores de Cilindros de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores. • 1 Impulsor x Cilindro de Impulsor.	• Destornillador de Línea.
3	Ajustar Tornillo de Tuerca de Sujeción de Cilindro de Impulsores. • 2 Cilindros de Impulsores. • 1 Tuerca x Cilindro de Impulsor.	
4	Colocar Gancho de Elevación de Cabezote.	
5	Enganchar Estrobo a Gancho de Elevación de Cabezote.	• Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Gancho de Elevación de Cabezote.
6	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil de 5 Ton.	
7	Levantar Cabezote.	
8	Bajar y Colocar Cabezote en Culata de Motor.	
9	Desenganchar Estrobo de Gancho de Elevación de Cabezote.	
10	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	• Llave de Tuerca de Cabezote 80 mm. • Barras Calentadoras. • Caja de Conexión • Conductores Eléctricos.
11	Colocar y Ajustar 8 Tuercas de Sujeción de Cabezote a Culata de Motor.	
12	Ajustar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 1 con Línea de Referencia en Cabezote.	

13	Insertar Barras Calentadoras en los Agujeros de los Tornillos y Conectar: <ul style="list-style-type: none"> • La Caja de Conexión con Conductores Eléctricos Principales. 	
14	Ajustar Tuerca hasta hacer coincidir Línea de referencia 2 con Línea de Referencia en Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • Angulo de Ajuste de Perno: <ul style="list-style-type: none"> • Perno Largo: 90° • Perno Corto: 85° 	
15	Insertar Barras Calentadoras en los Agujeros de los Tornillos y Desconectar: <ul style="list-style-type: none"> • La Caja de Conexión con Conductores Eléctricos Principales. 	
16	Enganchar Estrobo a Balancín.	
17	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil de 5 Ton.	
18	Levantar Balancín.	
19	Bajar y Ensamblar en Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
20	Desenganchar Estrobo de Balancín.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño.
21	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2".
22	Colocar y Ajustar 8 Tuerca de de Tapas de Bancada de Balancín. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Balancines. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tapa de Bancada • 2 Tuerca x Tapa de Bancada de Balancín. 	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 32 mm.
23	Colocar y Ajustar Tuberías de: <ul style="list-style-type: none"> • Agua de Cilindros. • Agua de Inyector. • Retorno De Combustible. • Aceite de Válvulas. • Alivio Presión de Cabezote <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tuercas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 24 mm. • Llave 19 mm. • Llave 17 mm.
24	Colocar Inyector de Cabezote.	
25	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Inyector. <ul style="list-style-type: none"> • Torque de Ajuste: 1300 Lb ft 	<ul style="list-style-type: none"> • Torcometro Aumento 3/4". • Copa 22 mm.
26	Enganchar Estrobo a Tapa de Cabezote.	
27	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil de 5 Ton.	
28	Levantar Tapa de Cabezote.	
29	Bajar y Colocar en Tapa de Cabezote en Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
30	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño. • Llave 19 mm.
31	Desenganchar Estrobo de Tapa de Cabezote.	
32	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.	
33	Colocar y Ajustar 3 Pernos de Sujeción de Tapa de	

	Cabezote.	
34	Ajustar 5 Pernos de Sujeción de Tapa de Cabezote.	
35	Colocar Tubería de Agua de Cilindros.	
36	Colocar y Ajustar 4 Pernos de Sujeción de Línea de Agua de Cilindros a Tubería de Agua de Cilindros.	• 2 Llaves 19 mm.
37	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tubería de Agua de Cilindros a Cabezote.	
NOTA: El Proceso de Montaje de Cabezotes desde el Cabezote N #1 al Cabezote N #9 es igual.		

Tabla 5.1.2.74. Montaje de Cabezote (Lado Derecho).

MONTAJE DE DUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE (LADO IZQUIERDO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #18.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
2	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
3	Levantar y Colocar Ducto de Aire N #18 en Tapa de Interenfriador de Aire.	
4	Colocar y Ajustar 12 Pernos de Sujeción de Tapa de Interenfriador de Aire con Ducto de Admisión de Aire N #18.	
5	Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N #18 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
6	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #18.	
7	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
MONTAJE DE DUCTO DE ADMISIÓN DE AIRE N# 17		
8	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #17.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
9	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
10	Levantar y Colocar Ducto de Aire N #17 con Ducto de Aire N #18.	
11	Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N #17 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
12	Colocar Abrazadera de Ducto de Aire N #18 con Ducto de Aire N #17.	
13	Ajustar Perno de Ajuste de Abrazadera de Ducto de Aire N #18 con Ducto de Aire N #17.	

14	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N # 7.	
15	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
NOTA: El Proceso de montaje de Ductos de Aire N #16 al Ductos de Aire N #10 es Igual al descrito en Ducto de Aire N #17		
16	Levantarse y Colocar Línea de Ingreso de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Llaves 24 mm. • Llave 17 mm.
17	Sujetar Línea de Ingreso de Aire.	
18	Colocar y Ajustar 2 Pernos de Sujeción de Tubería de Aire de Compresor a Línea de Ingreso de Aire.	
19	Colocar y Ajustar 12 Tuercas de Sujeción de Abrazaderas de Sujeción de Línea de Ingreso de Aire. 2 Tuercas x Abrazadera. 6 Abrazaderas.	
20	Colocar y Ajustar 6 Pernos de Sujeción de Tubería de Aire de Compresor a Línea de Ingreso de Aire.	
21	Acoplar 9 Tuberías de Ingreso de Aire a Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36 mm. • Llave 19 mm.
22	Colocar y Ajustar 36 Pernos de Sujeción de Línea de Ingreso de Aire a Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote : <ul style="list-style-type: none"> • 9 Tuberías de Ingreso de Aire a Cabezote <ul style="list-style-type: none"> • 2 Pernos x Línea de Aire a Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote. • 2 Pernos x Tubería de Ingreso de Aire a Cabezote a Cabezote. 	

Tabla 5.1.2.75. Montaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Izquierdo).

MONTAJE DE DUCTOS DE ADMISIÓN DE AIRE (DERECHO)		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #1.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecla Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llaves 26 mm. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
2	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil 5 Ton.	
3	Levantarse y Colocar Ducto de Aire N #1 en Tapa de Interenfriador de Aire.	
4	Colocar y Ajustar 12 Pernos de Sujeción de Tapa de Interenfriador de Aire con Ducto de Admisión de Aire N #1.	
5	Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N #1 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
6	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #1.	
7	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	

MONTAJE DE DUCTO DE ADMISIÓN DE AIRE N#2		
8	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire N #2.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 22 mm. • Llave 17 mm.
9	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
10	Levantar y Colocar Ducto de Aire N #2 con Ducto de Aire N #1.	
11	Colocar y Ajustar Pernos de Sujeción de Ducto de Aire N #2 con Tobera de Admisión de Aire de Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Toberas de Admisión de Aire <ul style="list-style-type: none"> • 4 Pernos x Tobera de Admisión de Aire. 	
12	Colocar Abrazadera de Ducto de Aire N #1 con Ducto de Aire N #2.	
13	Ajustar Perno de Ajuste de Abrazadera de Ducto de Aire N #1 con Ducto de Aire N #2.	
14	Desenganchar Estrobo a Ducto de Aire N #2.	
15	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
NOTA: El Proceso de montaje de Ductos de Aire N #3 al Ductos de Aire N #9 es Igual al descrito en Ducto de Aire N #2.		

Tabla 5.1.2.76. Montaje de Ductos de Admisión de Aire (Lado Derecho).

MONTAJE DE TAPAS DE BLOCK		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Retirar Tapa de Block	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza Aumento 1/2". • Copa 22 mm.
2	Colocar y Ajustar 16 Tuercas de Sujeción de Tapa de Block	
Colocar Tapa de Block de 1 - 9 Lado Derecho e Izquierdo.		

Tabla 5.1.2.77. Montaje de Tapas de Block.

MONTAJE INTERENFRIADOR DE AIRE DERECHO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Interenfriador de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. Estrobo Pequeño. • Palanca de Fuerza. Aumento de 1/2". • Copa 26 mm. • 2 Llaves 26 mm.
2	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
3	Levantar Interenfriador de Aire.	
4	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	

5	Desenganchar Estrobo de Interenfriador de Aire.	
6	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
7	Enganchar Tecla Exterior a Tecla Móvil de 5 Ton.	
8	Colocar Silicón Empaque en Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	
9	Enganchar Estrobo a Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	
10	Enganchar Estrobo a Tecla Exterior.	
11	Levantarse y Colocar Tapa Lateral de Interenfriador.	
12	Colocar y Ajustar 40 Tuercas de Sujeción de Tapa Lateral de Interenfriador.	
13	Desenganchar Estrobo de Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	
14	Desenganchar Estrobo de Tecla Exterior.	
15	Colocar Silicón en Cara Superior.	
16	Enganchar Estrobo a Tapa de Interenfriador de Aire.	
17	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil 5 Ton.	
18	Bajar y Colocar en Interenfriador de Aire.	
19	Colocar y Ajustar 24 Tuercas de Sujeción de Tapa de Interenfriador de Aire.	
20	Desenganchar Estrobo de Tapa de Interenfriador de Aire.	
21	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
22	Colocar Ánodos de Sacrificio.	
23	Colocar y Ajustar 8 Tuercas de Sujeción de Ánodos de Sacrificio. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Ánodos de Sacrificio. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Tuercas x Ánodo de Sacrificio. 	
24	Colocar Silicón en: <ul style="list-style-type: none"> • Cara Inferior. • Base de Interenfriador de Aire. 	
25	Enganchar Estrobo a Interenfriador de Aire.	
26	Enganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
27	Levantarse Interenfriador de Aire.	
28	Bajar y Colocar en Interenfriador de Aire en Base de Interenfriador de Aire: <ul style="list-style-type: none"> • Alinear Pernos y Agujeros. 	
29	Desenganchar Estrobo de Interenfriador de Aire.	
30	Desenganchar Estrobo de Tecla Móvil de 5 Ton.	
31	Colocar y Ajustar 24 Tuercas de Sujeción de Interenfriador de Aire con Base de Interenfriador de Aire.	
32	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire.	
33	Enganchar Estrobo a Tecla Móvil 5 Ton.	

34	Sujetar Ducto de Aire.	
35	Colocar y Ajustar Pernos: <ul style="list-style-type: none"> • 3 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo. • 2 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 32 mm. • 2 Llaves 26 mm.
36	Levantar Ducto de Aire.	
37	Ensamblar Ducto de Aire con: Intercambiador de Aire. Carcasa de Turbo.	
38	Colocar y Ajustar 13 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo.	
39	Colocar y Ajustar 38 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	
40	Conectar Líneas de: Temperatura de Aire Entrada Salida de Interenfriador. Carga de Aire a la Salida de Interenfriador. Purga de Condensando en Carcasa de Interenfriador.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm. • Llave 21 mm. • Llave 24 mm.
41	Desenganchar Estrobo de Ducto de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton.
42	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño.

Tabla 5.1.2.78. Montaje de Interenfriador de Aire Derecho.

MONTAJE INTERENFRIADOR DE AIRE IZQUIERDO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Interenfriador de Aire.	
2	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
3	Levantar Interenfriador de Aire.	
4	Bajar y Colocar en Zona de Descarga.	
5	Desenganchar Estrobo de Interenfriador de Aire.	
6	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
7	Enganchar Teclc Exterior a Teclc Móvil de 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. Estrobo Pequeño.
8	Colocar Silicón Empaque en Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Palanca de Fuerza. Aumento de 1/2".
9	Enganchar Estrobo a Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 26 mm. • 2 Llaves 26 mm.
10	Enganchar Estrobo a Teclc Exterior.	
11	Levantar y Colocar Tapa Lateral de Interenfriador.	
12	Colocar y Ajustar 40 Tuercas de Sujeción de Tapa Lateral de Interenfriador.	
13	Desenganchar Estrobo de Tapa Lateral de Interenfriador de Aire.	

14	Desenganchar Estrobo de Tecele Exterior.	
15	Colocar Silicón en Cara Superior.	
16	Enganchar Estrobo a Tapa de Interenfriador de Aire.	
17	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil 5 Ton.	
18	Bajar y Colocar en Interenfriador de Aire.	
19	Colocar y Ajustar 24 Tuercas de Sujeción de Tapa de Interenfriador de Aire.	
20	Desenganchar Estrobo de Tapa de Interenfriador de Aire.	
21	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.	
22	Colocar Ánodos de Sacrificio.	
23	Colocar y Ajustar 8 Tuercas de Sujeción de Ánodos de Sacrificio. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Ánodos de Sacrificio. • 4 Tuercas x Tapa de Ánodo de Sacrificio. 	
24	Colocar Silicón en: Cara Inferior. Base de Interenfriador de Aire.	
25	Enganchar Estrobo a Interenfriador de Aire.	
26	Enganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.	
27	Levantar Interenfriador de Aire.	
28	Bajar y Colocar en Interenfriador de Aire en Base de Interenfriador de Aire: Alinear Pernos y Agujeros.	
29	Desenganchar Estrobo de Interenfriador de Aire.	
30	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil de 5 Ton.	
31	Colocar y Ajustar 24 Tuercas de Sujeción de Interenfriador de Aire con Base de Interenfriador de Aire.	
32	Enganchar Estrobo a Ducto de Aire.	
33	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil 5 Ton.	
34	Sujetar Ducto de Aire.	
35	Colocar y Ajustar Pernos: <ul style="list-style-type: none"> • 3 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo. • 2 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 32 mm. • 2 Llaves 26 mm.
36	Levantar Ducto de Aire.	
37	Ensamblar Ducto de Aire con: Intercambiador de Aire. Carcasa de Turbo.	
38	Colocar y Ajustar 13 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Carcasa de Turbo.	
39	Colocar y Ajustar 38 Pernos de Sujeción de Ducto de Aire con Interenfriador de Aire.	

40	Conectar Líneas de: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de Aire Entrada Salida de Interenfriador. Carga de Aire a la Salida de Interenfriador. • Purga de Condensando en Carcasa de Interenfriador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 19 mm. • Llave 21 mm. • Llave 24 mm.
41	Desenganchar Estrobo de Ducto de Aire.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
42	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil de 5 Ton.	
43	Enganchar Estrobo a Tubería de Gases de Escape.	
44	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
45	Levantar Tubería de Gases de Escape.	
46	Ensamblar Tubería de Gases de Escape.	
47	Colocar y Ajustar 8 Pernos de Bridas de Tubería de Gases de Carter.	
48	Desenganchar Estrobo de Tubería de Gases de Carter.	
49	Desenganchar Estrobo de teclc Móvil de 5 Ton.	

Tabla 5.1.2.79. Montaje de Interenfriador de Aire Izquierdo.

MONTAJE DE CAMISAS		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Block. • Cigüeñal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Guaípe.
2	Colocar: <ul style="list-style-type: none"> • Silicón en Anillo de Asiento de Camisa. • 2 O-Ring en Cilindro de Camisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Silicón. • O-Ring.
3	Colocar Transporte de Camisas, controlando que este se ubique en el centro de la Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Transporte de Camisa.
4	Enganchar Estrobo a Transporta Camisa.	
5	Colocar en Zona de Descarga.	
6	Desmontar Transporte de Camisa.	
7	Retirar Estrobo de Transporte de Camisas	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Elevador de Camisas (Hembra y Macho). • Llave 46 mm. • Tubo Plástico.
8	Colocar Elevador de Camisas por la Parte Superior.	
9	Controlar que Esparrago no raye la Camisa a su Ingreso desde la Parte Superior.	
10	Colocar Acople Inferior del Elevador de Camisas por la Parte Inferior.	
11	Apretar Tuerca Inferior de Elevador de Camisa.	
12	Ajustar Tuerca Superior de Elevador de Camisa.	

13	Enganchar Estrobo a Elevador de Camisas	
14	Elevar Camisa	
15	Ingresar, Bajar y Colocar Camisa. • NOTA: Verificar Seguro de Camisa en Alojamiento.	
16	Colocar Protectores Plásticos en Esparrago de Cabezote.	
17	Desmontar Elevador de Camisa.	
18	Controlar que Espárrago no raye la Camisa al Retirar desde la Parte Superior.	
19	Retirar Estrobo de Elevador de Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño
20	Colocar y Apretar 4 Pernos de Lubricación de Camisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Ratchet Mango 1/2". • Copa 1/2"
21	Colocar Seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Alicata. • Alambre.

Tabla 5.1.2.80. Montaje de Camisa.

MONTAJE PISTÓN PRIMARIO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: • Block • Biela • Cigüeñal	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Guaípe.
2	Colocar Elevador de Pistón en Corona de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna.
3	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
4	Enganchar Estrobo en Elevador de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño.
5	Levantar Conjunto Pistón - Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2".
6	Colocar Protector en Esparrago de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 1/2".
7	Ingresar, Bajar y Colocar Conjunto Pistón- Biela en Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Base Elevador - Transporte Pistón. • 3 Pernos 1/2". • Tubo Plástico.
8	Colocar y Apretar Perno de Sujeción N# 1 de Biela	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna.
9	Desenganchar Estrobo a Tecele Móvil 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Mango 3/4".
10	Desenganchar Estrobo en Elevador de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 46 mm. Interior.
11	Desmontar Elevador de Pistón	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 46 mm. Exterior.
12	Colocar y Apretar Perno de Sujeción N# 2 - 3 - 4 de Biela	<ul style="list-style-type: none"> • Comparador de Reloj Mitutoyo <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 25 mm.

		• Apreciación: 0.1 mm
--	--	-----------------------

13	Ajustar Pernos de Sujeción Biela a Cabeza de Biela: <ul style="list-style-type: none"> • N# 1 - 4 - 2 - 3. • Elongación de Perno 0,35 - 0,38 mm. 	
14	Verificar Ajuste de Perno de Sujeción Biela a Cabeza de Biela	
15	Colocar Seguro	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Alicate. • Alambre.

Tabla 5.1.2.81. Montaje Pistón Primario.

MONTAJE PISTÓN SECUNDARIO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Limpieza de Aceite sobre: <ul style="list-style-type: none"> • Block • Biela • Cigüeñal 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Guaípe.
2	Colocar Elevador de Pistón en Corona de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna.
3	Enganchar Estrobo a Tecele Móvil 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
4	Enganchar Estrobo a Elevador de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño.
5	Levantar Conjunto Pistón - Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Aumento de 1/2".
6	Colocar Protector en Esparrago de Cabezote.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 1/2".
7	Ingresar a Motor, Bajar y Colocar Conjunto Pistón- Biela en Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Base Elevador - Transporte Pistón. • 3 Pernos 1/2". • Tubo Plástico.
8	Colocar y Apretar Perno de Sujeción N# 2 de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna.
9	Desenganchar Estrobo de Tecele Móvil 5 Ton.	<ul style="list-style-type: none"> • Tecele Móvil 5 Ton.
10	Desenganchar Estrobo de Elevador de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrobo Pequeño.
11	Desmontar Elevador de Pistón.	<ul style="list-style-type: none"> • Ratchet Mango 3/4".
12	Colocar y Apretar Perno de Sujeción N# 1 de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Copa 22 mm. • Ratchet Aumento de 1/2". • Copa 1/2". • Base Elevador - Transporte Pistón. • 3 Pernos 1/2".
13	Ajustar Perno de Sujeción Biela a Cabeza de Biela: <ul style="list-style-type: none"> • N# 1 – 2. • Elongación de Perno 0,38 - 0,41 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Ratchet Mango 3/4". • Copa 22 mm.
14	Verificar Ajuste de Perno de Sujeción Biela a Cabeza de Biela.	<ul style="list-style-type: none"> • Comparador de Reloj Mitutoyo <ul style="list-style-type: none"> • Alcance: 0 - 5 mm • Apreciación: 0.01 mm

15	Colocar Seguro.	<ul style="list-style-type: none"> • Linterna. • Alicate. • Alambre.
----	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 5.1.2.82. Montaje Pistón Secundario.

MONTAJE TUBERÍA ESCAPE – CAJA DE AFLUENCIA LADO TURBINA		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Enganchar Estrobo a Caja de Afluencia Lado Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • Llave 32 mm.
2	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
3	Levantar y Colocar Caja de Afluencia Lado Turbina.	
4	Colocar y Ajustar 12 Tuercas de Carcasa de Turbo con Caja de Afluencia Lado Turbina. <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: <ul style="list-style-type: none"> • Calibrar Holgura de Hélices de Turbina y Caja de Afluencia Lado Turbina: 1,10 - 0,90 mm. 	
5	Desenganchar Estrobo de Caja de Fluencia Lado Turbina.	
6	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil 5 Ton.	
7	Enganchar Estrobo a Junta Expansible 1.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llave 24 mm. • 2 Llave 27 mm. • 2 Llave 28 mm.
8	Enganchar Estrobo a Teclc Móvil 5 Ton.	
9	Levantar y Colocar Junta Expansible 1.	
10	Colocar Seguro de Junta Expansible 1 de Caja de Afluencia Lado Turbina. <ul style="list-style-type: none"> • Lado Derecho 2. • Lado Izquierdo 2 	
11	Desenganchar Estrobo de Junta Expansible 1.	
12	Desenganchar Estrobo de Teclc Móvil 5 Ton.	
13	Colocar y Ajustar 16 Pernos de Junta Expansible 1 con Caja de Afluencia Lado Turbina.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclc Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño. • 2 Llave 24 mm. • 2 Llave 27 mm. • 2 Llave 28 mm.
14	Enganchar Estrobo en Junta Expansible 2.	
15	Enganchar Estrobo en Teclc Móvil 5 Ton.	
16	Levantar y Colocar Junta Expansible 2.	
17	Colocar Seguro de Junta Expansible 2. <ul style="list-style-type: none"> • Lado Derecho 2. • Lado Izquierdo 2. 	
18	Colocar y Ajustar 16 Pernos de Sección 1 con Junta Expansible 1.	
19	Colocar y Ajustar 16 Pernos de Junta Expansible 1 con Sección 2.	

20	Desenganchar Estrobo de Junta Expansible 2.	
21	Desenganchar Estrobo de Teclé Móvil 5 Ton.	

Tabla 5.1.2.83. Montaje de Tubería Escape - Caja de Afluencia.

MONTAJE BOMBA DE INYECCIÓN		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Empaque en Base de Bomba de Inyección	<ul style="list-style-type: none"> • Empaque. • Silicón.
2	Colocar Transporta Bomba en toma de Cañería de Bomba de Inyección a Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Teclé Móvil 5 Ton. • Estrobo Pequeño.
3	Enganchar Estrobo a Transporta Bomba.	
4	Enganchar Estrobo a Teclé Móvil 5 Ton.	
5	Levantar Bomba de Inyección.	
6	Bajar Bomba de Inyección y Colocar en Base de Bomba de Inyección.	
7	Controlar Enganche de Cremallera y Bomba de Inyección.	
8	Desenganchar Estrobo de Transporta Bomba de Inyección.	
9	Desenganchar Estrobo de Teclé Móvil 5 Ton.	
10	Retirar Transporta Bomba	
11	Colocar y Ajustar Tuercas de Sujeción de Bomba a Cabezote. <ul style="list-style-type: none"> • 2 Tuercas Delanteras. • 4 Tuercas Posteriores. 	
12	Conectar y Ajustar Tubería: <ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Combustible a Bomba de Inyección. • Salida de Combustible a Bomba de Inyección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 21 mm.
13	Conectar y Ajustar 2 Pernos de Tubería Entrada de Combustible a Línea de Abastecimiento de Combustible.	
14	Conectar y Ajustar 2 Pernos de Tubería Salida de Combustible a Línea de Descarga de Combustible.	
15	Conectar y Ajustar Cañería de Bomba de Inyección a Inyector.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 36/41"
16	Conectar y Ajustar Tuerca de Entrada de Combustible en Bomba de Inyección.	

17	Conectar y Ajustar Tuerca de Retorno de Combustible en Bomba de Inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 32 mm.
----	----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

Tabla 5.1.2.84. Montaje de Bomba de Inyección.

MONTAJE DE VÁLVULA PILOTO		
No	PROCESO	EQUIPO/HERRAMIENTA
1	Colocar Válvula Piloto.	<ul style="list-style-type: none"> • Martillo de Goma.
2	Colocar y Ajustar Tuerca de Cañería de Aire a Válvula Piloto.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 30 mm.
3	Colocar y Ajustar Tuerca de Cañería de Aire a Cabezote.	
4	Colocar y Ajustar 2 Tuercas de Sujeción de Válvula Piloto.	<ul style="list-style-type: none"> • Llave 17 mm. • Llave 21 mm.

Tabla 5.1.2.84. Montaje de Válvula Piloto.

ARRANQUE DEL MOTOR PARA UNA CORTA INTERRUPCIÓN DE OPERACIÓN (PRUEBAS)	
No	PROCESO
1	Chequear si hay suficiente aire comprimiendo en el tanque receptor de aire de arranque.
2	Disminuir la carga y marchar con poca carga.
3	Mover la palanca de control de combustible a la admisión cero, o dejar detenido el funcionamiento del motor en el regulador de velocidad (Woodward Governor).
4	<p>Conectar o seguir manejando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bomba de Agua Enfriadora (de Reserva). • Bomba de Aceite Lubricante (de Reserva). • Enfriar el motor parado durante unos 10 minutos. <p>NOTA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una vez realizado esto, el motor puede se encuentra listo para Arrancar.
PARADA DEL MOTOR PARA REVISIÓN DESPUÉS DE OVERHAULL	
No	PROCESO
1	Repetir Pasos de Para del Motor para una Corta Interrupción de Servicio.
2	Cerrar Válvulas de Combustible.
3	Cerrar el Paso de Aire de Arranque. - Dejar todas las tuberías sin presión.
4	Chequear la Temperatura de Cojinete del Mecanismo de de Accionamiento.
5	Chequear si todos los pernos y Tuercas en la caja de cigüeñal están apretados correctamente.
6	Limpiar el Motor y Realizar una Inspección Ocular.

7	Vaciar el agua completamente en las temperaturas debajo del punto de Congelación o en caso del peligro de helada, ya que el agua enfriadora, al congelarse puede agrietar las cámaras de agua enfriadora.
----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 5.1.2.85. Arranque del Motor para una Corta/ Parada Del Motor para Revisión después de Overhaull.

5.1.3. LEVANTAMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El Mantenimiento Correctivo en la Central Termoeléctrica Guangopolo va enfoca hacia la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Dentro de este se realizan reparaciones a componentes que se encuentran en un período propenso a la falla, esto debido a que se encuentran bordeando las horas de operación para las que fueron diseñados.

Verificando los diferentes sucesos dentro de las Unidades de Generación, se tiene que las fallas presentes de son:

- Falla del Turbo Compresor.
- Falla de Un Cilindro.
 - Falla de la Válvula de Escape.
 - Falla de la Válvula de Arranque.
 - Falla del Inyector.
- Falla de la Bomba de Inyección.

Los procesos para la corrección de dichos fallos que se presentan en las Unidades de Generación de la Central Termoeléctrica Guangopolo, se encuentran descritos en los Procesos de Mantenimiento Predictivo.

5.2. FORMATOS Y REGISTROS PARA LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO

Los Formatos a utilizar para el Registro de las Acciones de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo, tienen la misión de detallar el estado los elementos y componentes de las Unidades de Generación cuando estas entran a Mantenimiento.

5.2.1. FORMATO DE REGISTRO PARA EL PROCESO Y CONTROL DE MANTENIMIENTO

El registro de esta información va destinado a conocer el estado y acciones de mantenimiento practicados en los elementos y componentes de las Unidades de Generación.

Estos deben formatos deben contener información importante como:

1. Logo de la Institución CELEC Termopichincha.
2. Central Térmica en la Cual se Registra el Formato.
3. Unidad de Generación a la cual se está efectuando el Mantenimiento.
4. Número de Orden de Trabajo para la Acción de Mantenimiento.
5. Nombre del Elemento o Componente a realizar el Mantenimiento.
6. Fecha de Registro de Mantenimiento.
7. Responsable a realizar la Medición o Acción de Mantenimiento.
8. Número de Formato de Mantenimiento.
9. Observaciones de Medición o Acción de Mantenimiento.
10. Firma del Responsable de Medición o Acción de Mantenimiento.
11. Revisado por el Supervisor de Mantenimiento.

 CELEC Corporación Eléctrica del Ecuador TERMOPICHINCHA		REVISIÓN DE VÁLVULAS DE ARRANQUE ⑤		
		Hoja de Control y registro	Type V 40 / 54	Formato No. ⑧
Central Térmica	UNIDAD No.	Orden de Trabajo	Responsables de la Medición	Fecha de la medición
② GUANGOPOLO	③	④	⑦	⑥
Registro	Observaciones al cierre del trabajo: ⑨			Firma responsable:
				⑩ A.B.

Figura 5.2.1.1. Formato para Registro y Control del Mantenimiento.

El análisis de la información registrada es importante para las Áreas de Operación y Mantenimiento, puesto que de esta manera se tendrá la capacidad de tomar decisiones para próximos mantenimientos en las Unidades de Generación.

5.2.2. FORMATO PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Los Formatos a utilizarse para el Mantenimiento Predictivo son (Ver Anexo 2):

- Ruta de Inspección Visual.
- Listado de Revisiones Diarias.
- Entrega de Unidad a Operación.
- Programa para Prueba de Operación.
- Curva de Arranque – Parada de las Unidades de la Central Guangopolo.

5.2.3. FORMATO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los Formatos a utilizarse para el Mantenimiento Preventivo son (Ver Anexo 3):

- Medición de Diámetro del Cilindro.
- Medición de Desgaste de Cojinete de Bancada.
- Medición de Desgaste de Cojinete de Biela.

- Medición de la Elongación de Pernos de Biela Principal y Secundaria.
- Medición de Ring y Ranura de Pistón.
- Inspección del Pin de Pistón.
- Medición del Diámetro de la Cavidad de Pin de Pistón en la Biela.
- Medición del Diámetro del Muñón del Cigüeñal.
- Medición del Pin de Cabeza de Biela Secundaria.
- Medición del Juego Biela a Pistón.
- Medición de la Bomba de Inducción.
- Medición de la Holgura de la Leva.
- Medición del Turbo Cargador.
- Amortiguadores de Torsión.
- Deflexión del Cigüeñal.

5.2.4. FORMATO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Los Formatos a utilizarse para el Mantenimiento Correctivo son (Ver Anexo 4):

- Calibración de Válvulas de Escape.
- Calibración de Válvulas de Admisión.
- Rellenado y Maquinado de Elementos Mecánicos.
- Rectificado de Canal y Asiento de Pistón.
- Ajuste/Calibración de Pernos de Cojinete Principal.
- Medición de Diámetro del Cilindro (Rectificado - Bruñido).
- Pruebas de Rugosidad (Pruebas de Bruñido).
- Revisión de Válvulas de Arranque.
- Revisión de Inyectores.
- Antes de la Revisión de Inyectores.
- Bombas de Inyección de Combustible.

CAPÍTULO 6

MANUAL DEL SOFTWARE MANTTER PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

6.1. MANUAL DEL SOFTWARE MANTTER PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

El Manual del Software **MANTTER** para el Sistema de Gestión del Mantenimiento, será utilizado para las actividades de Mantenimiento dentro de la Central Termoeléctrica Guangopolo, el mismo que tiene por objetivo conocer acerca del mismo y el manejo adecuado.

6.1.1. GENERALIDADES

El Manual para el Sistema de Gestión de Mantenimiento, es un documento que describe la forma de ejecutar las actividades técnicas, operacionales y administrativas, utilizadas en el Área de Mantenimiento, para la obtención de procesos y formatos de Mantenimiento de las Unidades de Generación Mitsubishi MAN 40/54 de la Central Termoeléctrica Guangopolo.

6.1.2. MANUAL TÉCNICO

El Manual Técnico reúne los Procesos de Mantenimiento practicados a las Unidades de Generación Mitsubishi MAN 40/54.

El Manual Técnico está conformado por secciones, las mismas que están dirigidas a actividades específicas en el Software, las mismas que son:

- Descripción de la Central Termoeléctrica Guangopolo.

- Mantenimiento Mitsubishi MAN.
- Formatos de Mantenimiento.
- Índices de Rendimiento.

El Manual Técnico se presenta en el Anexo 5.

CAPÍTULO 7

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

7.1. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento se establecerá las directrices a seguir, las mismas que son:

- Organización y Control del Área de Mantenimiento.
- Cronograma del Trabajo de Mantenimiento.
- Procedimientos del Para el Trabajo de Mantenimiento.

Dichas directrices se las desarrolla a continuación.

7.1.1. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Para establecer el Cronograma para el Trabajo de Mantenimiento dentro de la Central Termoeléctrica Guangopolo, se debe definir las Horas de Servicio de las Unidades de Generación en las que se recomienda efectuar las Acciones de Mantenimiento.

Siendo de esta manera, se tiene las Acciones las tres clases de Mantenimiento:

- Mantenimiento Predictivo. (Ver Tabla 7.1.2.1.)
- Mantenimiento Preventivo. (Ver Tabla 7.1.2.2.)
- Mantenimiento Correctivo. (Ver Tabla 7.1.2.3.)

CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO				
FRECUENCIA DE ANÁLISIS				
Aguas	Combustibles	Aceites Lubricantes	Aceites Dieléctricos	Productos Químicos
2 veces a la Semana.	Combustible de Recepción • 1 vez al mes	Aceite usado • 1 vez cada 15 días	2 veces al Año.	Según disposición del Administrador de Contrato.
	Combustible de inyección • 3 veces a la semana	Aceite Nuevo • En cada recepción.		

Tabla 7.1.1.1. Frecuencia de Análisis en la Central Termoeléctrico Guangopolo.⁴¹

PLAN DE MANTENIMIENTO								
PARTES DEL MOTOR	TRABAJO DE MANTENIMIENTO	HORAS DE SERVICIO x 1000						
		Diario	2	4-6	8-10	12-15	16-20	20-25
Cigüeñal	Controlar la deflexión del cigüeñal.							
	Medición del Cigüeñal.							
Cojinetes de Bancada	Comprobar el juego y apriete de los cojinetes.							
	Comprobar el juego y apriete de los cojinetes externos y del centro.							
	Desmontar y controlar los cojinetes externos y del centro, de ajuste y del exterior.							
	Desmontar y controlar los cojinetes, del centro, de ajuste y del exterior.							
Cojinetes de Biela	Controlar los juegos.							
	Medir los juegos de los cojinetes oscilantes.							
	Controlar la tensión previa de los pernos de biela.							
Émbolo - Pistón	Desmontar y controlar los émbolos 1 y 2.							
	Controlar las superficies de deslizamiento, gargantas de segmentos, cambiar el primer anillo y recolector de aceite.							
	Desmontar los émbolos y controlar sus piezas.							
Amortiguador	Controlar los manquitos elásticos.							

⁴¹ Ibidem, p. 5

Culata - Cabezote	Efectuar pruebas de presión y limpiar las superficies de contacto con el agua.								
Válvulas de Escape	Desmontar y Controlar.								
	Cambiar y rectificar las que sean necesarias.								
Válvulas de Admisión	Desmontar y Controlar.								
	Esmerilar.								
Inyectores	Controlar la presión de apertura y chorro.								
	Controlar el ajuste de la tuerca de tobera, cambiar aguja y guía, examinar la superficie de contacto y cierre.								
Bomba de Inyección	Desmontar y controlar todas las bombas.								
	Desmontar, limpiar, cambiar pistón - cilindro si es necesario.								
	Comprobar la buena movilidad del varillaje.								
Camisas de Cilindro	Medir todas.								
	Controlar la superficie en contacto con el agua.								
	Extraer y controlar camisas (Todas).								
Auxiliares	Controlar niveles y verificar parámetros.								

Tabla 7.1.1.2. Plan de Mantenimiento las Unidades de Generación Mitsubishi
MAN V9V 40/54.⁴²

OVERHAULL		
TIPO DE OVERHAUL	HORAS DE GENERACIÓN	ACCIONES DE MANTENIMIENTO
Menor	3.000	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Turbocargador.
Intermedio	6.000	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Turbocargador. • Cambio de Rines. • Revisión de Pistones.

⁴² Ibidem, p. 5

Mayor	12.000	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas. • Turbocargador. • Cambio de Rines. • Revisión de Pistones. • Enfriador de Aire. • Intercambiador de Calor: <ul style="list-style-type: none"> • Aceite de Sistema. • Aceite de Turbo. • Agua de Válvulas. • Agua de Camisas. • Limpieza del Generador. • Limpieza de la Excitatriz. • Auxiliares. <ul style="list-style-type: none"> • Sellos. • Rodamientos.

Tabla 7.1.1.3. Overhauil.⁴³

De esta manera logramos agrupar las Acciones de Mantenimiento dentro de la Central Termoeléctrica Guangopolo, tomando en consideración al Área de Mantenimiento así como el Laboratorio de la Central.

Para el control de dichas acciones tenemos:

- **Procesos de Mantenimiento para Unidades de Generación Mitsubishi MAN.**- los que ayudaran a realizar de manera más rápida y eficaz en la Central.
- **Formatos de Mantenimiento para Unidades de Generación Mitsubishi MAN.**- los que ayudaran a posteriores mantenimientos mediante el análisis de los datos obtenidos, esto incrementara la confiabilidad de las Unidades de Generación.

⁴³ Ibidem, p. 5

7.1.2. ORGANIZACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Dentro de la Central Termoeléctrica Guangopolo, se organizara de manera óptima a los diferentes responsables dentro del Área de Mantenimiento, con esto se lograremos una optimización de la disponibilidad de la maquinaria, equipos e instalaciones.

Esta organización estaría constituida por:

- Jefe de la Central Termoeléctrica Guangopolo.
- Supervisor de Mantenimiento.
- Supervisor de Control y Programación de Mantenimiento.
- Supervisor Eléctrico.
- Supervisor de Operación.

De igual manera se establece la cantidad de personal la misma que es importante para el apoyo de estas operaciones así como para la facilitar la gestión en el área de Mantenimiento.

PERSONAL PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO	
Encargado / Ayudante	Cant. Personal
Supervisor de Mantenimiento	1
Mecánico	19
Supervisor Eléctrico	1
Eléctrico	2
Supervisor de Operación	1
Operadores	24
Supervisor y Control de Programación de Mantenimiento	1
Ayudante	1
Total Cant. Personal	50

Tabla 7.1.2.1. Personal para el Área de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo.

Es importante señalar durante los avances dentro de las instalaciones demanden un mayor número de personal, se recomienda seguir la presente organización para tener una base por cuanto se desee crear los nuevos puestos.

Dispuestos los diferentes cargos en el Área de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo, se procede a realizar la organización en la siguiente figura:

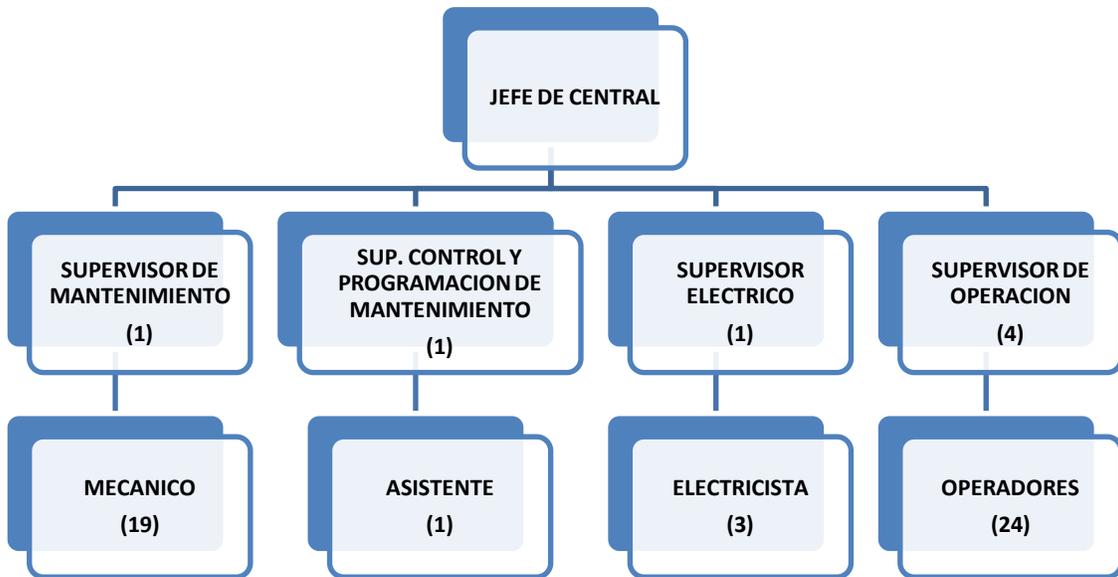


Figura 7.1.2.2. Organigrama para el Área de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo.⁴⁴

Con este tipo de organigrama, se logra abarcar de manera global al Área de Mantenimiento y se logra establecer una razón Jerárquicas dentro del mismo.

⁴⁴ Ibidem, p. 5

7.1.3. PROCEDIMIENTO PARA EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Para efectuar un Trabajo de Mantenimiento, se debe seguir un determinado procedimiento dentro de la Central Termoeléctrica Guangopolo, el mismo que se describe en la siguiente tabla a continuación:

PROCEDIMIENTO PARA EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO EN LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA GUANGOPOLO		
Ord.	DESCRIPCIÓN	ENCARGADO/AYUDANTE
1	Emisión de Orden de Trabajo de Mantenimiento.	Supervisor de Control y Programación de Mantenimiento
2	Designación para el Trabajo de Mantenimiento.	Supervisor de Mantenimiento
3	Ejecución del Trabajo de Mantenimiento.	Personal Mecánico
4	Solicitud de Materiales e Implementos para el Trabajo de Mantenimiento.	Supervisor de Mantenimiento\ Personal Mecánico
5	Llenado del Registro de Mantenimiento.	Personal Mecánico.
6	Entrega de Registro de Mantenimiento.	Personal Mecánico.
7	Archivado de Registro de Mantenimiento.	Supervisor de Mantenimiento
8	Cierre de Orden de Trabajo de Mantenimiento.	Supervisor de Control y Programación de Mantenimiento.

Tabla 7.1.3.1. Procedimiento para el Trabajo de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo.

7.1.4. EJECUCIÓN PARA EL TRABAJO DE MANTENIMIENTO

La Ejecución del Programa de Mantenimiento en la Central Termoeléctrica Guangopolo precisa del:

- Personal debidamente entrenado para cada tarea mediante el **Software MANTTER**.
- Órdenes de trabajo con la información apropiada para ejecutar el trabajo con precisión, mediante el **Software SISMAC**.
- Información para los **Formatos de Registro de Mantenimiento** considerando las pruebas a realizarse posteriores al mantenimiento.

De esta manera al finalizar la ejecución de trabajo se lograra una optimización continua del Programa de Mantenimiento, de esta manera mantendremos al Historial de Mantenimiento actualizado, con información para la toma de decisiones para posteriores mantenimientos.

7.2. VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para la validación del Sistema de Gestión de Mantenimiento, se considera el cálculo de los Índices de Rendimiento, los mismos que nos darán la pauta para conocer si las acciones de mantenimiento en las Unidades de Generación son las adecuadas. Para ello se tomara a la Unidad de Generación #3, la misma que acaba de salir de los trabajos de Overhaul de 12.000 Horas.

Rendimiento [kWh/gal Combustible]

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía Producida por Unidad (KWh)}}{\text{Consumo Diesel (gal)} + \text{Consumo Bunker(gal)}}$$

$$\text{Consumo Diesel (gal)} = \frac{\text{Cantidad Combustible Diesel (kg)}}{\delta_{\text{Diesel}}}$$

$$\text{Consumo Bunker (gal)} = \frac{\text{Cantidad Combustible Bunker (kg)}}{\delta_{\text{Bunker}}}$$

$$\delta_{\text{Diesel}} = 0.83 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$\delta_{\text{Bunker}} = 0.92 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{3844150 \text{ (KWh)}}{0.83 \frac{\text{kg}}{1} * \frac{3.78541}{\text{gal}} + 0.92 \frac{\text{kg}}{1} * \frac{3.78541}{\text{gal}}} = 17.01 \frac{\text{KWh}}{\text{gal}}$$

Rendimiento [kWh/gal Aceite SAE 20]

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía Producida por Unidad (KWh)}}{\text{Consumo Aceite SAE 20 (gal)}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{3844150 \text{ (KWh)}}{5099 \text{ (gal)}} * 100 = 753.90 \frac{\text{KWh}}{\text{gal}}$$

Rendimiento [kWh/gal Aceite SAE 40]

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Energía Producida por Unidad (KWh)}}{\text{Consumo Aceite SAE 20 (gal)}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{3844150 \text{ (KWh)}}{5076 \text{ (gal)}} * 100 = 757.32 \frac{\text{KWh}}{\text{gal}}$$

Índice de Confiabilidad (%)

$$\text{Índice de Confiabilidad} = \frac{\text{Período (h)} - \text{Mantenimiento Correctivo (h)}}{\text{Período (h)}} * 100$$

$$\text{Índice de Confiabilidad} = \frac{744 \text{ (h)} - 19.9 \text{ (h)}}{744 \text{ (h)}} * 100 = 97.32 \%$$

Disponibilidad de la Unidad (%)

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad - Unidad} \\ = \frac{\text{Período(h)} - \text{Mant. Correc. (h)} - \text{Mant. Prog. (h)}}{\text{Período (h)}} * 100 \end{aligned}$$

$$\text{Disponibilidad - Unidad} = \frac{744 \text{ (h)} - 19.9 \text{ (h)} - 72 \text{ (h)}}{744 \text{ (h)}} * 100 = 87.65 \%$$

Indisponibilidad de la Unidad (%)

$$\text{Indisponibilidad – Unidad} = \frac{\text{Mant. Correc. (h)}}{\text{Período (h)}} * 100$$

$$\text{Indisponibilidad – Unidad} = \frac{19.9 (h)}{744 (h)} * 100 = 2.67 \%$$

Factor de Planta [%]

$$\text{Factor de Planta} = \frac{\text{Energía Activa Bruta (MWh)}}{\text{Período (h)} * \text{Potencia Activa Efectiva (MWh)}} * 100$$

$$\text{Factor de Planta} = \frac{3844.15 (MWh)}{744 (h) * 5.2 (MWh)} * 100 = 99.36\%$$

Con estos indicadores, se concluye que el Sistema de Gestión de Mantenimiento empleado en la Central Termoeléctrica Guangopolo ha sido de gran ayuda. La información levantada redujo los tiempos de Mantenimiento e incremento la confiabilidad y disponibilidad de las Unidades de Generación.

7.2.1. DIRECTRICES PARA LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

OBJETIVO

- Proporcionar al Personal de Mantenimiento información concerniente a las Acciones de Mantenimiento efectuadas a las Unidades de Generación Mitsubishi MAN.
- Mejorar la capacidad profesional y de gestión del personal y de sus supervisores.

PROCESO DE CAPACITACIÓN

Para el proceso de capacitación del **Software MANTTER** se requiere de:

- Entregar al personal de mantenimiento una copia del “**Manual Técnico de Software MANTTER**” (Ver Anexo 5).
- Coordinación por parte de la Central Termoeléctrica Guangopolo, el uso de computadoras para la interacción del paquete informático con el Personal de Mantenimiento.
- Considerar las Horas de capacitación del **Software MANTTER** con el Supervisor de Mantenimiento y Jefe de la Central Termoeléctrica Guangopolo.

CAPÍTULO 8

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Al desarrollar un Análisis Económico – Financiero tiene como objetivo:

- Determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la consecución del proyecto.
- Consideraciones que sirven de base para la finalización y ejecución definitiva del proyecto.

8.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

- ***Perspectivas para el Sector Eléctrico***

“El sector eléctrico ecuatoriano continúa dentro del proceso de modernización. Bajo la responsabilidad del Consejo Nacional de Modernización (CONAM) avanzan las actividades programadas para el traspaso parcial a inversionistas privados de 25 empresas eléctricas (5 de generación, 19 de distribución y una de transmisión). Esta constituye al momento la perspectiva de mayor trascendencia.”

“La evolución del mercado ecuatoriano, en lo que a demanda de energía y potencia se refiere, ha mantenido una situación de crecimiento sostenido durante los cuatro últimos años.”

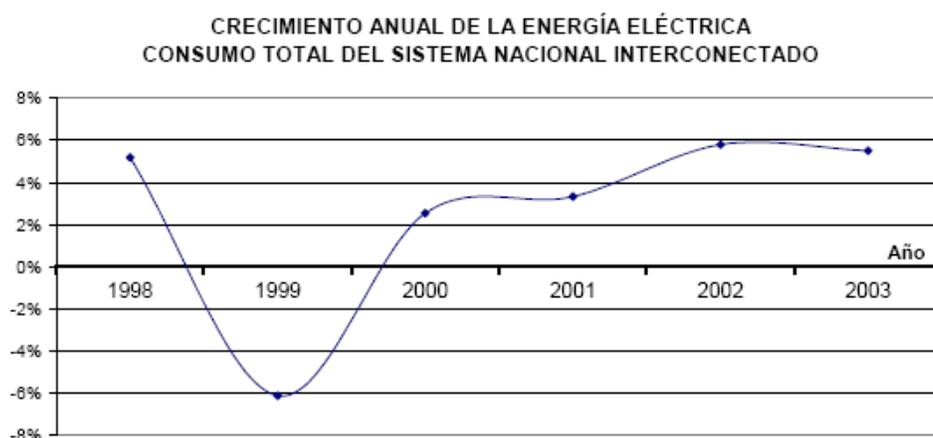


Figura 8.1.1. Consumo Total del Sistema Nacional Interconectado.⁴⁵

Los problemas económicos que se presentaron en el país entre 1998 a 2000, llegaron a ser el principal factor de indecisión para la proyección de la demanda, por lo que se tomaron en cuenta en la evolución de variables e indicadores económicos, para lograr ajustar las proyecciones para los próximos futuras.

Las características para la adquisición de nuevos equipos de generación, así como la expansión presentada por TRANSELECTRIC y las empresas distribuidoras, requieren de una inversión estimada la cual es alrededor de tres mil millones de dólares en el período del plan. Las inversiones estimadas para el período decenal del Plan en las diversas etapas del servicio eléctrico se indican en el siguiente cuadro.

<i>INVERSIONES REQUERIDAS</i>	<i>Millones de US \$</i>
<i>Inversiones en generación</i>	1.600
<i>Inversiones en transmisión</i>	200
<i>Inversiones en distribución (incluyendo FERUM)</i>	1.164
TOTAL EN EL PERÍODO 2004 - 2013	2.964

Tabla 8.1.1. Inversiones Proyectadas.⁴⁶

⁴⁵ Fuente: CONELEC - Plan de Electrificación 2004-2013.

“Los proyectos de generación considerados en la inversión son aquellos que mantienen contratos de concesión o que sus procesos se hallan bastante avanzados. Estos son: Sibimbe, Loreto, Termoriente, San Francisco, Mazar y Bajo Alto (Machala Power - EDC) los cuales aportarán en total unos 1.018 MW adicionales al SNI hasta el año 2008 (436 MW en centrales hidroeléctricas y 582 MW son termoeléctricos de los cuales 312 MW corresponden a gas natural).”

- **Aspectos Tarifarios**

En los que respecta a las tarifas a aplicarse para el cobro de la energía eléctrica el artículo 53 de la LRSE (Ley de Régimen del Sector Eléctrico) menciona;

“Principios tarifarios.- Los pliegos tarifarios aprobados por el CONELEC se ajustarán a los siguientes principios según corresponda:

- a) (Sustituido por el Art. 12 de la Ley 2006-55, R.O. 364, 26-IX-2006) Las tarifas aplicables a los consumidores finales cubrirán los precios referenciales de generación, los costos del sistema de transmisión y el valor agregado de distribución (VAD) promedio de todas las empresas de distribución del País. Como la aplicación del valor agregado de distribución (VAD) promedio nacional, ocasiona que unas empresas distribuidoras obtengan ingresos inferiores respecto a su facturación actual; y, otras ingresos superiores, el CONELEC, para el caso de las primeras, efectuará el cálculo del déficit correspondiente en forma anual y éste será contemplado de la misma manera en el Presupuesto General del Estado, debiendo estos recursos ser administrados por el CENACE, como un subsidio directo a los consumidores del área de concesión a la que corresponda. En ningún caso, para las demás distribuidoras se incrementará el VAD, manteniéndose el valor actual;*

⁴⁶ Ibidem, p. 45

b) *(Reformado por el Art. 62 del Decreto Ley 2000-1, R.O. 144-S, 18-VIII-2000) Los pliegos tarifarios serán elaborados sobre la base de la aplicación de índices de gestión establecidos mediante regulación por el CONELEC, para empresas eficientes con costos reales.*

El ente regulador determinará la periodicidad de revisión y aprobación de los pliegos tarifarios, la que en ningún caso podrá ser menor a un año; y,

c) *La estructura tarifaria para el consumidor final que no esté en posibilidad de suscribir contratos de largo plazo para el suministro de la energía o que estándolo no haya hecho uso de esa posibilidad, deberá reflejar los costos que los clientes originen según sus modalidades de consumo, y nivel de tensión eléctrica. Además, en la elaboración de los pliegos tarifarios se deberá tomar en cuenta el derecho de los consumidores de más bajos recursos a acceder al servicio eléctrico dentro de condiciones económicas acordes con sus posibilidades. Se considerarán como consumidores de bajo consumo en esta categoría en cada zona geográfica de concesión en distribución, a aquellos que no superen el consumo mensual promedio del consumo residencial en su respectiva zona geográfica, pero que en ningún caso superen el consumo residencial promedio a nivel nacional. Estos valores de consumo serán determinados para cada caso, al inicio de cada año por el CONELEC, en base a las estadísticas del año inmediato anterior. Los consumidores de bajo consumo, serán subsidiados por los usuarios residenciales de mayor consumo en cada zona geográfica”.*

A su vez el artículo 57 de la misma ley indica;

“Pliegos tarifarios y ajustes.- (Reformado por el Art. 14 de la Ley 2006-55, R.O. 364, 26-IX-2006).- El CONELEC fijará y publicará anualmente las tarifas de transmisión y de distribución, así como sus fórmulas de reajuste, hasta el 30 de junio del año que corresponda, las que entrarán

en vigencia el 1 de enero del año siguiente. Los pliegos tarifarios incluirán ajustes automáticos de tarifas hacia arriba o hacia abajo debido a cambios excepcionales e imprevistos de costos que no pueden ser directamente controlados por el concesionario, reajustes que se aplicarán si la variación de las tarifas es superior o inferior al 5% del valor vigente a la fecha de cálculo.”

8.2. EVALUACIÓN FINANCIERA

A continuación se detallan los costos y gastos en los que se incurrieron para la creación del paquete “SOFT MANTTER”.

8.2.1. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

COSTOS INDIRECTOS

1. INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN

Descripción	USD/Semana	Semanas	Valor total (USD)
Tutoría de Director y Codirector	\$ 14,00	60	\$ 840,00
Ingeniero de Proyectos (Empresa)	\$20,00	100	\$ 2000
TOTAL			\$ 2840,00

Tabla 8.2.1.1. Ingeniería y Administración.

COSTOS DIRECTOS

1. REMUNERACIÓN A ESTUDIANTE

Nombre	Cargo	Horas	Valor H-H Horas/Semana	Valor total USD
Sr. Francisco Javier Salazar Monge	Responsable del proyecto	1100	\$ 3,00	\$ 3.300,00
TOTAL				\$ 3.300,00

Tabla 8.2.1.2. Remuneración a Estudiante.

2. HONORARIOS PROFESIONALES

Nombre	Cargo	Horas	Valor H-H Horas/Semana	Valor total USD
Ingeniero en Sistemas (Soporte)	Tutor Visual Basic	20	\$ 1,00	\$ 200,00
TOTAL				\$ 200,00

Tabla 8.2.1.3. Honorarios Profesionales

3. MISCELÁNEOS

Cant.	Descripción	Costo Unitario USD	Costo total USD
1	Papel (Resma)	\$ 3,00	\$ 3,00
2	Cartuchos Impresora	\$ 25,00	\$ 50,00
1	Transporte	\$ 5,00	\$130,00
1	Internet	\$ 20,00	\$520,00
1	Servicios Básicos	\$ 5,00	\$130,00
TOTAL			\$ 833,00

Tabla 8.2.1.4. Misceláneos

4. OTROS COSTOS DIRECTOS

Cant.	Descripción	Costo Unitario USD	Costo total USD
1	Curso de Capacitación Visual Basic 6.0	\$ 160,00	\$ 160,00
1	Adquisición de Software, Libros, Revistas.	\$ 250,00	\$ 250,00
TOTAL			\$ 410,00

Tabla 8.2.1.5. Otros Costos Directos

5. COSTOS TOTALES

TOTAL COSTOS	\$ 7583,00
IMPREVISTOS (10%)	\$ 758,30
TOTAL PROYECTO	\$ 8341,30

Tabla 8.2.1.6. Costos Totales

8.2.2. FINANCIAMIENTO

	RUBROS	PRESUPUESTO	RECURSOS PROPIOS	%	RECURSOS EXTERNOS	%
1	INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN					
	Personal					
	Director de Tesis - Codirector de Tesis	\$ 840,00	\$ 798,00	95	\$ 42,00	5
	Ingeniero de Proyectos	\$ 2.000,00	\$ 1.900,00		\$ 100,00	
	Misceláneos	\$ 833,00	\$ 791,35		\$ 41,65	
TOTAL	\$ 3.673,00	\$ 3.489,35	\$ 183,65			
2	COSTOS DIRECTOS					
	Honorarios Profesionales					
	Ingeniero de Sistemas	\$ 200,00	\$ 190,00	95	\$ 10,00	5
	Remuneración Estudiantes					
	Graduando	\$ 3.300,00	\$ 3.135,00		\$ 165,00	
	Otros Costos Directos					
	Curso de Capacitación	\$ 160,00	\$ 152,00		\$ 8,00	
Adquisición de Software, Libro, Revistas	\$ 250,00	\$ 237,50	\$ 12,50			
TOTAL	\$ 3.910,00	\$ 3.714,50	\$ 195,50			
3	IMPREVISTOS	\$ 758,30	\$ 720,39	95	\$ 37,92	5
	TOTAL	\$ 758,30	\$ 720,39		\$ 37,92	
	TOTAL GENERAL	\$ 8.341,30	\$ 7.924,24	95	\$ 417,07	5

Tabla 8.2.2.1. Financiamiento

8.2.3. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS

	RUBROS	PRESUPUESTO	I	II	III
		O	BIMESTRE	BIMESTRE	BIMESTRE
1	INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN				
	Personal				
	Unidad de Negocios Celec Termopichincha	\$ 3.489,35	\$ 139,57	\$ 104,68	\$ 104,68
	Graduando	\$ 183,65	\$ 7,35	\$ 5,51	\$ 5,51
	TOTAL	\$ 3.673,00	\$ 146,92	\$ 110,19	\$ 110,19
2	COSTOS DIRECTOS				
	Unidad de Negocios Celec Termopichincha	\$ 3714,5	\$ 148,58	\$ 111,44	\$ 111,44
	Graduando	\$ 195,50	\$ 7,82	\$ 5,87	\$ 5,87
	TOTAL	\$ 3.910,00	\$ 156,40	\$ 117,30	\$ 117,30
3	IMPREVISTOS				
	Unidad de Negocios Celec Termopichincha	\$ 720,39	\$ 28,82	\$ 21,61	\$ 21,61
	Graduando	\$ 37,92	\$ 1,52	\$ 1,14	\$ 1,14
	TOTAL	\$ 758,31	\$ 30,33	\$ 22,75	\$ 22,75
	TOTAL GENERAL	\$ 8.341,31	\$ 333,65	\$ 250,24	\$ 250,24

Tabla 8.2.3.1. Cronograma de Desembolsos

8.2.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

CELEC EP TERMOPICHICHINCHA	
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - ESCENARIO NORMAL	
(En dólares)	
VENTAS	26.364.014,00
(-) COSTO DE VENTAS	15.074.396,00
(=) UTILIDAD BRUTA	11.289.618,00
(-) TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	8.781.209,00
(=) UTILIDAD OPERATIVA	2.508.409,00
(+) INGRESOS NO OPERACIONALES	23.685,00
(-) EGRESOS NO OPERACIONALES	17.178,00
(-)IMPUESTOS Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES	1.331.405,00
(=) UTILIDAD NETA	1.183.511,00

Tabla 8.2.4.1. Escenario Normal.

CELEC EP TERMOPICHICHINCHA	
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - ESCENARIO OPTIMISTA ↑ 5,5%	
(En dólares)	
VENTAS	27.814.034,77
(-) COSTO DE VENTAS	15.074.396,00
(=) UTILIDAD BRUTA	12.739.638,77
(-) TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	8.781.209,00
(=) UTILIDAD OPERATIVA	3.958.429,77
(+) INGRESOS NO OPERACIONALES	23.685,00
(-) EGRESOS NO OPERACIONALES	17.178,00
(-)IMPUESTOS Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES	1.331.405,00
(=) UTILIDAD NETA	2.633.531,77

Tabla 8.2.4.2. Escenario Optimista.

CELEC EP TERMOPICHICHINCHA	
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - ESCENARIO PESIMISTA ↓ 5,5%	
(En dólares)	
VENTAS	24.913.993,23
(-) COSTO DE VENTAS	15.074.396,00
(=) UTILIDAD BRUTA	9.839.597,23
(-) TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	8.781.209,00
(=) UTILIDAD OPERATIVA	1.058.388,23
(+) INGRESOS NO OPERACIONALES	23.685,00
(-) EGRESOS NO OPERACIONALES	17.178,00
(-) IMPUESTOS Y PARTICIPACIÓN TRABAJADORES	1.331.405,00
(=) UTILIDAD NETA	-266.509,77

Tabla 8.2.4.2. Escenario Pesimista.

Para realizar el análisis de sensibilidad se tomó el porcentaje de la inflación al mes de octubre del 2011, lo que se espera en este análisis es observar cuan sensibles son las ventas de la energía eléctrica a los cambios en las variables externas.

Al incrementar la inflación sobre las ventas totales se puede observar que las mismas se incrementan de \$26.364.014,00 a \$ 27.814.034,77 lo que a su vez afecta a las utilidades las cuales pasan de \$1.183.511,00 a \$2.633.531,77, lo contrario sucede al disminuir las ventas en un 5.5%, ya que las utilidades se convierten en pérdidas (\$ 266.509,77), lo que indica que las ventas son susceptibles a variaciones externas por lo que se deben tomar medidas adecuadas para disminuir costos lo que ayudaría a la empresa a mantener un adecuado nivel de ganancias así también se debe aprovechar la capacidad instalada de la empresa y pensar en producir más.

AÑO 0					
INVERSIÓN INICIAL NETA					
Costo de la nueva inversión			- \$ 8.341,30		
INVERSIÓN INICIAL NETA			- \$ 8.341,30		
DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS					
Ventas Netas	\$ 27.371.119,33	\$ 27.371.119,33	\$ 28.397.536,31	\$ 29.439.725,89	\$ 30.496.612,05
Otros Ingresos	\$ 23.685,00	\$ 23.685,00	\$ 23.685,00	\$ 23.685,00	\$ 23.685,00
TOTAL INGRESOS	\$ 27.394.804,33	\$ 27.394.804,33	\$ 28.421.221,31	\$ 29.463.410,89	\$ 30.520.297,05
EGRESOS					
(-) Costos	\$ 15.849.219,95	\$ 16.454.660,16	\$ 17.071.709,91	\$ 17.698.241,67	\$ 18.333.608,54
(-) Gastos administrativos y ventas	\$ 9.232.563,14	\$ 9.585.247,05	\$ 9.944.693,82	\$ 10.309.664,08	\$ 10.679.781,02
(-) Otros Gastos	\$ 18.060,95	\$ 18.750,88	\$ 19.454,04	\$ 20.168,00	\$ 20.892,03
15% Participación Trabajadores	\$ 344.244,04	\$ 200.421,94	\$ 207.804,53	\$ 215.300,57	\$ 222.902,32
25% Impuesto a la Renta	\$ 487.679,06	\$ 283.931,08	\$ 294.389,75	\$ 305.009,14	\$ 315.778,28
TOTAL EGRESOS	\$ 25.931.767,15	\$ 26.543.011,10	\$ 27.538.052,05	\$ 28.548.383,46	\$ 29.572.962,20
INGRESO NETO	\$ 1.463.037,18	\$ 851.793,23	\$ 883.169,26	\$ 915.027,43	\$ 947.334,85
Inversión Activos Fijos	- \$ 1.500.000,00	- \$ 980.000,00	- \$ 800.000,00	- \$ 765.000,00	- \$ 897.000,00
FLUJO NETO	\$ (36.962,82)	\$ (128.206,77)	\$ 83.169,26	\$ 150.027,43	\$ 50.334,85

Tabla 8.2.4.3. Flujo de Caja.

La tasa de rendimiento es la tasa que espera la empresa percibir luego de realizar una inversión.

TASA DE RENDIMIENTO	5 %
VAN	\$ 74.880,05
TIR	25 %

Tabla 8.2.4.4. VAN – TIR.

- Con los flujos indicados al inicio del presente capítulo se procedió a calcular el VAN. “*El VAN es una medida de cuánto valor se crea o se agrega hoy al efectuar una inversión*” (ROSS, 2007: 262). El valor del VAN para el proyecto es de \$74.880,05, calculado con una tasa de rendimiento del 12%. Debido a que el VAN calculado para el proyecto es positivo, lo que representa que la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida. El proyecto es aceptable.
- La Tasa interna de retorno “*es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero*” (ROSS, 2007: 274). En el caso del presente trabajo de investigación al observar que el TIR del 25% es mayor a la tasa exigida en este caso por la empresa que es del 12%, el proyecto resulta ser aceptable.

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

- Se ha recopilado la mayor información posible acerca de las Acciones de Mantenimiento, utilizados para realizar la Normalización Técnica de actividades y/o procesos. De igual manera se describen en términos generales el concepto, los tipos e inicios del Sistema de Gestión de Mantenimiento.
- Se ha determinado los métodos a ser aplicados para la desarrollar las Acciones de Mantenimiento, los mismos que se encuentran en un sistema estandarizado que ayuda al conocimiento de los mismos provocando una reducción tiempo y la falta de información básica. Se han elaborado formatos para cada tipo de Registro de Mantenimiento.
- Se realizo la comprobación, verificación y validación del correcto funcionamiento de las diferentes opciones que ofrece la Aplicación Computacional, siendo satisfactorios los resultados al momento de ser utilizado por el Auspiciante de Proyecto, los mismos que cumplen con los requerimientos técnicos propuestos.
- El uso de la Aplicación Computacional contribuye a la reducción de los tiempos para la ejecución, registro y verificación de las Acciones de Mantenimiento.
- El Estudio Económico – Financiero permite observar la inversión durante el desarrollo de proyectos de ingeniería de este tipo, de igual manera permite

incrementar en el conocimiento. Dicha inversión resulta ser más rentable que el contratar a empresas encargadas de mejorar la Calidad en Mantenimiento y la adquisición de paquetes computacionales bajo licencias certificadas.

- Al obtener indicadores de VAN y TIR positivos en el Estudio Económico – Financiero, se concluye que el proyecto es aceptable.

9.2. RECOMENDACIONES

- Realizar una invitación a empresas ecuatorianas que envíen a las universidades del país información acerca del desarrollo de proyectos viables, los mismos que puedan ser realizados por jóvenes egresados, logrando de esta manera una incrementar sus conocimientos y obtener profesionales de elite dentro del país.
- Se recomienda a las empresas que deseen implementar una Sistema de Gestión de Mantenimiento bajo la Norma PAS 55, soliciten la documentación necesaria así como ayuda de expertos en la materia para obtener resultados positivos y que sean adaptables a las necesidades presentes por dicha empresa.
- Se recomienda actualizar los procesos referentes a las Acciones de Mantenimiento, ya que en la generación eléctrica se presentan avances tecnológicos significativos, los mismos que demandan el cambio de equipos y maquinas.

BIBLIOGRAFÍA

- **DUFFA – RAOUF – DIXON**, Sistema de Mantenimiento Planeación y Control, Editorial Limusa Wiley, México, 2004.
- **BLANCHARD Benjamín**, Logistics Engineering and Management, Editorial Prentice – Hall, USA, 4taq edición
- **GRIMALDI-SIMONDS**, La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomoga México 1985.
- **KEITH DENTON**, Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1984. México.
- **CRUZ REVELO**, Eduardo Manuel. Ingeniería en Mantenimiento para el Ingeniero Mecánico. Tercera Edición, Argentina. Nueva Librería.
- **MITSUBISHI - MAN CORP.** Manual de Operación y Mantenimiento para motor diesel tipo V9V 40/54 Nro. D808107S. Traducido por INECEL. Quito. 1977.
- **ASSET MANAGEMENT (2003)**, “Norma PAS 55”, BSI, Estados Unidos.
- **Normas ISO:**
 - 9000:2005
 - 9001:2008
 - 14001:2004
- www.termopichincha.com.ec

GLOSARIO

- **Activos:** Infraestructura física como maquinarias, edificios, etc.
- **Activos Críticos:** Activos identificados como críticos para lograr las políticas, estrategias y objetivos de la gerencia de activos.
- **Ciclo de Vida:** Intervalo de tiempo que comienza con la identificación de la necesidad del activo y termina con el retiro del mismo.
- **Optimizar:** Lograr con el método apropiado los mejores resultados de costos, minimización de riesgos, maximización en cuanto a cantidad y calidad.
- **Mantenimiento:** Acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene.
- **Confiabilidad:** Capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado.
- **Disponibilidad:** Cualidad de estar libre para ser usado en cualquier momento.

ANEXO 1
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL
SISTEMA DE MANTENIMIENTO

ANEXO 2
FORMATO DE REGISTRO DE
MANTENIMIENTO PREDICTIVO

ANEXO 3
FORMATO DE REGISTRO DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO

ANEXO 4
FORMATO DE REGISTRO DE
MANTENIMIENTO CORRECTIVO

ANEXO 5
INSTRUCTIVO DE USO DE LA
APLICACIÓN COMPUTACIONAL
“SOFT MANTTER”

ANEXO 6
CODIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN
COMPUTACIONAL “SOFT MANTTER”