

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE OPERACIONES COHORTE 2014

Tema: “MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCIÓN TOTAL Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SÍNCRONOS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN”

Trabajo de Investigación, previo a la obtención del Grado Académico de Magister en Gestión de Operaciones Cohorte 2014

Autor: Ing. Oscar Damián Núñez Barrionuevo

Director: Ing. John Paúl Reyes Vásquez, Mg.

Ambato – Ecuador

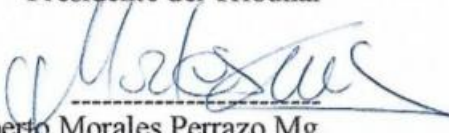
2019

**A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

El Tribunal receptor del Trabajo de Investigación presidido por Ingeniera Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg., e integrado por los señores Ingeniero Luis Alberto Morales Perrazo Mg., Ingeniero Andrés Gonzalo Cabrera Acosta Mg., Ingeniero Edison Patricio Jordán Hidalgo Mg., designados por el Unidad Académica de Titulación de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Trabajo de Investigación con el tema: “MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCIÓN TOTAL Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SÍNCRONOS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN.”, elaborado y presentado por el Ingeniero Oscar Damián Núñez Barrionuevo, para optar por el Grado Académico de Magister en Gestión de Operaciones Cohorte 2014; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Investigación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.



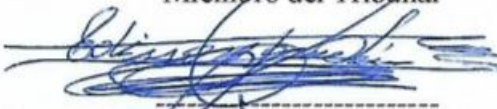
Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
Presidente del Tribunal



Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. Andrés Gonzalo Cabrera Acosta Mg.
Miembro del Tribunal



Ing. Edison Patricio Jordán Hidalgo Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN


La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Investigación presentado con el tema: “MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCIÓN TOTAL Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SÍNCRONOS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN.”, le corresponde exclusivamente al: Ingeniero Oscar Damián Núñez Barrionuevo, Autor bajo la Dirección del Ingeniero John Paúl Reyes Vásquez, Magister, Director del Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Oscar Damián Núñez Barrionuevo

c.c. 180402551-6

AUTOR



Ing. John Paúl Reyes Vásquez, Mg.

c.c.110346439-0

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Investigación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Oscar Damián Núñez Barrionuevo
c.c. 180402551-6

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
AGRADECIMIENTO	xix
DEDICATORIA.....	xx
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.....	xxi
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E	xxi
INDUSTRIAL	xxi
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE OPERACIONES.....	xxi
TEMA:	xxi
RESUMEN EJECUTIVO	xxi
EXECUTIVE SUMMARY	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Tema de investigación	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.2.1 Contextualización del problema.....	3
1.2.2 Árbol de problema.....	6
1.2.3 Análisis crítico	7
1.2.4 Prognosis.....	8

1.2.5	Formulación del problema	8
1.2.6	Interrogantes (sub problemas).....	9
1.2.7	Delimitación del objeto a investigar.....	9
1.3	Justificación	9
1.4	Objetivos.....	11
1.4.1	Objetivo general	11
1.4.2	Objetivos específicos:.....	11
CAPÍTULO II.....		12
2.1	Antecedentes de investigativos	12
2.2	Fundamentación filosófica.....	14
2.3	Fundamentación legal.....	14
2.3.1	Ley orgánica de defensa del consumidor.....	14
2.3.2	Código del trabajo	15
2.3.3	Reglamento general a la ley orgánica del servicio publico	18
2.3.4	Reglamento interno de trabajo de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador.....	22
2.4	Categorías fundamentales	25
2.4.1	Constelación de ideas, variable independiente.....	26
2.4.2	Constelación de ideas de la variable dependiente.	27
2.5	Categorías de la variable independiente	28
2.5.1	Gestión de operaciones	28
2.5.2	Modelo de gestión de la producción.....	28
2.5.3	Modelo de gestión de mantenimiento.....	29
2.6	Categorías de la variable dependiente	34
2.6.1	Rendimiento de los motores de combustión interna	34
2.6.2	Disponibilidad	34
2.6.3	Confiabilidad.....	36
2.7	Hipótesis	38
2.8	Señalamiento de variables	38
CAPITULO III		39
3.1	Enfoque.....	39
3.2	Modalidad básica de la investigación.....	39
3.3	Nivel o tipo de investigación	40

3.4	Población y muestra	40
3.4.1	Variable independiente:	42
3.4.2	Variable dependiente:	43
3.5	Recolección de información	44
3.5.1	Procesamiento y análisis	45
3.5.2	Análisis de resultados	45
CAPITULO IV		46
4.1	Análisis de la empresa	46
4.2	Análisis de los motores	49
4.3	Procesos actuales de modelo de gestión de mantenimiento	53
4.3.1	Mantenimiento preventivo	54
4.3.2	Mantenimiento predictivo	55
4.3.3	Mantenimiento correctivo	55
4.3.4	Ocurrencias de fallas por exceso de confianza	56
4.3.5	Incidencias en fallos por falta de compromiso	56
4.4	Matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE)	56
4.4.1	Determinar área de estudio	62
4.5	Proceso de generación	65
4.5.1	Diagrama y esquema del proceso	65
4.6	Historial de mantenimiento en la CT Loreto	67
4.7	Máquinas críticas en el área de operación en la central térmica Loreto	69
4.7.1	Problemas críticos por falta de repuestos	69
4.7.2	Problemas críticos por operatividad	69
4.7.3	Problemas críticos por limpieza	71
4.7.4	Responsables del área de trabajo	71
4.7.5	Análisis general de los estudios anteriores	77
4.8	Análisis e interpretación de los datos	77
4.8.1	Análisis de datos de la encuesta al personal	77
4.8.2	Interpretación de datos	77
4.9	Análisis e interpretación de la encuesta dirigida al personal	78
4.9.1	Resumen de encuesta	90
4.10	Análisis e interpretación del control de mantenimiento de los motores	91
4.10.1	Resumen de check list de mantenimientos	98

Resumen de check list de mantenimientos.....	98
4.11 Planteamiento de la hipótesis.....	99
4.12 Estimador estadístico.....	99
CAPÍTULO V	106
5.1 Conclusiones.....	106
5.2 Recomendaciones.....	108
CAPÍTULO VI.....	109
6.1 Tema:.....	109
6.2 Datos informativos.....	109
6.3 Antecedentes para la propuesta.....	109
6.4 Justificación.....	110
6.5 Objetivos.....	111
6.5.1 General.....	111
6.5.2 Especifico.....	112
6.6 Análisis de la factibilidad.....	112
6.6.1 Políticas internas.....	112
6.7 Diseño del modelo a implementar para mejorar el rendimiento de los motores de combustión interna sincrónicos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación.....	115
6.7.1 Fundamentación teórica - científica.....	115
6.7.2 Análisis de modos de fallas y efectos (AMFE).....	117
6.7.3 Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).....	118
6.7.4 La estrategia de las 5 “S”.....	119
6.8 Introducción a la normalización.....	120
6.9 Procedimientos a implementar.....	126
6.9.1 Procedimiento de implementación para las 5 “s”.....	126
6.10 Mantenimiento preventivo.....	128
6.10.1 Procedimiento de mantenimiento preventivo.....	128
6.11 Mantenimiento correctivo.....	131
6.11.1 Procedimiento de mantenimiento correctivo.....	131
6.12 Mantenimiento predictivo.....	133
6.12.1 Procedimiento para realizar el mantenimiento predictivo de los motores.....	133
6.13 Mantenimiento autónomo.....	136

6.13.1	Procedimiento para el mantenimiento autónomo.....	136
6.14	Mantenimiento basado en confiabilidad.....	139
6.14.1	Procedimiento para implementar mantenimiento basado en fiabilidad (RCM)	139
6.14.2	La Metodología RCM (reliability center maintenance)	139
6.15	Seguridad y salud ocupacional.....	141
6.16	Medio ambiente.....	143
6.17	Herramienta que ayudara a dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos propuestos.....	146
6.17.1	Disponibilidad	146
6.17.2	Confiabilidad.....	147
6.17.3	Rendimiento	150
6.17.4	Hoja de registro diario	155
6.18	Conclusiones y recomendaciones.....	161
6.18.1	Conclusiones	161
6.18.2	Recomendaciones	162
	Bibliografía.....	163
	Anexo 1: Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad	167
	Anexo 2: Cuestionario de preguntas	168
	Anexo 3: Registro diario de operación hora - hora.....	169
	Anexo 4: Orden de trabajo	170
	Anexo 5: hoja de localización de defectos	171
	Anexo 6: Datos generales de la compañía	172
	Anexo 7: Ubicación geográfica de la central térmica Loreto.....	173
	Anexo 8: Exposición general del producto	174
	Anexo 9: Modelo de matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE)	177
	Anexo 10: Modelo de matriz (AMFE), tanque de almacenamiento de combustible	178
	Anexo 11: Modelo de matriz (AMFE), motor de combustión interna	179
	Anexo 12: Modelo de matriz (AMFE), generador de energía eléctrica	180
	Anexo 13: Modelo de matriz (AMFE), disyuntor de la unidad	181
	Anexo 14: Modelo de matriz (AMFE), transformador de energía	182
	Anexo 15: Ficha técnica célula 40.....	183
	Anexo 16: Formato de recepción de combustible	184
	Anexo 17: Reporte diario de operación	185

Anexo 18: Informe de rendimiento mensual.....	186
Anexo 19: Información y cotización de una unidad SDMO.....	187
Anexo 20: Calculo de la gestión actual de mantenimiento.....	189
Anexo 21: Tablas de fabricante.....	193
Anexo 22: Tabla t-student.....	196
Anexo 23: Medidas.....	197
Anexo 24: Rutinas de inspección y monitoreo.....	198
Anexo 25: Trabajo estándar cambio de inyectores.....	198
Anexo 26: Trabajo estándar.....	199
Anexo 27: Trabajo estándar cambio de bandas de ventilador.....	199
Anexo 28: Trabajo estándar limpieza enfriador de aceite.....	200
Anexo 29: Hoja técnica del motor.....	200
Anexo 30: Aplicación de procedimientos de operación.....	201
Anexo 31: Acciones y maniobras de operación.....	202
Anexo 32: Rutinas de inspección y monitoreo.....	202
Anexo 33: Posturas.....	203
Anexo 34: Pausas Planificadas.....	203
Anexo 35: Aspectos del trabajo en la oficina.....	204
Anexo 36: Lista de chequeo OCRA.....	205
Anexo 37: Diagrama de flujo para una emergencia.....	206
Anexo 38: Ficha y plan de manejo ambiental.....	207
Anexo 39: Ficha ambiental.....	207
Anexo 40: Otro tipo de matriz que trabaja CELEC EP Matriz.....	208
Anexo 41: Contexto operacional Loreto.....	209
Anexo 42: Diagrama de función de central térmica Loreto.....	209
Anexo 43: Fotografía de la central térmica Loreto.....	210
Anexo 44: Estructura del personal de operación.....	214
Anexo 45: Listado de repuestos y precios.....	214
Anexo 46: Calculo de máximos y mínimos.....	215
Anexo 47: Checklist.....	216
Anexo 48: Sistema contra incendio Extintores.....	217
Anexo 49: Informe de falla.....	218
Anexo 50: Rendimiento inicial de los motores.....	219
Anexo 51: Permiso de trabajo.....	220

Anexo 52: Placas de las máquinas.....	221
---------------------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de problemas.....	6
Figura 2	Inclusiones conceptuales.....	25
Figura 3	Constelación de ideas de variable independiente.....	26
Figura 4	Constelación de ideas de la variable dependiente.....	27
Figura 5	Imagen general de TERMOPICHINCHA.....	46
Figura 6	Estructura orgánica.....	47
Figura 7	Ubicación geográfica de la central Loreto.....	48
Figura 8	Grupo electrógeno SDMO.....	49
Figura 9	Descripción general del motor.....	49
Figura 10	Visión del conjunto motor.....	53
Figura 11	Membrete de la hoja de registro.....	57
Figura 12	Primera columna.....	57
Figura 13	Segunda columna.....	57
Figura 14	Tercera columna.....	58
Figura 15	Cuarta columna.....	58
Figura 16	Quinta columna.....	58
Figura 17	Sexta columna.....	59
Figura 18	Séptima columna.....	59
Figura 19	Octava columna.....	59
Figura 20	Novena columna.....	60
Figura 21	Décima columna.....	60
Figura 22	Décima primera columna.....	60
Figura 23	décima Segunda columna.....	61
Figura 24	Décima tercera columna.....	61
Figura 25	Costo total de riesgo por falla.....	61
Figura 26	Comparación de valores.....	64
Figura 27	Diagrama del procesó de generación eléctrica.....	66
Figura 28	Esquema de proceso de generación eléctrica.....	67
Figura 29	Historial de mantenimiento de las unidades.....	68
Figura 30	Rendimiento de las unidades.....	70
Figura 31	Falta de aseo en el motor.....	71
Figura 32	Equipo de protección persona.....	73
Figura 33	Factura de venta de combustible.....	74

Figura 34 Despacho de combustible	75
Figura 35 Hoja de recepción de combustible	76
Figura 36 Diagrama de pastel de la pregunta 1	79
Figura 37 Diagrama de pastel de la pregunta 2	80
Figura 38 Diagrama de pastel de la pregunta 3	81
Figura 39 Diagrama de pastel de la pregunta 4	82
Figura 40 Diagrama de pastel de la pregunta 5	83
Figura 41 Diagrama de pastel de la pregunta 6	84
Figura 42 Diagrama de pastel de la pregunta 7	85
Figura 43 Diagrama de pastel de la pregunta 8	86
Figura 44 Diagrama de pastel de la pregunta 9	87
Figura 45 Diagrama de pastel de la pregunta 10	88
Figura 46 Diagrama de pastel de la pregunta 11	89
Figura 47 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de mayo de 2017 ..	92
Figura 48 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de junio de 2017 ...	93
Figura 49 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de julio de 2017	94
Figura 50 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de agosto de 2017 .	95
Figura 51 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de septiembre de 2017	96
Figura 52 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de octubre de 2017	97
Figura 53 Nube de dispersión.....	104
Figura 54 Modelo de gestión aplicarse	115
Figura 55 Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad de los meses antes de implementar gestión de mantenimiento	148
Figura 56 Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad de los meses durante la implementación del modelo de gestión de mantenimiento	149
Figura 57 Informe mensual de rendimiento de los meses antes de implementar gestión de mantenimiento.....	151
Figura 58 Informe mensual de rendimiento de los meses durante la implementación del modelo gestión de mantenimiento	152
Figura 59 Informe diario de reporte de operación	154
Figura 60 Hoja Excel de control diario	156
Figura 61 Hoja de control horómetros	157
Figura 62 Hoja de control generación.....	158
Figura 63 Hoja de control combustible.....	159

Figura 64 Hoja de registro mensual.....	160
Figura 65 Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad.....	167
Figura 66 Registro diario de operación.....	169
Figura 67 Orden de trabajo.....	170
Figura 68 Hoja de localización de defectos	171
Figura 69 Datos generales de la compañía.....	172
Figura 70 Ubicación geográfica de la central térmica Loreto	173
Figura 71 Visión del conjunto motor 1	174
Figura 72 Visión del conjunto motor 2	175
Figura 73 Designación del tipo de motor.....	175
Figura 74 Designación de los lados del motor	176
Figura 75 Dimensiones del motor.....	176
Figura 76 Modelo de matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE).....	177
Figura 77 Modelo de matriz (AMFE), tanque de almacenamiento de combustible	178
Figura 78 Modelo de matriz (AMFE), motor de combustión interna.....	179
Figura 79 Modelo de matriz (AMFE), generador de energía eléctrica.....	180
Figura 80 Modelo de matriz (AMFE), disyuntor de la unidad.....	181
Figura 81 Modelo de matriz (AMFE), transformador de energía	182
Figura 82 Tabla de tubería DIPAC	183
Figura 83 Formato de recepción de combustible.....	184
Figura 84 Registro diario de operación.....	185
Figura 85 Informe de rendimiento mensual	186
Figura 86 Información técnica.....	187
Figura 87 Cotización de máquina	188
Figura 88 Cálculo de la gestión actual parte 1	189
Figura 89 Cálculo de la gestión actual parte 2	190
Figura 90 Cálculo de la gestión actual parte 3	191
Figura 91 Cálculo de la gestión actual parte 4	192
Figura 92 Matriz del plan de mantenimiento parte 1	193
Figura 93 Matriz del plan de mantenimiento parte 2.....	194
Figura 94 Matriz de plan de mantenimiento parte 3.....	195
Figura 95 Tabla t-student	196
Figura 96 Medidas	197

Figura 97 Rutinas de inspección y monitoreo	198
Figura 98 Trabajo estándar bomba de inyección.....	198
Figura 99 Cambio de bomba de baja presión.....	199
Figura 100 Cambio de bandas de ventilador	199
Figura 101 Limpieza de enfriador de aceite.....	200
Figura 102 Hoja técnica del objeto funcional motor	200
Figura 103 Aplicación de procedimientos de operación.....	201
Figura 104 Acciones y maniobras de operación.....	202
Figura 105 Rutinas de inspección y monitoreo	202
Figura 106 Posturas	203
Figura 107 Pausas planificadas	203
Figura 108 Aspectos del trabajo en la oficina	204
Figura 109 Lista de chequeo OCRA.....	205
Figura 110 Diagrama de flujo para una emergencia.....	206
Figura 111 Ficha y plan de manejo ambiental	207
Figura 112 Ficha ambiental.....	207
Figura 113 Matriz que utiliza CELEC EP.....	208
Figura 114 Contexto operacional Loreto	209
Figura 115 Diagrama de función de central Loreto.....	209
Figura 116 Fotografía de la central térmica Loreto	210
Figura 117 Mancha de aceite.....	210
Figura 118 Fuga de combustible	211
Figura 119 Recepción de combustible	211
Figura 120 Bodega de material contaminado y químicos.....	212
Figura 121 Motor de combustión interna.....	212
Figura 122 Pantalla de control de las unidades	213
Figura 123 Unidad de generación.....	213
Figura 124 Estructura del personal de operación	214
Figura 125 Listado de repuesto y precios	214
Figura 126 Calculo de máximo y mínimo de repuestos	215
Figura 127 Checklist operación.....	216
Figura 128 Control de extintores	217
Figura 129 Informe de falla.....	218
Figura 130 Rendimiento inicial de los motores.....	219

Figura 131 Permiso de trabajo..... 220

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores	35
Tabla 2 Población de estudio (al personal)	41
Tabla 3 Población de estudio (los motores)	41
Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente.....	42
Tabla 5 Operacionalización de la variable dependiente.....	43
Tabla 6 Recolección de la información.....	44
Tabla 7 Conocimiento sobre mantenimiento.....	79
Tabla 8 Disminuir los tiempos de paralización	80
Tabla 9 Disponibilidad de materiales	81
Tabla 10 El mantenimiento es un área critica	82
Tabla 11 Falla que afectan a la central.....	83
Tabla 12 Como son medidas sus metas	84
Tabla 13 Conocimiento del personal	85
Tabla 14 Afectación de la capacidad sobre el rendimiento.....	86
Tabla 15 Conocimiento sobre la metodología de las 5 S	87
Tabla 16 Conocimiento sobre mantenimiento autónomo	88
Tabla 17 Conoce usted que es el mantenimiento de confiabilidad.....	89
Tabla 18 Resumen de encuestas	90
Tabla 19 Grupos electrógenos MTU en la Central Térmica Loreto	91
Tabla 20 Mantenimientos necesarios al mes mayo	92
Tabla 21 Mantenimientos necesarios al mes junio	93
Tabla 22 Mantenimientos necesarios al mes julio	94
Tabla 23 Mantenimientos necesarios al mes agosto.....	95
Tabla 24 Mantenimientos necesarios al mes septiembre	96
Tabla 25 Mantenimientos necesarios al mes octubre	97
Tabla 26 Resumen de check list de mantenimientos	98
Tabla 27 Tabla de valores	100
Tabla 28 Resultados de tabla.....	101
Tabla 29 Tabla de datos para determinar coeficiente de correlación lineal “ r ”	102
Tabla 30 Tabla T-student	105
Tabla 31 5 "S".....	119
Tabla 32 Procedimiento de implementación de las 5 “S”	127
Tabla 33 Procedimientos de mantenimiento preventivo.....	130

Tabla 34 Procedimientos de mantenimiento correctivo	132
Tabla 35 Procedimiento para implementar mantenimiento predictivo	134
Tabla 36 Procedimiento para implantación de mantenimiento autónomo	138
Tabla 37 Procedimiento para RCM	140
Tabla 38 Estadística de accidentes	142
Tabla 39 Procedimiento para implantación de SSO	142
Tabla 40 Procedimiento para implantación de protección de medio ambiente...	145

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis compañeros y catedráticos, por haber compartido sus conocimientos a lo largo del tiempo de formación en clases, a mis padres y esposa por brindarme su apoyo y de manera especial al Ing. John Paúl Reyes Vásquez por aceptar ser mi guía y director para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, por haberme dado la fortaleza y fuerza para para lograr un objetivo más en mi vida y llegar a este momento tan importante en mi formación profesional en especial a mis padres y esposa quienes siempre me brindan su apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE OPERACIONES

TEMA:

“MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE PRODUCCIÓN TOTAL Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SÍNCRONOS DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL ÁREA DE OPERACIÓN”.

AUTOR: Ing. Oscar Damián Núñez Barrionuevo.

DIRECTOR: Ing. John Paúl Reyes Vásquez, Mg.

FECHA: 26 de julio de 2018

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación da a conocer la importancia de la gestión de mantenimiento para el rendimiento de los motores de combustión interna de las unidades de generación eléctrica que se emplean en el área de operación, para lo que se ha tomado como caso de estudio a la central térmica Loreto, ubicada en la provincia de Orellana, cantón Loreto, Km 3 ½ vía al Tena.

Es normal que exista desgaste en los elementos mecánicos de las máquinas al trabajar durante extensas jornadas, por lo que se debe tomar en cuenta y controlar cuando aparecen las fallas por deterioro en las mismas.

Las máquinas que se encuentran en la central térmica Loreto no son la excepción, el desgaste que han sufrido es evidente ocasionando bajos rendimientos, pero su principal problema es la falta de atención para controlar las fallas que al principio eran mínimas y sumadas al descuido e incorrecto control en los mantenimientos se

han incrementado, produciendo paradas forzadas en las máquinas, consumiendo en exceso el combustible y reduciendo el índice de eficiencia.

Para la realización de la presente investigación se aplicó la Matriz de Análisis de Modos de Falla y Efectos (AMFE) con la que se determinó que el lugar más vulnerable a daños es el motor de combustión interna, definiendo de esta manera el área de estudio.

De acuerdo a lo expuesto, para dar solución a los problemas existentes en el motor de combustión interna, se ha creado un Modelo de Gestión de Mantenimiento basado en el Mantenimiento de Producción Total (TPM), el mismo que tiene como objetivo reducir las fallas no previstas en los motores, es decir reducir a cero el mantenimiento correctivo, fortaleciendo los mantenimientos preventivos y predictivos, además se determinó que el área de producción es el responsable de realizar mantenimientos autónomos, mediante limpieza, inspección, lubricación y apriete.

Al implementarse la nueva estrategia en un periodo de seis meses, se comprobó que se incrementó en el rendimiento de los motores de combustión interna y el resultado se evidencio en los informes que son reportados al final de cada mes ante los jefes de producción.

Descripción: Gestión, mantenimiento, motores, generadores, fallas, matriz, rendimiento, grupos electrógenos, central termoeléctrica, fallas, paradas, diagrama de fallas, factibilidad, confiabilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ENGINEERING IN SYSTEMS, ELECTRONICS AND
INDUSTRIAL
MASTERY IN OPERATIONS MANAGEMENT

TOPIC:

MODEL OF MANAGEMENT FOR THE TOTAL PRODUCTION
MAINTENANCE AND ITS INCIDENCE IN THE PERFORMANCE OF THE
SYNCHRONOUS INTERNAL ELECTRICAL GENERATION COMBUSTION
ENGINES UNITS IN THE AREA OF OPERATION

AUTHOR: Ing. Oscar Damián Núñez Barrionuevo.

DIRECTOR: Ing. John Paúl Reyes Vásquez, Mg.

DATE: July 26, 2018

EXECUTIVE SUMMARY

This research project reveals the importance of maintenance management for the performance of internal combustion engines units for electric generation that are used in the area of operation, for which the Loreto thermal power plant, located in the Orellana province of Loreto canton, 3 ½ Km near the Tena, was taken as a case study.

It is normal that in the machines mechanical elements there is a wear when working for long days, so it must be taken into account and controlled when failures appear due to deterioration.

The machines found in the Loreto thermal power plant are not the exception, the wear and tear that they have suffered is evident, causing low yields, but their main problem is the lack of attention to the failures control, which at the beginning were

minimal but then, due to the careless and incorrect maintenance Control, have increased, producing forced stops in the machines, consuming fuel in excess and reducing the efficiency index.

For the realization of the present investigation the Matrix of Analysis of Modes of Failure and Effects (AMFE) was applied, with which it was determined that the place most vulnerable to damages is the internal combustion engine, defining in this way the study area.

According to the above, to solve the existing problems in the internal combustion engine, a Maintenance Management Model based on Total Production Maintenance (TPM) has been created, which aims to reduce not planned failures in the motors, that is to say to reduce the corrective maintenance to zero, strengthening the preventive and predictive maintenances. In addition, it was determined that the production area is the responsible for performing autonomous maintenance, by cleaning, inspection, lubrication and tightening.

When the new strategy was implemented in a six months period, it was found that the performance of internal combustion engines increased and the result was evidenced in the reports that are issued at the end of each month to the production managers.

Description: Management, maintenance, motors, generators, faults, matrix, performance, generator sets, thermoelectric plant, faults, stops, fault diagram, feasibility, reliability.

INTRODUCCIÓN

El presente plan de investigación propone crear un Modelo de Gestión de Mantenimiento de Producción que será un referente para implementar en las centrales de generación termoeléctrica que se encuentran a cargo de la unidad de negocios TERMOPICHINCHA y otras empresas que trabajen con grupos electrógenos, ya que la aplicación de este modelo mejora el rendimiento en todas las áreas.

El planteamiento del problema se ha desarrollado en el CAPÍTULO I, en el que se realizó la investigación, contextualización, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, interrogantes, delimitación del objeto investigado, justificación, objetivo general y específico, es decir detalla la problemática que existe en la central termoeléctrica.

En base a la problemática en el CAPÍTULO II, se elaboró el Marco Teórico que contiene los antecedentes investigativos, fundamentación filosófica y legal, al igual que las categorías fundamentales, hipótesis y variables, en conclusión, se establece técnicamente el problema.

La metodología se detalla en el CAPÍTULO III, es decir se da a conocer el enfoque de la investigación, las encuestas y checklist que se aplicarán para determinar la información que se necesaria para la elaboración de la investigación.

El análisis e interpretación de los resultados se desarrolló en el CAPÍTULO IV, para lo que se determinó la situación actual de la central térmica mediante una matriz de modelo de fallo, además se aplicó el T-STUDENT que es una herramienta de cálculo estadístico para validar la hipótesis.

Las Conclusiones y Recomendaciones se detallan en el CAPÍTULO V, en el que principalmente se expone ciertas sugerencias para resolver la problemática que atraviesa la central térmica Loreto.

Finalmente, en el CAPÍTULO VI se realizó la descripción de la propuesta puntualizando los diferentes procedimientos que se deben implementar en la central térmica para aumentar el nivel de rendimiento y cumplir con el tema de investigación descrito al principio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación

Modelo de gestión de mantenimiento de producción total y su incidencia en el rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización del problema

La toma de decisiones en una planta industrial, normalmente se considera una relación directa entre el costo fijo (inversión) y el costo de mantenimiento asociado a la misma (Arata, 2009).

Pero esta consideración puede resultar errónea debido a que el costo de mantenimiento puede reducirse a medida en que las instalaciones estén concebidas con mayor seguridad de funcionamiento, ya sea por un incremento o por utilización de tecnologías más confiables (Arata, 2009, pág. 193).

En una instalación industrial el modelamiento de la política de mantenimiento se orienta a minimizar los costos, es decir, se puede aceptar la ocurrencia de fallas en la búsqueda de un equilibrio entre seguridad de funcionamiento y costo de ineficiencia (Arata, 2009, pág. 194). Es decir, se puede considerar que el tener aparición de daños en la maquinaria causa el incremento del costo de fabricación y pérdidas financieras a la empresa, debido al impacto directo que tiene sobre el proceso productivo (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013, pág. 3).

El objetivo básico de cualquier gestión de mantenimiento, consiste en aumentar la vida útil de las máquinas, con bajo precio, brindando confiabilidad a los equipos dentro de un contexto operacional (Amendola L. , 2006, pág. 45).

Entre las diferentes metodologías utilizadas en la gestión de mantenimiento, se destaca el Mantenimiento Productivo Total o Total Productive Maintenance (TPM).

El TPM es una filosofía preventiva que comienza desde el diseño, cruzando por la mejora de los procesos, hasta la prevención de fallas, teniendo como objetivos eliminar las seis grandes pérdidas que impiden mejorar el rendimiento, las cuales son; paradas o averías, cambios de útiles o ajustes, tiempo no usado o paradas breves, pérdidas de velocidad, defectos, y pérdidas debidas apuesta en marcha; permitiendo mejorar los rendimientos, utilizando y aplicando técnicas de Mantenimiento (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013, pág. 4).

El bajo rendimiento en la producción es un mal que afecta a la mayoría de las empresas, que al no tomar a tiempo y con la debida importancia las acciones para contrarrestarlas, se reflejara con pérdidas económicas, causando graves problemas financieros, por este motivo debe realizarse un análisis y control que permita encontrar oportunidades para mejorar los procesos de producción.

La Corporación Eléctrica del Ecuador Empresa Pública (CELEC EP) y su Unidad de Negocio TERMOPICHINCHA no está excepta de este tipo de inconvenientes, al tener un proceso de producción continua, esta propensa a sufrir graves daños si uno de sus sistemas se daña, es decir que existe una estrecha relación entre las diferentes etapas que se necesitan para la trasformación de la energía química (hidrocarburos) en energía eléctrica, volviéndose un punto crítico que deben tener un control minucioso por parte del personal de operación y mantenimiento.

El personal de operación de las centrales térmicas, son las primeras personas que pueden detectar algún signo de mal funcionamiento en los equipos, por lo que es necesario que los operadores se comprometan a comunicar y reportar cualquier

anormalidad que se presente y pueda afectar el normal funcionamiento de los grupos electrógenos, ante lo cual se puede dictar capacitaciones que ayuden a mejorar el desempeño en estas situaciones y resolver problemas de manera eficaz.

Los supervisores encargados del personal de operación y mantenimiento de las centrales, debe conocer los diversos procesos que involucra la generación de energía eléctrica, brindando el apoyo necesario en la identificación y reporte de cualquier incidente relacionado con las máquinas. En el caso de detectar algún incidente se pueda comunicar inmediatamente tomar acciones que faciliten la localización y reparación de las averías sin recurrir a soluciones improvisadas que puedan incrementar el deterioro en los equipos.

El proceso de producción en las centrales térmicas es continuo, puesto que todo el proceso ocurre en el mismo lugar y sus distintas zonas guardan una relación estrecha entre sí, y al tener grupos electrógenos semi-automatizados requieren poco personal para su normal funcionamiento.

Es así que se realiza el estudio en el área de operación, ya que está involucrada directamente en el manejo de los motores, siendo estas máquinas indispensables para impulsar las bobinas de los generadores y producir energía eléctrica.

La inversión para la operación y mantenimiento de los grupos electrógenos es muy elevada, por lo que las jefaturas encargadas de las centrales térmicas, consideran que tener paradas innecesarias en los grupos electrógenos por fallas en sus motores es una pérdida de recursos, por lo que es necesario adoptar la estrategia que mejor funcione y contribuya a evitarlas.

Por lo manifestado anteriormente se ha centrado el tema de investigación en la Central Térmica (CT) Loreto perteneciente a CELEC EP TERMOPICHINCHA, ubicada en la provincia de Orellana, cantón Loreto, kilómetro 3 ½ (vial a la ciudad del Tena), tras el cementerio municipal, que presenta problemas en una de las áreas más críticas como es la de operación.

1.2.2 Árbol de problema

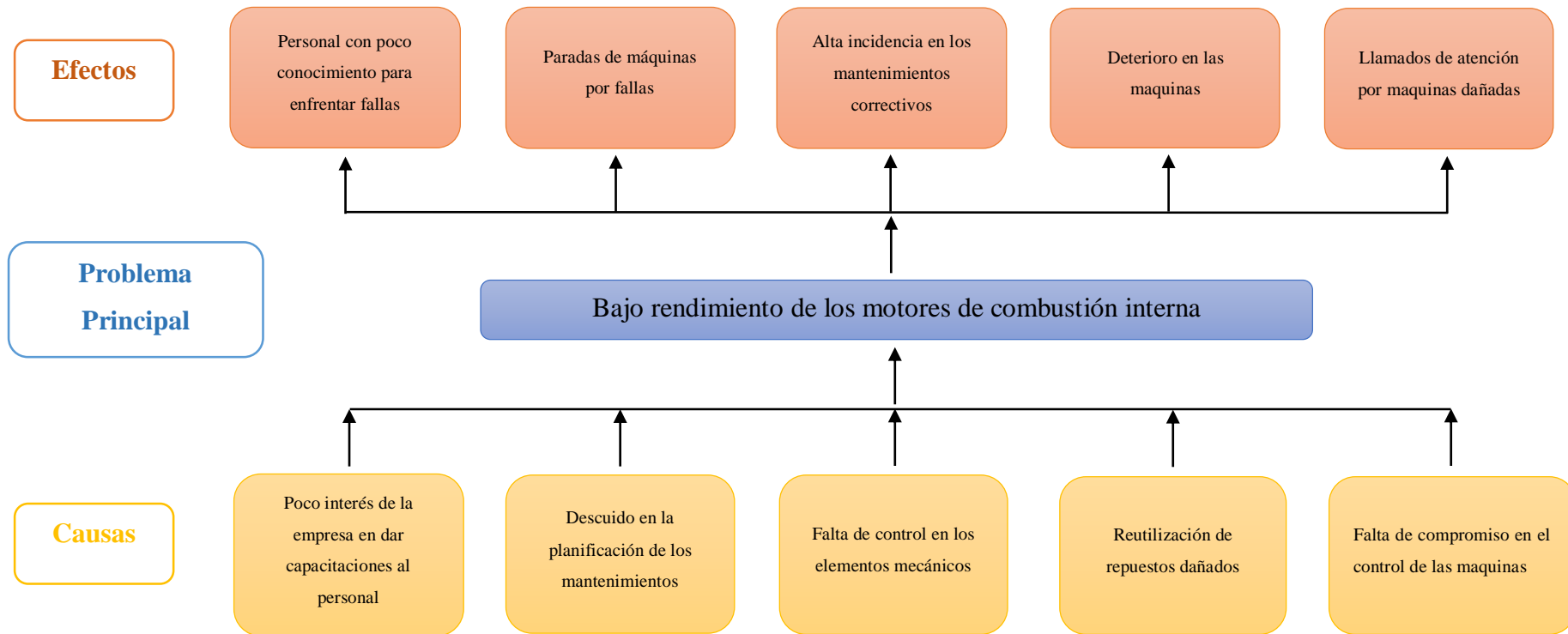


Figura 1 Árbol de problemas
Elaborado por: El investigador

1.2.3 Análisis crítico

El poco interés por parte de la empresa para brindar capacitaciones continuas al personal que labora en la central Loreto, ha contribuido al bajo rendimiento de los motores de combustión interna, ya que al no tener los conocimientos necesarios para solucionar problemas provocan demoras en el proceso de generación.

La gran preocupación que se ve en la jefatura encargada de la CT Loreto, es el tener paradas no programadas en los grupos electrógenos por fallas en los motores que impulsan los generadores, al no poder cumplir con la planificación que realiza el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), ocasionan fuertes llamadas de atención y multas por indisponibilidad de los grupos electrógenos, causando molestias a las poblaciones cercanas que depende del suministro eléctrico que se genera.

Estas paradas innecesarias en el proceso de generación de energía eléctrica, crean mantenimientos correctivos inesperados que deben ser atendidas inmediatamente, causando descoordinación entre el personal de operación y mantenimiento.

En la mayoría de ocasiones las fallas que reporta el personal de operación, no son tomadas con la debida importancia por el personal de mantenimiento, ya que tiene a su cargo todas las centrales de los sistemas menores en Orellana, y en ocasiones se encuentran realizando trabajos en otras centrales o no contar con los materiales necesarios para acudir, además no tienen un plan de mantenimiento que les permita planificar de mejor manera sus tareas, causando que el daño en las maquinas se incremente, forzando las maquinas a trabajar hasta su parada total.

Un aspecto importante que se debe considerar es la falta de repuestos en las bodegas cercanas, obligando al personal a reutilizar repuestos desechados para remediar momentáneamente los problemas, con esto no se garantiza el correcto funcionamiento de la maquinaria, ocasionando el incremento en el deterioro de las unidades y creando reducción en su rendimiento.

1.2.4 Prognosis

La falta de índices de valoración para pronosticar estadísticamente los posibles daños en la maquinaria, incide directamente en el desgaste de los componentes de los motores.

De persistir la falta de índices de valoración, que den seguimiento al comportamiento de las unidades de generación, con la que se pueda pronosticar estadísticamente el tiempo en que se dará los daños en la maquinaria y poder tomar decisiones tempranas para realizar mantenimientos programados, corre el riesgo de tener fallas en sus componentes más sensibles al desgaste, ocasionando la aparición de mantenimientos correctivos, que generan inconvenientes en el normal funcionamiento de la central térmica, reduciendo el nivel de confiabilidad de la misma.

Es así que, al no tomar las medidas de corrección necesarias, como la creación de un modelo de gestión de mantenimiento, se verá reflejada en la aparición de numerosos daños mecánicos, y la disminución gradual en el rendimiento de las unidades de generación.

Los daños pueden ser controlados y solucionados a tiempo, pero al no tener el conocimiento necesario se agravan, lo que obliga a los operadores a trabajar las máquinas a niveles inferiores a su capacidad normal, lo que influye en el deterioro gradual de las unidades de generación,

1.2.5 Formulación del problema

¿Qué modelos de gestión de mantenimiento se puede desarrollar en la central térmica Loreto para mitigar la aparición de los mantenimientos correctivos que provocan paros no programados en las máquinas y afectan al rendimiento de los motores de combustión sincrónicos de las unidades de generación que se encuentran en el área de operación?

1.2.6 Interrogantes (sub problemas)

- ¿Cuáles son las herramientas para el análisis de datos que actualmente son aplicados en la Central Térmica Loreto?
- ¿Qué métodos se pueden desarrollar en la Central Térmica Loreto para disminuir mantenimientos correctivos?
- ¿Qué tipo de herramientas se pueden utilizar para mejorar el rendimiento de motores de combustión interna sincrónicos que se encuentran en la central Loreto?

1.2.7 Delimitación del objeto a investigar

- **Área:** Ingeniería.
- **Líneas de Investigación:** Sistemas de control.
- **Programas de Investigación:** Seguridad y prevención de riesgos laborales.
- **Delimitación Espacial:** La investigación se realiza en la Central Térmica Loreto perteneciente a la unidad de negocio TERMOPICHINCHA correspondiente a CELEC EP.
- **Unidades de Observación:** La unidad de observación serán los jefes zonales.
- **Delimitación Temporal:** Desde octubre de 2017 a agosto 2018.

1.3 Justificación

La importancia que tiene los modelos de gestión de mantenimiento, radica en que representa un factor clave con el que se garantiza la competitividad de las empresas, ya que crea estrategias que ayudan al buen funcionamiento de las máquinas, aumentando la disponibilidad de los motores.

Los modelos de gestión de mantenimiento, tienen un impacto directo en el rendimiento de los equipos, ya que provee un mejor control de las máquinas que

están involucradas en el proceso de producción, además de evitar pérdidas económicas a causa de fallas inesperadas que afectan el normal funcionamiento de las máquinas.

La utilidad radica en la actualización de conocimientos que se adquiere al investigar nuevas estrategias de modelos de gestión de mantenimiento, ya que permite mejorar las áreas de trabajo del personal que son parte del normal funcionamiento de una central termoeléctrica, además de fortalecer la relación que existe entre los diferentes equipos de trabajo, mejorando la planificación y optimizando los recursos existentes

En la actualidad los modelos de gestión de mantenimientos son aplicados en algunas empresas demostrado ser factibles, ya que permite la mejorar los valores de disponibilidad y eficiencia de los diferentes equipos que son parte del proceso de producción, al igual que la disminución de los costos de mantenimiento que supone el aumento de la rentabilidad de la empresa.

Respecto a quien se beneficia de la gestión de mantenimiento, cabe indicar que no es solo la empresa en sí, sino también el personal que labora en las diferentes áreas que intervienen en el proceso de producción, en especial el personal del área de operación, ya que al tener una buena capacitación tendrán la capacidad detectar posibles anomalías de las máquinas y ayudar a los técnicos de mantenimiento a encontrar rápidamente las posibles fallas.

Estas acciones oportunas ayudaran a minimizar los tiempos de reparación de las máquinas, disminuyendo los tiempos de indisponibilidad de los equipos, además de fomentar en el personal la capacidad de manejar el mismo lenguaje técnico.

Los modelos de gestión fortalecen el trabajo en equipo, además de incentivar al personal a desarrollar las actividades y acciones bajo un criterio técnico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento para mejorar el rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Analizar y estudiar el modelo de gestión que actualmente se utilizan en el mantenimiento de los motores de combustión interna de la central termoeléctrica.
- Establecer un control estadístico para los mantenimientos de los motores de combustión interna, al igual que determinar su rendimiento actual.
- Encontrar métodos de modelos de gestión y justificar su implantación mediante análisis metódico para los motores de combustión interna.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigativos

La evolución de las técnicas de mantenimiento ha ido siempre a la par de las evoluciones tecnológicas, lo que ha permitido incrementar significativamente el aprendizaje acerca del comportamiento degenerativo interno de los equipos, así como los análisis probabilísticos de modos de fallas que hace unos años eran prácticamente desconocidos. Los continuos avances tecnológicos registrados en la última década han permitido el desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico del estado de los equipos, potenciando el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo y, a su vez, han permitido la evolución de las filosofías de gestión de mantenimiento (García, 2015).

Se requiere de un modelo de gestión para medir y controlar los registros y las actividades, que permita realizar un análisis de las variables principales que están involucradas en el mantenimiento y que puedan afectar significativamente con la disponibilidad operativa de generación y distribución eléctrica, confiabilidad y calidad de servicio; ya que actualmente no se cuenta con un sistema adecuado que pueda aportar información oportuna para agregar valor en la toma de decisiones estratégicas y así contribuir con un mejor desempeño en la productividad y calidad en la prestación del servicio (García, 2015).

Para ello se puede adoptar la metodología del TPM, el mismo que tiene como objetivo principal realizar el mantenimiento de las maquinas con la colaboración de los operadores de producción, adentro de un proceso de mejora continua y una gestión de calidad total. Considera que no existe nadie mejor que los operadores para conocer la funcionalidad del dispositivo que se le fue encargado. El técnico del área de mantenimiento puede conocer muy bien las especificaciones del equipo y haber estudiado sus partes constitutivas. Pero el operario labora y convive

constantemente con la maquinaria, y llega a conocerla muy intensamente (Amendola L. , Modelos mixtos en la gestión del mantenimiento, 2003).

El implementar este ideal de mantenimiento en una compañía, forma parte de la gestión de calidad total, dado que necesita la participación de todo el personal para esta filosofía participando activamente para mejorar la disponibilidad operacional y el rendimiento del sistema de una manera global (Amendola L. , Modelos mixtos en la gestión del mantenimiento, 2003).

El TPM involucra a todos los sectores de la empresa y tiene como objetivo mejorar la disponibilidad real de los equipos reduciendo las fuentes de pérdidas de productividad. Para su aplicación es requisito adaptar las tareas de mantenimiento, ya que un operario no puede realizar, por ejemplo, una intervención en los circuitos electrónicos, ni de instrumentación y control. Sin embargo, todo lo que constituye el mantenimiento de primer nivel o mantenimiento básico previsto por el constructor sin desmontajes, e incluso el de segundo nivel, tal como reparaciones sencillas y operaciones menores de preventivo con intercambio previsto de elementos estándar, en muchas ocasiones lo realizan mejor los operarios que el propio técnico de mantenimiento, dado que conocen sus máquinas y los síntomas. Esta es la filosofía de la TPM (Amendola L. , Modelos mixtos en la gestión del mantenimiento, 2003).

En este nuevo siglo, continua con la orientación de alcanzada en la década de los 90, conocida con el nombre de Mantenimiento Clase Mundial, filosofía que agrupa una serie de tendencias como el TPM, fundamentándose en darle la importancia e incidencia del mantenimiento dentro de las estrategias del negocio, elevando a un nuevo concepto que tome en cuenta el valor, el enfoque de calidad, el cambio cultural y la gerencia de incertidumbres (Cáceres, 2004).

Según la investigación y análisis que describe Villegas G. y Vélez A.; dan a conocer las grandes ventajas de incorporar el TPM como filosofía de trabajo y herramienta de gestión que contribuye a mejorar sus resultados; proceso vivido con la

consolidación del TPM en un grupo de empresas que poseían experiencias de implantación previas y que luego se fusionaron en lo que desde el año 2011 se conoce con el nombre de Grupo Nutresa S.A. luego de que el Grupo Nacional de Chocolates adquiriera internacionalmente en el año 2009 a Nutresa S.A. de C.V., en México. Actualmente el negocio alimentos del grupo posee plantas de producción y comercialización en más de 15 países (G. Villegas, 2014).

2.2 Fundamentación filosófica

La presente investigación se enmarca en el paradigma Crítico Propositivo, es crítico por que realiza un análisis riguroso del problema, y es propositivo porque busca plantear una solución factible al problema, ya que parte de la identificación del problema, para desarrollar acciones que permitan generar una planificación para la resolución de puntos críticos.

2.3 Fundamentación legal

Como fundamento legal se presenta lo planteado por el Ministerio de Industrias y Productividad, Ley orgánica de defensa del consumidor, Código de Trabajo del Ecuador, Reglamento general a la ley orgánica del servicio público y Reglamento interno de trabajo de la empresa pública estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador.

2.3.1 Ley orgánica de defensa del consumidor

Art. 2.- Definiciones. - para efectos de la presente ley, se entenderá por: servicios públicos domiciliarios. - se entienden por servicios públicos domiciliarios los prestados directamente en los domicilios de los consumidores, ya sea por proveedores públicos o privados tales como servicio de energía eléctrica, telefonía convencional, agua potable, u otros similares (del Consumidor, L. O. D. D., 2011).

Art. 17.- Obligaciones del proveedor. - es obligación de todo proveedor, entregar al consumidor información veraz, suficiente, clara, completa y oportuna de los bienes o servicios, de tal modo que éste pueda realizar una elección adecuada y razonable (del Consumidor, L. O. D. D., 2011).

Art. 18.- Entrega del bien o prestación del servicio. - todo proveedor está en la obligación de entregar o prestar, oportuna y eficientemente el bien o servicio, de conformidad a las condiciones establecidas de mutuo acuerdo con el consumidor. ninguna variación en cuanto a precio, tarifa, costo de reposición u otras ajenas a lo expresamente acordado entre las partes, será motivo de diferimiento (del Consumidor, L. O. D. D., 2011).

Art. 32.- Obligaciones. - las empresas encargadas de la provisión de servicios públicos domiciliarios, sea directamente o en virtud de contratos de concesión, están obligadas a prestar servicios eficientes, de calidad, oportunos, continuos, permanentes y a precios justos (del Consumidor, L. O. D. D., 2011).

2.3.2 Código del trabajo

Art. 38.- Riesgos provenientes del trabajo. - Los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando, a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (H. Congreso Nacional, 2012).

Jurisprudencia:

Art. 45.- Obligaciones del trabajador.- Son obligaciones del trabajador: a) Ejecutar el trabajo en los términos del contrato, con la intensidad, cuidado y esmero apropiados, en la forma, tiempo y lugar convenidos; b) Restituir al empleador los materiales no usados y conservar en buen estado los instrumentos y útiles de trabajo, no siendo responsable por el deterioro que origine el uso normal de esos objetos, ni del ocasionado por caso fortuito o fuerza mayor, ni del proveniente de mala calidad

o defectuosa construcción; c) Trabajar, en casos de peligro o siniestro inminentes, por un tiempo mayor que el señalado para la jornada máxima y aún en los días de descanso, cuando peligren los intereses de sus compañeros o del empleador. En estos casos tendrá derecho al aumento de remuneración de acuerdo con la ley; d) Observar buena conducta durante el trabajo; e) Cumplir las disposiciones del reglamento interno expedido en forma legal; f) Dar aviso al empleador cuando por causa justa faltare al trabajo; g) Comunicar al empleador o a su representante los peligros de daños materiales que amenacen la vida o los intereses de empleadores o trabajadores; h) Guardar escrupulosamente los secretos técnicos, comerciales o de fabricación de los productos a cuya elaboración concurra, directa o indirectamente, o de los que él tenga conocimiento por razón del trabajo que ejecuta; i) Sujetarse a las medidas preventivas e higiénicas que impongan las autoridades; y, j) Las demás establecidas en este Código (H. Congreso Nacional, 2012).

Art. 46.- Prohibiciones al trabajador.- Es prohibido al trabajador: a) Poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros de trabajo o la de otras personas, así como de la de los establecimientos, talleres y lugares de trabajo; b) Tomar de la fábrica, taller, empresa o establecimiento, sin permiso del empleador, útiles de trabajo, materia prima o artículos elaborados; c) Presentarse al trabajo en estado de embriaguez o bajo la acción de estupefacientes; d) Portar armas durante las horas de trabajo, a no ser con permiso de la autoridad respectiva; e) Hacer colectas en el lugar de trabajo durante las horas de labor, salvo permiso del empleador; f) Usar los útiles y herramientas suministrados por el empleador en objetos distintos del trabajo a que están destinados; g) Hacer competencia al empleador en la elaboración o fabricación de los artículos de la empresa; h) Suspender el trabajo, salvo el caso de huelga; e, i) Abandonar el trabajo sin causa legal (H. Congreso Nacional, 2012).

Art. 347.- Riesgos del trabajo. - Riesgos del trabajo son las eventualidades dañosas a que está sujeto el trabajador, con ocasión o por consecuencia de su actividad. Para los efectos de la responsabilidad del empleador se consideran riesgos del trabajo las enfermedades profesionales y los accidentes (H. Congreso Nacional, 2012).

Art. 348.- Accidente de trabajo. - Accidente de trabajo es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena.

Art. 541.- Plan de labores.- Las Direcciones Regionales del Trabajo formularán anualmente su plan de labores; estudiarán las iniciativas y sugerencias que recibieren tanto de empleadores como de trabajadores, en cuanto se refieran al trabajo y sus derivaciones económicas y sociales; investigarán las condiciones peculiares de las diversas regiones y localidades del país, las alternativas en la capacidad adquisitiva de la moneda, las fluctuaciones de los precios en los mercados, procurando esclarecer el problema de la vida obrera en sus distintas manifestaciones, a fin de estar en capacidad para suministrar los datos e indicaciones del caso a las comisiones sectoriales u otras similares y a las otras entidades o personas que les soliciten (H. Congreso Nacional, 2012).

Art. 545.- Atribuciones de los inspectores del trabajo.- Son atribuciones de los inspectores del trabajo: 1. Cuidar de que en todos los centros de trabajo se observen las disposiciones que, sobre seguridad e higiene de los talleres y más locales de trabajo, establecen el Capítulo "De la Prevención de los Riesgos" y los reglamentos respectivos; 2. Cuidar de que en las relaciones provenientes del trabajo se respeten los derechos y se cumplan las obligaciones que la ley impone a empleadores y trabajadores; 3. Efectuar las visitas a las que se refiere el numeral 5 del artículo 542 de este Código; 4. Cerciorarse, por los medios conducentes, tales como la revisión de documentos y registro de las empresas, la interrogación al personal de los establecimientos sin presencia de testigos, etc., del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias referentes al trabajo, y hacer constar sus observaciones en los informes que eleven a sus respectivos superiores jerárquicos; 5. Conceder o negar el visto bueno en las solicitudes de despido de los trabajadores o de separación de éstos, y notificar los desahucios, de acuerdo con las prescripciones pertinentes de este Código; 6. Intervenir en las comisiones de control; 7. Imponer multas de acuerdo con las normas de este Código; y, 8. Las

demás conferidas por la ley y los convenios internacionales ratificados por el Estado (H. Congreso Nacional, 2012).

Art. 554.- De sus funciones.- Los Departamentos de Seguridad e Higiene del Trabajo, tendrán las siguientes funciones: 1. La vigilancia de las fábricas, talleres y más locales de trabajo, para exigir el cumplimiento de las prescripciones sobre prevención de riesgos y medidas de seguridad e higiene; 2. La intervención de los médicos jefes de los departamentos en las comisiones centrales de calificación y en las demás para las que fueren designados; 3. La formulación de instrucciones a los inspectores en materias concernientes a las actividades de los departamentos, instrucciones que deberán ser conocidas y aprobadas por las Direcciones Regionales; y, 4. Las demás que se determinen en el respectivo reglamento (H. Congreso Nacional, 2012).

2.3.3 Reglamento general a la ley orgánica del servicio publico

Art. 78.- Responsabilidad administrativa disciplinaria.- En el ejercicio de la potestad administrativa disciplinaria y sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles, o indicios de responsabilidad penal en las que pudiere incurrir la o el servidor público que incumpliere sus obligaciones o contraviniere las disposiciones previstas en la LOSEP, este Reglamento General, normas conexas y los reglamentos internos de cada institución que regulan sus actuaciones, la o el servidor será sancionado disciplinariamente conforme a las disposiciones establecidas en el Capítulo 4 del Título III de la LOSEP y en el presente Reglamento General. Las sanciones se impondrán de conformidad con la gravedad de la falta (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 80.- Sanciones Disciplinarias. - Todas las sanciones disciplinarias determinadas en el artículo 43 de la LOSEP, serán impuestas por la autoridad nominadora o su delegado, y ejecutadas por la UATH, previo el cumplimiento del procedimiento establecido en este Reglamento General. Todas sanciones administrativas que se impongan a las o los servidores serán incorporadas a su

expediente personal y se registrarán en el sistema informático integrado del talento humano y remuneraciones, administrado por el Ministerio de Relaciones Laborales (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 139.- Subsistema de planificación del talento humano.- El subsistema de planificación de talento humano permite determinar el número de puestos de cada grupo ocupacional que requieren los procesos de las instituciones del sector público, en función de la situación histórica, actual y futura; del crecimiento de la masa salarial compatible con el crecimiento económico y la sostenibilidad fiscal; de normas y estándares técnicos que expida el Ministerio de Relaciones Laborales; y, de la planificación y estructura institucional y posicional (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 195.- De la formación y capacitación.- El subsistema de capacitación y formación para el sector público constituye el conjunto de políticas y procedimientos establecidos para regular los estudios de carrera del servicio público para alcanzar capacitación, destrezas y habilidades, que podrían realizar las y los servidores públicos acorde con los perfiles ocupacionales y requisitos que se establezcan en los puestos de una organización, y que aseguran la consecución del portafolio de productos y servicios institucionales, su planificación y los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 196.- De los objetivos de la capacitación y formación.- Los objetivos de la capacitación y formación serán los siguientes: a) Contar con servidoras y servidores con formación y capacitación técnica, profesional o con especializaciones de cuarto nivel vinculadas con las necesidades y objetivos institucionales y nacionales; b) Propender a la generación de conocimientos científicos a través de la investigación aplicada a campos de interés nacional; y, c) Generar el desarrollo de capacidades, destrezas y habilidades en los servidores públicos (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 201.- De la capacitación.- La capacitación y el desarrollo profesional constituye un proceso programado, técnico, continuo, de inversión institucional, orientado a adquirir o actualizar conocimientos, desarrollar competencias y habilidades de las y los servidores, con la finalidad de impulsar la eficiencia y eficacia de los procesos, y motivar el respeto de los derechos humanos, la práctica de principios de justicia, calidad, calidez, equidad y solidaridad, basado en el Plan Nacional de Capacitación y Desarrollo Profesional, elaborado por el Ministerio de Relaciones Laborales y el Instituto de Altos Estudios Nacionales (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 228.- De la prestación de los servicios. - Las instituciones asegurarán a las y los servidores públicos el derecho a prestar sus servicios en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud ocupacional, comprendida ésta como la protección y el mejoramiento de la salud física, mental, social y espiritual, para lo cual el Estado a través de las máximas autoridades de las instituciones estatales, desarrollando programas integrales. Para este fin las instituciones contemplarán en sus respectivos presupuestos los recursos materiales y financieros necesarios. Por su parte las y los servidores públicos deben cumplir con las acciones de prevención y protección previstas y los programas que se establezcan (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 229.- Del plan de salud ocupacional.- Las instituciones que se encuentran comprendidas en el ámbito de la LOSEP deberán implementar un plan de salud ocupacional integral que tendrá carácter esencialmente preventivo y de conformación multidisciplinaria; este servicio estará integrado por los siguientes elementos: a) Medicina preventiva y del trabajo b) Higiene ocupacional c) Seguridad ocupacional d) Bienestar social Las instituciones contempladas en el artículo 3 de la LOSEP, que cuenten con más de 50 servidores públicos u obreras u obreros, y en virtud de la disponibilidad presupuestaria, podrán implementar dispensarios médicos para brindar servicio de salud ocupacional a las y los servidores y obreras u obreros (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 231.- Higiene ocupacional. - El plan de salud ocupacional comprenderá un programa de higiene ocupacional tendiente a identificar, reconocer, evaluar y controlar los factores ambientales que se originen en los lugares de trabajo y que puedan afectar la salud de las y los servidores y obreras u obreros (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 232.- Seguridad ocupacional y prevención de riesgos laborales.- Las instituciones que se encuentran en el ámbito de la LOSEP, deberán elaborar y ejecutar en forma obligatoria el Plan Integral de Seguridad Ocupacional y Prevención de Riesgos, que comprenderá las causas y control de riesgos en el trabajo, el desarrollo de programas de inducción y entrenamiento para prevención de accidentes, elaboración y estadísticas de accidentes de trabajo, análisis de causas de accidentes de trabajo e inspección y comprobación de buen funcionamiento de equipos, que será registrado en el Ministerio de Relaciones Laborales (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 233.- Accidente de trabajo.- Es aquel que se produjere bajo una de las siguientes circunstancias: a) En el lugar de trabajo, o fuera de él con ocasión o como consecuencia del mismo, incluyendo el que se produjere durante la movilización desde o hasta el domicilio de la servidora o servidor público y/o desde o hasta el lugar de labores; b) El que ocurriere con motivo del cumplimiento de actividades institucionales, dentro o fuera del lugar de trabajo o como consecuencia de actividades encomendadas por autoridad competente; c) El que ocurriere por la acción de terceras personas o por acción de otra servidora o servidor durante la ejecución de las actividades y que tuviere relación con la prestación de servicios; y, d) El que sobreviniere durante las interrupciones de las labores legalmente establecidas, si la o el servidor se hallare a orden y disposición de un superior (Ministerio de finanzas del Ecuador).

Art. 280.- Del Sistema de Control y Certificación de Calidad de Servicio.- El sistema de control y certificación de calidad de servicio es el conjunto de políticas, normas, procedimientos e instrumentos de carácter técnico y operativo que

garantizan la efectividad y productividad en la prestación de productos y servicios por parte de las instituciones establecidas en el artículo 3 de la LOSEP, a sus usuarios externos, de acuerdo con estándares de calidad establecidos en la normativa técnica que emita para el efecto el Ministerio de Relaciones Laborales (Ministerio de finanzas del Ecuador).

2.3.4 Reglamento interno de trabajo de la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador

Art 12.- Inducción del servidor: una vez suscrito el contrato de trabajo, o emitido el nombramiento o matriz de riesgo de personal correspondiente, inicia la relación laboral, en la que el servidor obligatoriamente deberá cumplir con el proceso de inducción que corresponda de acuerdo a las labores que para las que haya sido contratado, el proceso de inducción será determinado por la unidad de talento humano correspondiente, y tiene como finalidad proporcionar información de la Corporación al servidor relacionado con la CELEC EP, sus políticas corporativas y las actividades que desarrolla (Corporacion Electrica del Ecuador, 2013).

Art 44. – De las obligaciones de los servidores: además de las obligaciones de los servidores previstas en el código de trabajo, en las demás normas legales y reglamentarias aplicables y las que constan en otras disposiciones del presente Reglamento, los servidores deben cumplir las siguientes (Corporacion Electrica del Ecuador, 2013):

- a) Conocer, cumplir y hacer cumplir las disposiciones, reglamentos, manuales e instructivos expedidos y demás normas que sean propias del área de trabajo a la que pertenezca el servidor.
- b) Guarda consideración y respeto a todos los servidores de la CELEC EP.
- c) Controlar y evaluar el desempeño de sus subalternos con imparcialidad.
- d) Guardar consideración y respeto a las personas que residan en los lugares en los que la corporación tenga operaciones o establecimientos.
- e) Recibir, aceptar y acatar órdenes.

- f) Cumplir rigurosamente las medidas de seguridad industrial y los procedimientos de salud ocupacional determinadas por la corporación.
- g) Identificarse como trabajador de ña CELEC EP para realizar trabajos.
- h) Desempeñar con responsabilidad, honradez, eficiencia, puntualidad, honestidad, lealtad las actividades que corresponda.
- i) Guarda estricta reserva y confidencialidad sobre la información de la corporación.
- j) Informar de forma inmediata a su jefe inmediato, sobre cualquier hecho, evento o condición que pueda ocasionar accidentes de trabajo o riesgos para el personal.
- k) Mantener en buenas condicione los equipos.
- l) Cumplir estrictamente las jornadas de trabajo.
- m) Actualizar su información personal dentro de los plazos.
- n) Informar primero a los jefes inmediatos sobre cualquier evento que se produzca en el lugar de trabajo.
- o) Colaborar en la difusión de información y conocimientos de sus actividades y manejo de las operaciones que realice como servidor de la CELEC EP.
- p) Asistir y participar activamente en las actividades de capacitación.
- q) Concurrir a sus labores con el uniforme o ropa de trabajo y los equipos de protección personal que hayan sido provistos.
- r) Colaborar con el mantenimiento y limpieza de las instalaciones de la CELEC EP.
- s) Orientar al nuevo personal que sea contratado.
- t) Proveer información verdadera cuando se solicite.
- u) Someterse a los exámenes médicos y evaluaciones.
- v) Prestar toda colaboración posible en caso de siniestro o riesgo.
- w) Cuidar que no se desperdicie los materiales de trabajo.
- x) Suministra los reportes que sean solicitados.
- y) Solicitar los permisos de ausencia o retraso de trabajo con la suficiente anticipación.
- z) Entregar a CELEC EP al momento de concluir la relación laboral, los documentos, bienes, valores, papeles, libros y más objetos a su cargo.

- aa) Permitir que el personal de seguridad o el que llegue a ser designado por la empresa, revise al ingreso o salida, los paquetes, maletines y cualquier objeto que porte el servidor.
- bb) Mantener vigente los documentos necesarios.
- cc) Laborar para la CELEC EP en los horarios establecidos por la corporación.
- dd) Observar las disposiciones que emita la empresa con el objeto de precautela el buen uso.
- ee) Rechazar cualquier tentativa de soborno.
- ff) No realizar por cuenta propia o para terceros, trabajos que signifiquen competencia para la empresa.
- gg) Abstenerse de entregar a cualquier persona copias u originales de documentos o información digital en los que conste información clasificada de la empresa.
- hh) Trabajar en jornadas extraordinarias en caso de peligro, siniestro inminente o por razones de fuerza mayor que afecten al normal desenvolvimiento de las actividades empresariales.
- ii) Velar por el orden, limpieza y buena imagen del puesto de trabajo, instalaciones y servicios que proporcione la empresa.
- jj) Dar cumplimiento a los reglamentos y demás normativas internas que emita la gerencia general, que regule los procedimientos internos de la corporación (Corporacion Electrica del Ecuador, 2013).

2.4 Categorías fundamentales

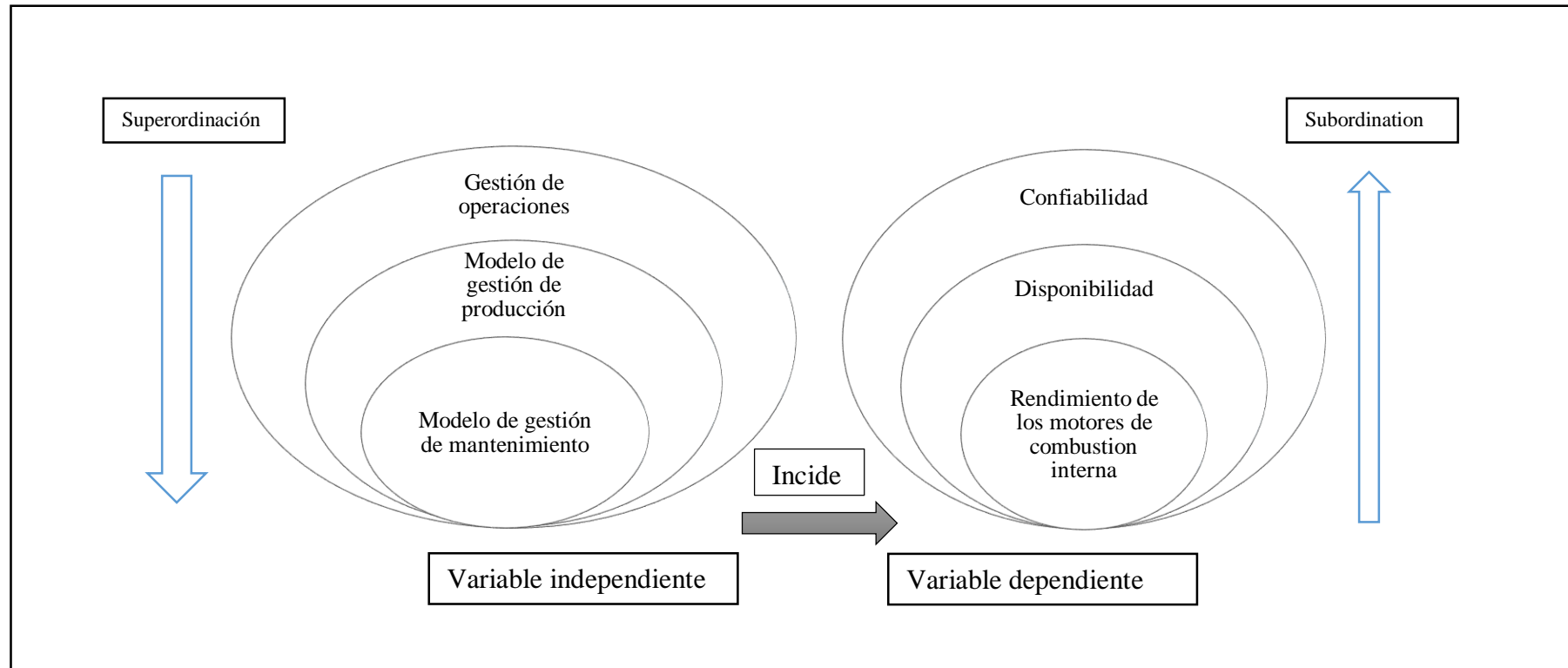


Figura 2 Inclusiones conceptuales

Elaborado por: El investigador

2.4.1 Constelación de ideas, variable independiente.

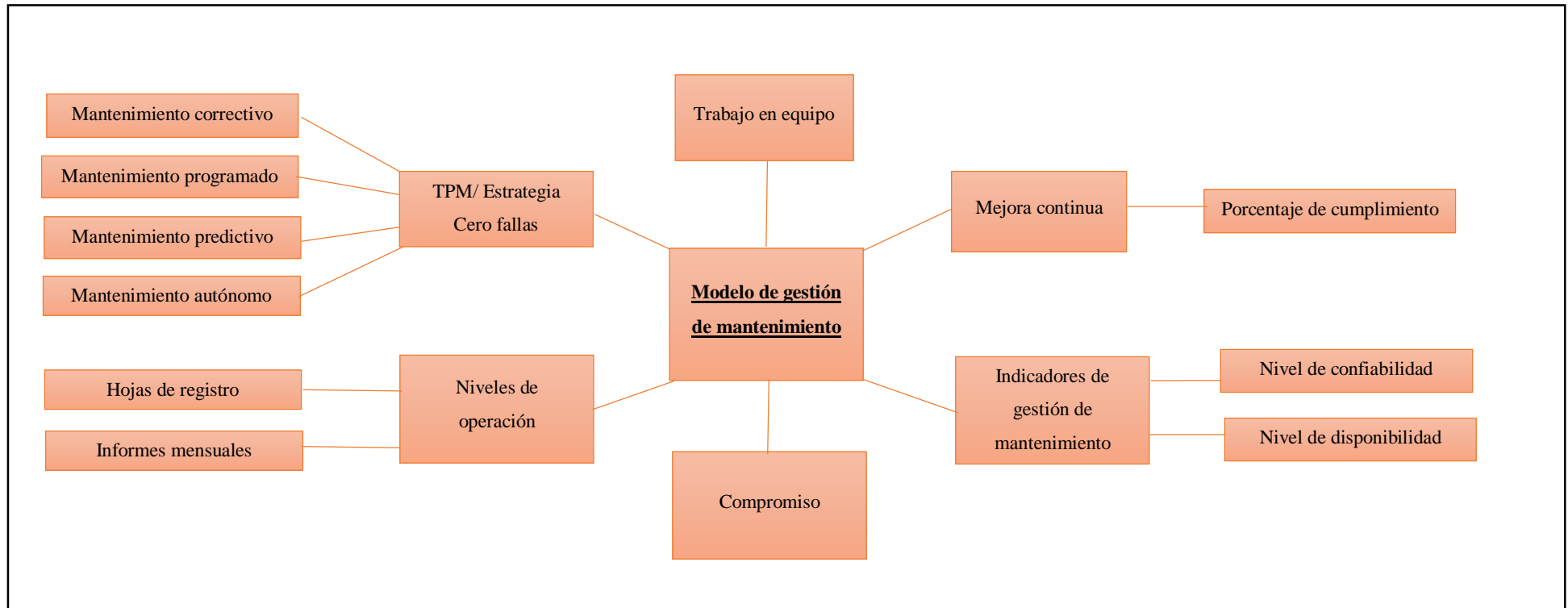


Figura 3 Constelación de ideas de variable independiente

Elaborado por: El investigador

2.4.2 Constelación de ideas de la variable dependiente.

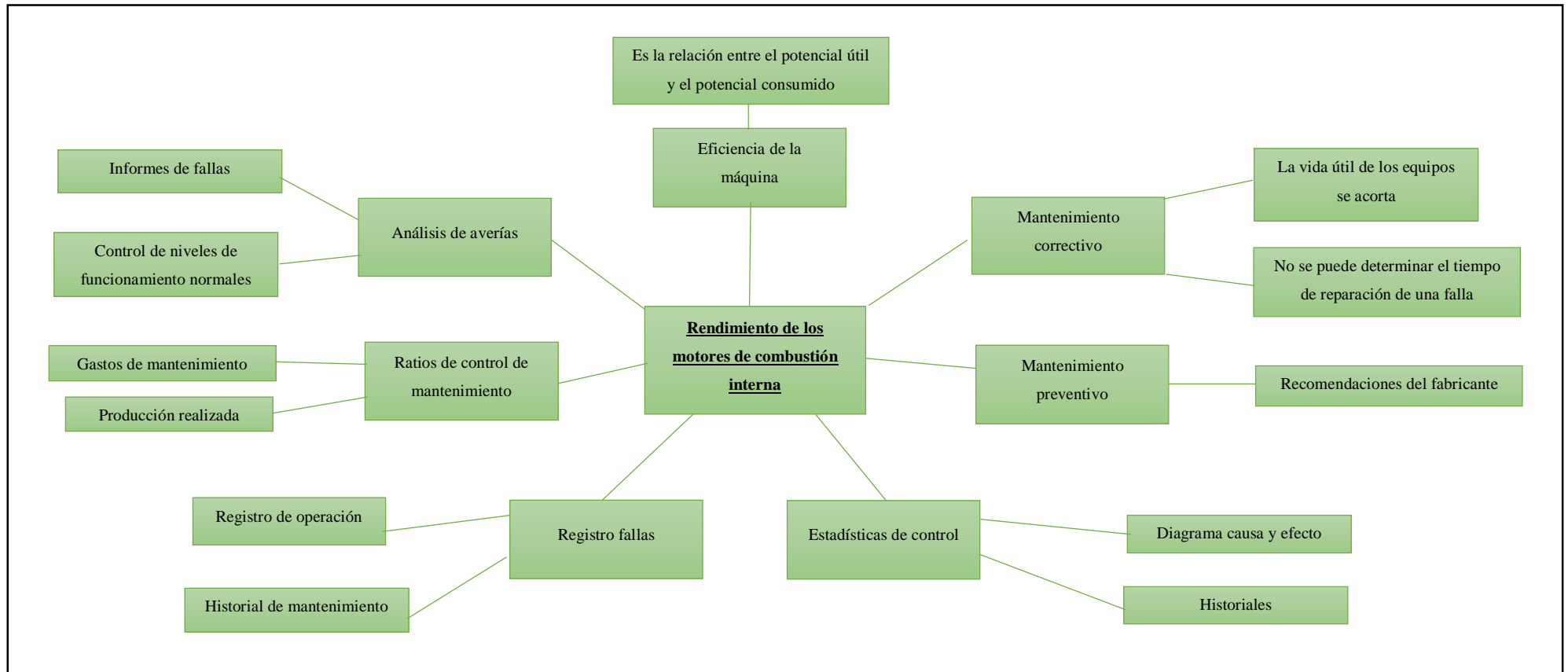


Figura 4 Constelación de ideas de la variable dependiente

Elaborado por: El investigador

2.5 Categorías de la variable independiente

2.5.1 Gestión de operaciones

La Gestión de Operaciones (Operations Management) es la creación, desarrollo y organización de la función de producción con el objetivo de alcanzar ventajas competitivas. La función de producción está definida por la creación, producción, distribución, mantenimiento, etc., de los bienes y servicios generados por una empresa determinada (Tutoriales, 2015).

La gestión de operaciones puede verse como aquel conjunto de técnicas, herramientas, filosofía, tecnología y mejores prácticas que orquestadas adecuadamente permiten a un Director de Operaciones proporcionar una adecuada gestión de todas las actividades necesarias para crear un producto o servicio al cliente final (DIEGOACOSTA, 2011).

Los objetivos de la Gestión de Operaciones son producir un bien y/o prestar un servicio específico al mínimo tiempo y costo posible. Si bien dichos objetivos son plausibles, es necesario establecer criterios y parámetros para efectos de evaluación y control. Dicha evaluación se hace a través de sistemas de gestión integrados y el monitoreo de indicadores de gestión o KPI (Key Performance Indicator o Indicador clave de rendimiento) (Tutoriales, 2015).

2.5.2 Modelo de gestión de la producción

Un modelo de gestión de la producción es una representación conceptual del funcionamiento del sistema productivo que nos ayuda a controlarlo y a dirigirlo. En las empresas hay varios modelos de gestión de la producción, y no se puede decir que uno sea mejor que otro: cada uno se adapta mejor a un cierto tipo de problemas y a sistemas productivos con determinadas características, de modo que no se puede hablar de una solución universal en lo que se refiere a gestión de producción.

De hecho, la aplicación de cada modelo en concreto difiere de una empresa a otra ya que, si bien cada modelo tiene unos conceptos generales que son comunes a la

mayoría de aplicaciones que los sustentan, las características concretas de cada sector industrial y de cada sistema productivo en concreto requieren una particularización del modelo para adaptarlo a las necesidades concretas del sistema. Además, en la práctica generalmente no se aplican en estado puro, sino que las implantaciones, aun estando basadas en uno de los modelos, suelen tener características de los otros, cosa que les ayuda a adaptarse a los problemas concretos (MIRA, 2007).

Algunos ejemplos de modelos usuales en la industria son los siguientes:

- MRP: la planificación de las necesidades de materiales (MRP: materials requirement planning).
- MRPII: la planificación de los recursos de fabricación (MRP II: manufacturing resource planning).
- JIT: Just-in-Time.
- TOC: Teoría de las limitaciones (TOC: theory of constraints).
- PERT: el método PERT es quizá el más conocido de una familia de métodos como los CPM, ROY, GERT, VERT, MCX; etc., que están basados en la aplicación de la teoría de grafos para la planificación, la programación y el control de proyectos (MIRA, 2007).

2.5.3 Modelo de gestión de mantenimiento

Con el constante avance de la tecnología, han surgido innumerables modelos de gestión del mantenimiento, todos ellos orientados a eliminar o minimizar las consecuencias de las fallas y por ende mejorar la productividad y la competitividad. Consisten en aplicar en el área de mantenimiento la excelencia gerencial y empresarial como práctica gerencial sistémica e integral que busque el mejoramiento constante de los resultados, utilizando todos los recursos disponibles al menor costo (Esparza, 2015).

Dentro de las filosofías de gestión del mantenimiento se pueden citar;

Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas para corregir fallas en los equipos ya sean reparaciones menores y mayores. Ajustes y anomalías, informando al departamento de mantenimiento para su intervención y así poder corregir las debilidades de los equipos para su pronta funcionalidad para la cual fue diseñado (Hoyos, 2016).

Desventajas

1. La producción se vuelve impredecible y poco fiable.
2. Evita asumir riesgos económicos que en ocasiones suelen ser importantes
3. La vida útil de los equipos se acorta.
4. Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla desconociendo su origen
5. Se ignora las recomendaciones del fabricante en los mantenimientos del equipo.
6. No se puede determinar el tiempo de reparación de una falla (Hoyos, 2016).

Tecnología

Es donde se programan todas las actividades de mantenimiento imprevistas mediante ordenes de trabajo de mantenimiento correctivo. Cada orden lleva un consecutivo, así como la información necesaria para realizar el correctivo incluyendo los repuestos a utilizar, personal adicional a la orden, servicios a contratar y herramientas a utilizar (Hoyos, 2016).

Mantenimiento preventivo

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su control inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencias en la determinación de las causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como definir puntos débiles de instalaciones, maquinas (Hoyos, 2016).

Ventajas

1. Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
2. Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de Equipos /Maquinas.
3. Mayor duración de los equipos e instalaciones.

4. Disminución de existencias en el almacén, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
5. Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
6. Menor costo en las reparaciones (Hoyos, 2016).

Tecnología

El programa de mantenimiento preventivo requiere asignarle un software a cada equipo y sus partes. Determinando su frecuencia, tiempo de duración de la actividad, fecha del ultimo mantenimiento y sus planes de acción. Donde se programan y reprograman las actividades, repuestos a utilizar o cambiar. Garantizando el buen estado del equipo (Hoyos, 2016).

Mantenimiento predictivo

Es la serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de maquinaria en las etapas iniciales para evitar que las fallas se manifiesten en una falla más grande durante la operación. Optimizando la confiabilidad del equipo (Hoyos, 2016).

Tecnología

1. Son muchas y muy variadas las tecnologías que se pueden aplicar al campo del mantenimiento bajo condición, podemos enumerar algunas:
2. Análisis de vibraciones
3. Análisis de aceites
4. Termografía infrarroja
5. Análisis espectral de intensidades de corrientes
6. Análisis de flujo de dispersión
7. Detección ultrasónica de defectos
8. Descargas parciales
9. Ensayos de aislamiento de motores
10. Ensayos no destructivos
11. Cada una de ellas tiene un campo de aplicación más o menos concreto, existiendo complementariedad, prácticamente entre todas (Hoyos, 2016).

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)

Es el proceso de gestión que centra sus esfuerzos en la confiabilidad operacional que integra equipos, procesos y gente, dirigido a determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico para asegurar que continúe desempeñando la función en su contexto operacional actual (Esparza, 2015).

Mantenimiento basado en costos

Consiste en la aplicación del mantenimiento orientado a incrementar el retorno sobre los activos fijos y, por ende, aumentar la rentabilidad del negocio. Se aplican todas las herramientas propias de la gestión de mantenimiento y sistemas de gestión de costos basadas en actividades, para identificar las acciones con sus costos asociados y sus impulsores para administrarlas según el valor agregado y el rendimiento del esfuerzo aplicado (Esparza, 2015).

Mantenimiento basado en el riesgo

Este modelo identifica mediante un árbol de fallos, posibles accidentes, circunstancias y eventos que conducen a un riesgo; y mediante un árbol de eventos se muestran las consecuencias y las áreas de daño a las que conducen los posibles eventos (Esparza, 2015).

Mantenimiento productivo total (TPM)

El TPM se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de la eficiencia de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes y cero paradas (Esparza, 2015).

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa. A través de las actividades del día a día realizadas por los operarios. “El buen funcionamiento de las máquinas e instalaciones depende y es responsabilidad de todos” (Hoyos, 2016).

Objetivos

1. Cero averías en los equipos.
2. Cero defectos en la producción.
3. Cero accidentes laborales.
4. Mejorar la producción.
5. Minimizar los costos

Ventajas

1. Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
2. El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua (Hoyos, 2016).

Metodología

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la <eficacia global>.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección (Hoyos, 2016).

Mantenimiento de clase mundial (MCM)

La clase mundial consiste en una serie de prácticas, criterios y resultados consistentes, inmersos en modelos bien dimensionados y desarrollados. Esta filosofía es el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento que reúnen los elementos de distintos enfoques y metodologías organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico que genere ahorros sustanciales a las empresas y la mejora de la productividad (Esparza, 2015).

2.6 Categorías de la variable dependiente

2.6.1 Rendimiento de los motores de combustión interna

El rendimiento de los motores es siempre importante a la hora de conseguir unos consumos óptimos y potencia eficaz. En un motor de combustión interna se pierde aproximadamente un 35% de rendimiento debido a los rozamientos de sus piezas y elementos que lo constituyen, por lo que se podría deducir que, si a cada motor le sumáramos ese 35% más de rendimiento, tendríamos un ahorro energético muy importante. De todas formas, siempre se ha intentado reducir esa pérdida de rendimiento en piezas, constitución de los elementos, en resumen, mejorar todo el conjunto (desguacesvehiculos, 2011).

El motor diésel es distinto al de gasolina, partimos de que los motores diésel alcanzan unas compresiones de entre 16 a 24 bar. Lo que hace es comprimir solamente aire hasta aproximadamente 700° C. Acto seguido inyectamos una cantidad exacta de combustible que se inflama debido a las altas temperaturas. En el caso de los motores diésel, su rendimiento es muy bueno ya que consume menos combustible y genera más par motor. Las mejoras en estos motores vienen en sus sistemas de inyección que han ido aumentando la presión de inyección y la gestión electrónica del motor, mejorando así su rendimiento, consumo y potencia (desguacesvehiculos, 2011).

2.6.2 Disponibilidad

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente (Grajales, 2006).

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida (Grajales, 2006). La tabla 1 muestra que algunos equipos necesitan tener alta confiabilidad, mientras que otros necesitan tener alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

Tabla 1 Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores

	Requisitos	Ejemplos
1	Alta confiabilidad Poca disponibilidad	Generación de electricidad Tratamiento de agua
2	Alta disponibilidad	Refinerías de petróleo
3	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
4	Disponibilidad basada en buena practica	Procesamiento por etapas
5	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataformas petroleras

Elaborado por: El investigador

Fuente: (Grajales, 2006)

Matemáticamente la disponibilidad $D(t)$, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR (Grajales, 2006). El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de:

- La facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento
- La capacitación profesional de quien hace la intervención
- De las características de la organización y la planificación del mantenimiento (Grajales, 2006).

El mantenimiento como focalizador de la disponibilidad

El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad, es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo

de reparación, ellas están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial (Grajales, 2006).

Las reparaciones en el mantenimiento, en este tipo de industria, son vistas de forma diferente. Las reparaciones no son esperadas, son vistas como casos excepcionales y resultantes de alguna deficiencia en la política de mantenimiento o descuido de la gerencia de mantenimiento. Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario. La organización es dimensionada para gerencia un sistema de monitoreo basado en la condición y fija una alta prioridad para eliminar fallas (Grajales, 2006).

2.6.3 Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas (Grajales, 2006).

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la expresión:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Dónde: R(t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado e: constante Neperiana (e=2.303.)

λ : Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación)

t: tiempo La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado (Grajales, 2006).

El costo de la confiabilidad en el mantenimiento.

Para que se tenga confiabilidad en equipos y sistemas, no se debe olvidar que esto requiere necesariamente inversión de capital.

La confiabilidad por tanto será obtenida, por ejemplo, a través de más material, o sea, mayor espesor o dimensión, mejores materiales o manteniendo equipos de reserva para que actúen como substitutos, en el caso de que falle el equipo principal, si se quiere aumentar la probabilidad de funcionamiento de un componente, es necesario dimensionarlo de forma que la carga aplicada sea menor que la resistencia del material empleado. La diferencia que separa el valor de carga del valor de resistencia, es conocida como factor de seguridad del diseño, que en la práctica se puede decir, que es el coeficiente de ignorancia que los proyectos tiene de las variaciones, tanto de carga como de las resistencias de los materiales empleados (Grajales, 2006).

Es claro que, para aplicaciones de bajo costo, aún hoy en día es más práctico utilizar los conocidos coeficientes de seguridad. Por otro lado, para el diseño de equipos sofisticados y caros, como centrales nucleares, aviones a propulsión y plataformas petroleras entre muchos otros, el uso de coeficientes de seguridad, tornarían estas aplicaciones extremadamente caras. Es así como la confiabilidad permitió el desarrollo de estos sistemas complejos con economía de materiales y procesos (Grajales, 2006).

Una posibilidad que se presenta en la relación carga y resistencia, es que estas pueden interferir; esto quiere decir que, en algún punto, existe una carga que sea superior a la resistencia. En estas condiciones la falla será inminente. El área de esta interferencia será proporcional al número de fallas en un equipo o sistema. Por tanto, mientras mayor es la interferencia, mayor es la tasa de falla. Esto muestra que la tasa de falla es definida durante la fase de concepción, es decir, cuando el diseñador evalúa las cargas aplicadas, así como la cantidad y tipo de material a ser utilizado (Grajales, 2006).

2.7 Hipótesis

Hi. ¿El Modelo de gestión planteado afecta al rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación en la Central Térmica Loreto?

Ho. ¿El Modelo de gestión planteado no afecta al rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación en la Central Térmica Loreto?

2.8 Señalamiento de variables

Variable Independiente:

Modelo de gestión de mantenimiento de producción total.

Variable Dependiente:

Rendimiento de los motores de combustión interna síncronos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

Las diferentes técnicas que se manejan para la recolección de datos, en el presente trabajo se ha tomado desde un enfoque cualitativo, el mismo que permite analizar directamente al personal que está involucrado en el área de investigación que será en la central térmica Loreto.

A partir de este enfoque se podrá interactuar directamente con el personal que interviene en la generación de energía eléctrica, con esto se puede conocer de primera mano todas las inquietudes que poseen y poder analizar e interpretar de mejor manera los datos obtenidos.

Es importante aclarar que los datos adquiridos son de sucesos reales que se presentan durante el proceso de generación de energía eléctrica y que deben ser resueltas por el personal.

3.2 Modalidad básica de la investigación

Investigación bibliográfica. - La investigación es bibliográfica, porque nos apoyaremos en libros, documentos técnicos, tesis relacionadas a la gestión de mantenimiento, revistas, artículos y leyes existentes para la elaboración del marco teórico dando referencia al análisis de datos.

Investigación de campo. - La recolección de datos es tomada en campo, debido a que es necesario información veraz del personal sobre los procesos analizados dentro de la central termoeléctrica.

Investigación correlacional. - Con la aplicación de la investigación se pretende demostrar la relación que existe entre la variable dependiente e independiente del problema a investigar.

3.3 Nivel o tipo de investigación

Investigación Exploratoria

Esta investigación es de nivel exploratorio, porque se desarrolla en base a los datos obtenidos del personal.

Investigación Descriptiva

Se utiliza este tipo de investigación para describir el nivel de conocimiento que tienen los operadores con respecto a la gestión de mantenimiento, además de saber si son conscientes de la relación que existe entre un mantenimiento oportuno y el rendimiento, con lo que se puede obtener datos que nos guíen de mejor manera en nuestra investigación.

3.4 Población y muestra

Para el tema de investigación se ha tomado dos tipos de población y muestra que nos ayudaran con la recolección de datos e información.

La primera población y muestra, es el personal de operación y mantenimiento que ayudarán en la recolección de datos e información necesaria para el desarrollo del estudio.

En la Tabla 2 se detalla las personas a las que está dirigida la encuesta, son un total de 10 personas que las consideraremos como el universo de estudio como es menor a 100 no se necesita realizar el cálculo de la muestra.

Tabla 2 Población de estudio (al personal)

Población	Número	Porcentaje
Jefe de Sistemas	1	09.090%
Bodeguero	1	09.090%
Personal de mantenimiento	4	36.365%
Personal de operación	4	36.365%
Total	10	100%

Elaborado por: El investigador

La segunda población y muestreo será referente a la maquinaria, por lo que es necesario analizar a los 3 motores de combustión interna que existen en la central, las mismas que serán consideradas como el universo de investigación, dado que es menor a 100 no se necesita realizar el cálculo de la muestra.

En la Tabla 3 se muestra los códigos de las máquinas que serán analizadas en la investigación, en el anexo 52 se encuentran imágenes de las placas de las máquinas.

Tabla 3 Población de estudio (los motores)

Código de maquina	Número	Porcentaje
SDMO X1000UC214001832	1	33.333%
SDMO X1000UC214001491	1	33.333%
SDMO X1000UC214001492	1	33.333%
Total	3	100%

Elaborado por: El investigador

3.4.1 Variable independiente:

Cuadro No. 1: Operacionalización de la variable independiente

Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente.

Variable independiente: Modelo de gestión de mantenimiento de producción total				
Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
El modelo de gestión de mantenimiento de producción total es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción, para la presente investigación se ha categorizado en estrategia del mantenimiento de los motores, Mejora continua y Recurso humano	Estrategia del mantenimiento de los motores	Disponibilidad	¿Qué disponibilidad tiene los motores de combustión interna?	T: Observación I: Informes ver anexo 1.
	Mejora continua en los motores	Fiabilidad	¿Existe paradas imprevistas de las maquinas?	T: Encuesta I: Informes ver anexo 49, Orden de trabajo ver anexo 4.
	Recurso humano	Número de personas de mantenimiento	¿Qué aportes se ha realizado el personal para el mejoramiento del proceso?	T: Encuesta I: Cuestionario ver anexo 2

*T: Técnica

*I: Instrumento

Elaborado por: El investigador

3.4.2 Variable dependiente:

Cuadro No. 2: Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 5 Operacionalización de la variable dependiente

Variable dependiente: Rendimiento de los motores de combustión interna síncronos				
Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
El rendimiento es la relación entre el trabajo útil desarrollado por una máquina durante un intervalo de tiempo determinado y la energía que se suministra a la misma, es decir la proporción entre el resultado que se obtiene y los medios que se emplearon para alcanzarlos, para la presente investigación se ha categorizado en eficiencia de la máquina, consumo específico de combustible y mediciones base de partida, procesos de operación.	Eficiencia de la máquina	Perdidas de potencia del motor Sobre temperatura del motor	¿ El trabajo del motor es eficiente?	T: Medición de los parámetros de la máquina I: hoja de registro de operación ver anexo 3, Orden de trabajo ver anexo 4, hoja de localización de defectos ver anexo 5.
	Consumo específico de combustible	Comparación entre consumo de combustible normal (Tablas) vs consumo de combustible eventual (Registro de datos)	¿Existe un consumo adecuada de combustible?	T: Observación de los parámetros de consumo de la máquina. I: hoja de registro de operación ver anexo 3, Tablas de consumo de combustible
	Mediciones base de partida, Procesos de operación	Niveles de operación	¿Controlan que se mantengan los motores en los niveles de adecuados de funcionamiento?	T: Aplicación de encuesta, I: Hoja de registro de operación ver anexo 3

*T: Técnica

*I: Instrumento

Elaborado por: El investigador

3.5 Recolección de información

Se aplicó la técnica de la encuesta que fue dirigida al personal, para lo que se utilizó un cuestionario de preguntas cerradas, para obtener la información concreta que se necesita, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6 Recolección de la información

Numero	Preguntas	Respuestas
1	¿Para qué?	Para descubrir la incidencia en operaciones del mantenimiento mecánico
2	¿A qué área se aplicará?	Al área de operación
3	¿A quién entrevistar?	A operadores, supervisores, personal involucrada con la central
4	¿Qué gana la empresa?	Empleados motivados y con mayor compromiso
5	¿Dónde se puede aplicar?	En todas las áreas
6	¿Quién lo realizara?	El investigador
7	¿Quién lo ejecutara?	El empoderado del proceso
8	¿Cuándo?	Desde noviembre 2017 hasta agosto 2018
9	¿Cuántas veces?	Cuando sea necesario
10	¿Qué empresas pueden aplicar?	Todas las que se dediquen a generar energía termoeléctrica
11	¿Ubicación?	Cantón Loreto
12	¿Qué técnica utilizara?	Observación, encuesta entrevista.
13	¿Qué instrumentos utilizara?	Check list, ficha técnica, encuesta
14	¿En qué momento se aplicará?	En todo momento.

Elaborado por: El investigador

3.5.1 Procesamiento y análisis

- Estudio crítico de la información recogida mediante informes diarios.
- Tabulación o cuadros de las variables de la hipótesis y objetivos
- Administración de información recolectada en los informes.
- Análisis cuantitativo de datos para presentación de resultados de la situación actual de las máquinas.

3.5.2 Análisis de resultados

Analizar los datos obtenidos y tomar en atención los resultados encontrados que ayuden a muestras variables dependientes e independientes.

La información se obtuvo mediante encuestas, check list, hoja de operaciones, y comparándolas con tablas de consumo de combustible, tablas de niveles normal de funcionamiento de los motores, para crear una estrategia que ayuda a solventar los problemas en la central térmica.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de la empresa

CELEC EP TERMOPICHINCHA es una Unidad de Negocio perteneciente a la Corporación Eléctrica del Ecuador, Empresa Pública Estratégica, especializada en generación térmica y no convencional. Fue creada de conformidad con la Ley Orgánica de Empresas Públicas (Celec EP, 2018).

La Figura 5, se presenta una vista panorámica de las centrales que conforman TERMOPICHINCHA.



Figura 5 Imagen general de TERMOPICHINCHA

Elaborado por: El investigador

La empresa se encuentra geográficamente expandida en las cuatro regiones del país, con centrales de generación en seis provincias: Pichincha, Guayas, Los Ríos, Sucumbíos, Orellana y Galápagos y diversificada con fuentes de generación no convencional. El Plan Maestro de Electrificación diseñado por el Gobierno Nacional contempla la construcción de proyectos hidroeléctricos, así como la instalación de generación termoeléctrica complementaria en sitios estratégicos sustentados en principios como: disponibilidad, confiabilidad, accesibilidad y sostenibilidad. En este contexto, a la Unidad de Negocio

CELEC EP TERMOPICHINCHA durante el año 2012 se le encargó la implementación de varios proyectos (Celec EP, 2018).

El balance de la gestión de la Unidad de Negocio CELEC EP-TERMOPICHINCHA durante los últimos años es muy satisfactorio, al haberse conseguido un alto nivel de cumplimiento de la estrategia corporativa. Uno de los principales logros alcanzados durante el año 2012, fue la obtención de la re-certificación del Sistema de Gestión de Calidad de la Unidad de Negocio, bajo la Norma Internacional ISO 9001:2008, objetivo alcanzado en el mes de noviembre (Celec EP, 2018).

En la Figura 6, se detalla en el gráfico la estructura orgánica de la unidad de negocios CELEC EP TERMOPICHINCHA, la dirección actual de la gerencia de la unidad de negocios es el Ingeniero Vladimir Burbano, que al momento se encuentra con funciones encargadas.

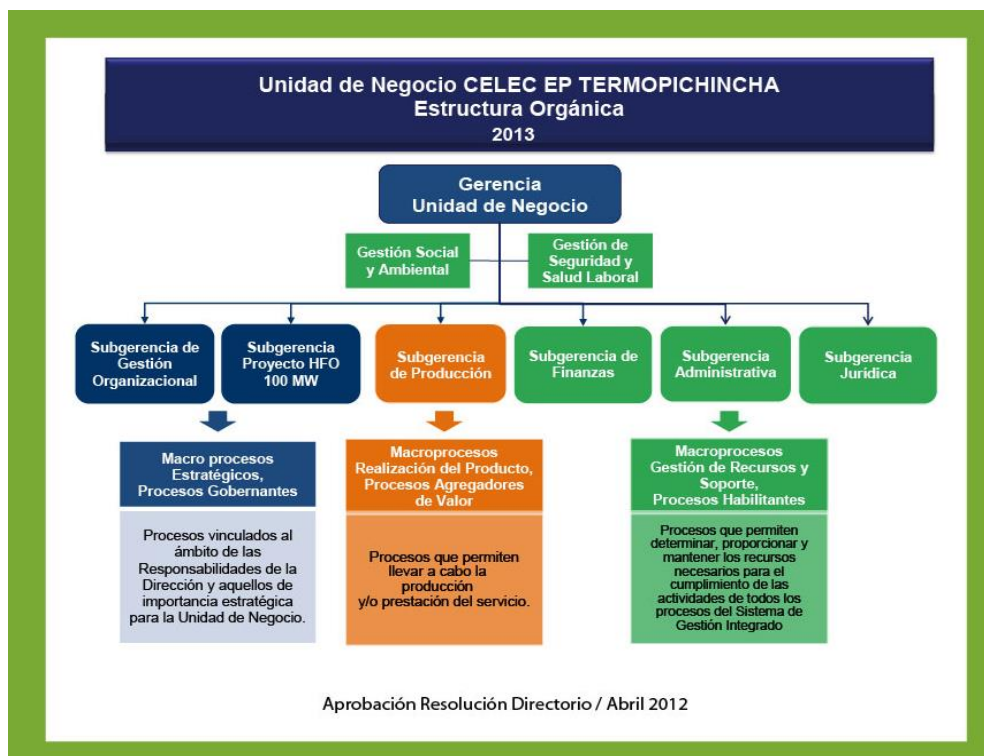


Figura 6 Estructura orgánica

Elaborado por: El investigador

Durante su trayectoria, la Unidad de Negocio CELEC EP TERMOPICHINCHA ha sido parte de grandes retos, ubicados en las cuatro regiones del país en 5 provincias. En el Oriente en Sucumbíos donde se encuentran las Centrales Jivino I, II y III, Celso Castellanos, Secoya, Lumbaqui, El Carmen. En Orellana; Sacha, Payamino, Loreto, Dayuma, Tiptuni, Nuevo Rocafuerte, en la Región Costa, Quevedo en Los Ríos, Puná en la Provincia del Guayas, en la Región Insular, en las islas Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana y Región Sierra en Guangopolo y Santa Rosa en la Provincia de Pichincha (Celec EP, 2018).

Ver más información en anexo 6

En la Figura 7, se encuentra el mapa de la ubicación geográfica de la central térmica Loreto.

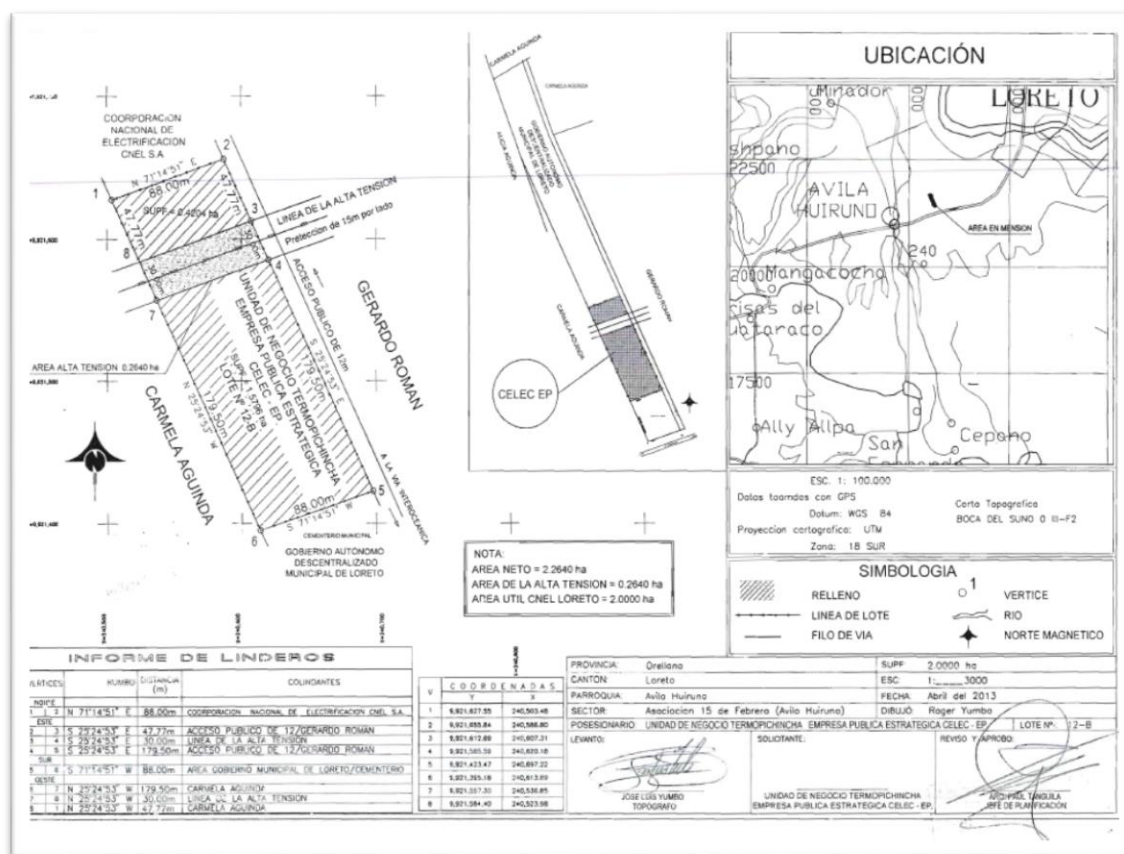


Figura 7 Ubicación geográfica de la central Loreto

Elaborado por: El investigador

4.2 Análisis de los motores

Los motores que se encuentran en las unidades de generación son de marca MTU de 2000 centímetros cúbicos, 16 válvulas en V, 1800 rpm, turbo diésel, ver anexo 52.

En la Figura 8 se logra apreciar el grupo electrógeno SDMO, que se encuentra instalada en la central térmica Loreto, más información anexa 8.



Figura 8 Grupo electrógeno SDMO

Elaborado por: El investigador

X1000UC2	
Engine type	MTU 16V2000G85 3D
Alternator type	LSA 491L11
GENERAL CHARACTERISTICS	
Frequency (Hz)	60
Voltage (V)	480/277
Max power ESP (kVA)	1250
Max power ESP (kWe)	1000
Intensity (A)	1504
Optional control panel	APM802
DIMENSIONS AND NOISE LEVELS	
Length (mm)	6400
Width (mm)	2170
Height (mm)	2721
Dry weight (kg)	Refer to manufacturer plate
Tank capacity (L)	1120
Acoustic pressure level @1m in dB(A) ()	Refer to manufacturer plate

Figura 9 Descripción general del motor

Elaborado por: El investigador

En la Figura 9, se detalla la descripción de las máquinas de marca SDMO, las dimensiones y sus características generales.

Generalidades

El presente estudio contiene advertencias que deben ser tomadas en cuenta al igual que las regulaciones específicas del país en cuestión, las disposiciones legales y las demás normas vinculantes relativas a la prevención de accidentes y a la protección medioambiental.

A pesar de ello puede emanar peligro del motor para personas y bienes materiales, pero a pesar de estas consideraciones el motor puede constituirse en un peligro para personas y bienes materiales como:

- No se emplea conforme al fin previsto
- No es manejado, mantenido y reparado por personal capacitado
- Es modificado o transformado
- No se observan las advertencias relativas a la seguridad

Empleo conforme al fin previsto

El motor está destinado exclusivamente al uso estipulado en el contrato y al supuesto uso en el momento de su entrega. Cualquier otra aplicación que exceda al índice se considerará no conforme al fin previsto. En este caso el fabricante del motor recusará toda responsabilidad por los daños resultantes de ello y el usuario correrá él solo con el riesgo.

El uso conforme al fin previsto comprende la observación de las instrucciones de servicio, y del mantenimiento o reparación.

Modificaciones o transformaciones

Las modificaciones introducidas por cuenta propia en el motor influyen negativamente en la seguridad. MTU no asumirá la responsabilidad de daños causados por

modificaciones o transformaciones no autorizadas, recusando asimismo toda obligación de garantía.

Repuestos

Para el recambio de componentes o de grupos de construcción únicamente deben ser empleados repuestos originales de MTU.

Al ocurrir daños por el empleo de otros repuestos, no se pueden hacer valer derechos de responsabilidad ni de garantía ante el fabricante del motor.

Condiciones previas relativas al personal y la organización

Exigencias al personal

Los trabajos que se deban efectuar en el motor deberán ser ejecutados solamente por personal especializado, formado e instruido.

Se deberá observar la edad mínima establecida por la ley para contratar al personal y se deberán fijar las competencias del personal en materia de manejo, mantenimiento y reparación.

Medidas de carácter organizativo

Se deberá entregar al personal encargado del manejo, mantenimiento, reparación y transporte.

El manual de empleo del motor se debe guardarse siempre al alcance de la mano, estando accesible para el personal de manejo, mantenimiento, reparación y transporte, además se deberá dar al personal instrucciones iniciales sobre el manejo y reparación del motor, debiéndose exponer en particular las indicaciones de carácter técnico relativas a la seguridad.

Eso rige muy especialmente para el personal que ocupe ocasionalmente del motor, dicho personal deberá ser instruido repetidas veces.

Ropa de trabajo y equipo de protección

Para el desarrollo de las diferentes actividades de trabajo es importante la dotación de indumentaria adecuada, según el tipo de trabajo que se realice, es decir se debe considerar necesario llevar equipo de protección adicional, por ej. gafas protectoras, guantes protectores, casco protector y mandil

La ropa de trabajo debe estar bien ajustada, de manera que no pueda prenderse en piezas salientes o en rotación y no llevar puestas joyas (anillos, cadenas, etc.).

Funcionamiento del motor

Al estar el motor en marcha, se debe usar protección auditiva y la sala de máquinas debe estar bien ventilada.

Limpiar inmediatamente con un trapo los fluidos que se hayan derramado o vertido, o de ser el caso neutralizarlas con la sustancia aglutinante correspondiente.

Los gases de escape de un motor de combustión interna son venenosos, su inhalación puede resultar perjudicial para la salud, la tubería de escape debe ser revisada que se encuentre bien sujeta ya que esta conduce los gases al exterior.

Durante el funcionamiento del motor, no se debe tocar ningún borne de la batería, borne del dínamo o cables de conexión eléctrica.

El blindaje inadecuado de partes eléctricas, puede causar una fuerte descarga eléctrica y causar lesiones.

Mientras el motor de encuentre en funcionamiento, no soltar en ningún caso los conductos de agua, aceite, carburante/combustible, aire comprimido o hidráulicos.

En la figura 10 se muestra las partes del motor de combustión interna que es sujeto de estudio.

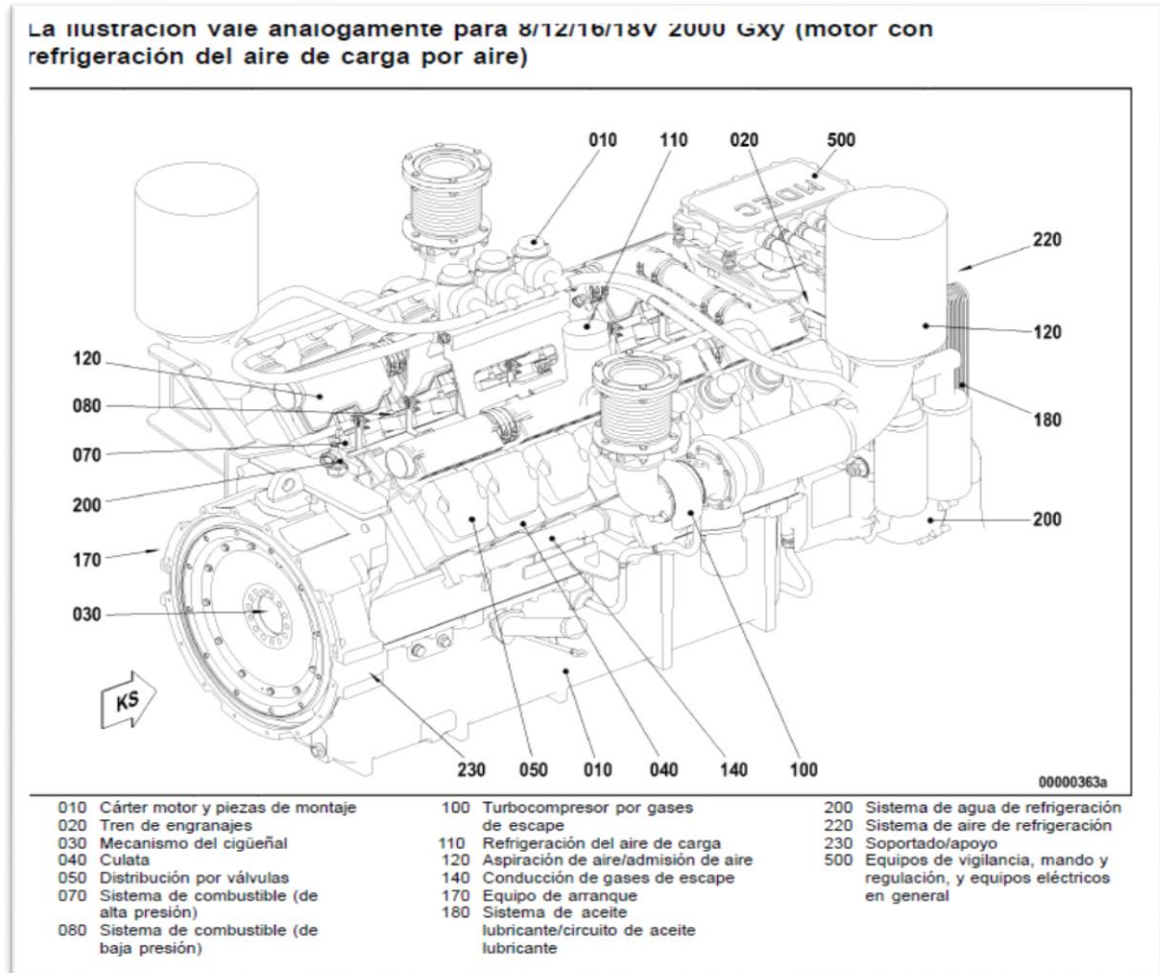


Figura 10 Visión del conjunto motor

Elaborado por: El investigador

4.3 Procesos actuales de modelo de gestión de mantenimiento

El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades mediante las cuales un equipo, máquina, construcción civil o instalación, se mantiene o se restablece a un estado apto para realizar sus funciones, siendo importante en la calidad de los productos y como estrategia para una competencia exitosa (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013).

El objetivo básico de cualquier gestión de mantenimiento, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos, abajo costos, permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y con-fiable dentro de un contexto operacional (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013).

Existen diferentes metodologías para abordar la gestión de mantenimiento-to, entre ella destacan el mantenimiento centrado en la confiabilidad, RCM por sus siglas en inglés (Reliability Centered Maintenance o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) y el mantenimiento productivo total, TPM por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total). El RCM es un proceso usado para determinar qué es lo que debe hacerse para asegurar que cualquier activo físico se mantenga operando de acuerdo a las necesidades del usuario, en el contexto operacional presente.

Según Cuatrecasas y Torrell (2010:36), el Mantenimiento Productivo Total(TPM) es una filosofía preventiva desde el diseño, pasando por la mejora hasta la prevención de problemas, que tiene como objetivos eliminar las seis grandes pérdidas debidas a 1) paradas/averías, 2) cambios de útiles/ajustes, 3) tiempo no usa doy paradas breves, 4) pérdidas de velocidad, 5) defectos y, 6) pérdidas debidas apuesta en marcha; que permitan mejorar rendimientos utilizando medios como el Mantenimiento Autónomo, el Mantenimiento Planificado y la Prevención de Mantenimiento (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013).

4.3.1 Mantenimiento preventivo.

En la actualidad en la central Loreto no se realiza ningún mantenimiento preventivo por el personal del área de mantenimiento, debido a que tiene su base (oficina), en otra ciudad dificultando su traslado y al ser cuatro personas se desplazan a otras centrales que presentan daños más graves, debido a esta problemática el personal de área de operación se ha visto forzado a involucrarse cada vez más en los mantenimientos de las máquinas.

En los manuales de las unidades de generación existe información referente a la forma de realizar mantenimientos, por lo que el personal de operación ha tomado en consideración para realizar mantenimientos preventivos que ayuda alargar la vida útil de las unidades.

El personal también ha desarrollado un cronograma para realizar mantenimientos programados tomando en cuenta el número de horas de funcionamiento de los motores, esta información es compartida con el personal de mantenimiento para que realicen el registro y programar mantenimientos mayores de las máquinas.

4.3.2 Mantenimiento predictivo.

El constante monitoreo de las unidades de generación por el personal de operación, ayudan a la inmediata identificación de anomalías en el funcionamiento de las máquinas, tomando como indicadores o factores como el ruido, vibración, temperaturas, etc.

Las anomalías son comunicadas de forma inmediata al personal de mantenimiento, para que se programe una visita técnica con el fin de prevenir futuros daños, pero este personal no le da importancia a esa información, lo que provoca que los daños se agraven y se paralice deteriorando las máquinas, causando pérdidas económicas, por lo que el personal de operación procede a realizar el mantenimiento básico de las unidades para disminuir el tiempo de paralización y evitar el bajo rendimiento de las mismas, pero este personal tiene limitaciones debido a que posee poca capacitación para resolver esos daños.

4.3.3 Mantenimiento correctivo.

Existen diversos mantenimientos correctivos de las unidades de generación, la mayoría se han producido por no tomar atención a los avisos que proporciona el personal de operación, causando que los daños que presentan las unidades de generación se vuelvan

graves, esto causa la paralización en el funcionamiento de las máquinas, bajas en el rendimiento, causando llamadas de atención por parte del jefe zonal.

A este problema se debe tomar en cuenta el inadecuado stock de repuestos en bodega, al no tener los materiales necesarios para la reparación de las máquinas, obligando al personal de mantenimiento realiza reparaciones emergentes causando daños en las unidades.

4.3.4 Ocurrencias de fallas por exceso de confianza

La investigación realizada con el personal que está involucrado en el funcionamiento de las unidades dio como resultado las posibles causas que incrementa el riesgo de daño entre las principales tenemos:

- El operar las unidades de generación con bajo nivel de combustible
- El alargamiento en el tiempo de cambio de aceite y filtros en las unidades.
- El mal funcionamiento de los sensores

Sin embargo, el exceso de confianza y el inadecuado abastecimiento de stock en bodega, contribuye a intensificar esta problemática.

4.3.5 Incidencias en fallos por falta de compromiso

Los resultados obtenidos en esta investigación, señalan que existe poca comunicación entre operadores en el cambio de turno, además al no llevar correctamente la bitácora con los inconvenientes presentados durante el turno, aporta a que empeore esta situación.

4.4 Matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE)

Para la investigación se aplicará la matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE) en la central Loreto, ver anexo 9.

La elaboración de la hoja de registro de fallos se realizó con la ayuda del responsable del proceso de producción, brindando los datos necesarios para desarrollar el formato, se tomará en cuenta las siguientes disposiciones:

El membrete de la hoja de registro deberá constar, los nombres de la empresa (organización o planta), los equipos (que va hacer analizados) y la persona que realizará el registro. Esta hoja deberá contener la siguiente información.


MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)									
HOJA DE REGISTRO RCM									
Empresa.	Sistema.			Ent.					
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA								
Planta:	Central Termica Loreto	Equipos principales: Motor de combustion interna		Facilitador: Oscar Damian Nuñez B.					

Figura 11 Membrete de la hoja de registro

Elaborado por: El investigador

Primera columna: número de identificación para la función.


MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa.	Sistema.			Ent.								
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA											
Planta:	Central Termica Loreto	Equipos principales: Motor de combustion interna		Facilitador: Oscar Damian Nuñez B.								
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
1												

Figura 12 Primera columna

Elaborado por: El investigador

Segunda columna: función que desempeña.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
1	Permite el movimiento al eje del generador											

Figura 13 Segunda columna

Elaborado por: El investigador

Tercera columna: colocar letras mayúsculas del alfabeto, para ordenar e identificar las fallas funcionales.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A										

Figura 14 Tercera columna
Elaborado por: El investigador

Cuarta columna: describir específicamente la falla funcional.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca									

Figura 15 Cuarta columna
Elaborado por: El investigador

Quinta columna: colocar la letra de identificación de la falla funcional, seguido de un número, para ordenar y enumerar los modos de falla.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1								

Figura 16 Quinta columna
Elaborado por: El investigador

Sexta columna: describir el modo de falla.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/ hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/ falla	Riesgo \$/ falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite							

Figura 17 Sexta columna

Elaborado por: El investigador

Séptima columna: colocar el número de veces que se han presentado al año, el modo de falla descrito en la columna anterior.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/ hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/ falla	Riesgo \$/ falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5						

Figura 18 Séptima columna

Elaborado por: El investigador

Octava columna: registrar si el daño en la máquina fue evidente para el personal (si/no), afecta la salud del personal (si/no), efecto operacional, y existe acción correctiva (si/no).

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/ hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/ falla	Riesgo \$/ falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: Si					

Figura 19 Octava columna

Elaborado por: El investigador

Novena columna: anotar en horas el tiempo que se demoró en solucionar el modo de falla.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: Si	72				

Figura 20 Novena columna
Elaborado por: El investigador

Décima columna: colocar el costo de cada hora que el modo de falla persista (improductividad producida).

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: Si	72	400			

Figura 21 Décima columna
Elaborado por: El investigador

Décima primera columna: establecer el costo directo para resolver los de los daños, para lo que se deberá considerar el costo de hora del personal, herramientas y repuestos.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: Si	72	400	15		

Figura 22 Décima primera columna
Elaborado por: El investigador

Décima segunda columna: determinar el costo de las posibles afecciones físicas a la salud de los operadores a causa del modo de fallo.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallos / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: Si	72	400	15	0	

Figura 23 décima Segunda columna

Elaborado por: El investigador

Décima tercera columna: establecer el costo del riesgo de falla a través de la aplicación de la ecuación 1.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallos / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A 1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: Si	72	400	15	0	\$ 144.075,00

Figura 24 Décima tercera columna

Elaborado por: El investigador

El costo total de riesgo por falla se determinará, sumando todos los costos de riesgos de falla encontrados en cada modo de fallo.

#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallos / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
				C4	Sobre carga de trabajo o trabajo en parámetros fuera de lo normal	7	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: si	0,25	400	7,5	0	752,5
		D	Mala calidad en los repuestos y lubricantes	D1	Piston dañado	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: si	120	400	30	0	48030
				D2	viscosidad del aceite inadecuado	24	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva: si	2	400	15	0	19560
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla											\$373.917,50	

Figura 25 Costo total de riesgo por falla

Elaborado por: El investigador

Todas las sugerencias para la realización del formato de la hoja de registro de fallos, deberán realizarse de acuerdo a los enunciados anteriores y el análisis se deberá realizar para cada modo de falla.

4.4.1 Determinar área de estudio

Aplicando la matriz (AMFE) para la determinar del área de estudio, se encontró los valores que se le dio a los diferentes equipos analizadas, ver anexos 10, 11, 12, 13 y 14, determinando que el motor de combustión interna y el generador de energía eléctrica son las que tienen mayor valoración.

Cálculo para el motor de combustión interna:

Riesgo al año (\$)

*=Frecuencia de numero de eventos por año * TPPR (horas) * Costo del tiempo improductivo (\$/horas) + Costos directos * falla + Costos de afección a la integridad del empleado.*

Ecuación 1

Los datos que se emplearan para la resolución de la ecuación 1 son los siguientes:

Frecuencia de eventos por año=5

(TPPR) Tiempo promedio de paralización =72 horas

Costo del tiempo improductivo (\$/horas) =400.

El resultado mostro que el costo promedio por fallas es el valor de las sanciones que recibe la central al tener indisponible a las máquinas.

Costos directos por falla (\$) = Costo de Mano de obra (15) + Costo del reproceso (0) =15

Ecuación 2

Costos de afección a la integridad del empleado = 0

Remplazando datos en la ecuación 1

$$\text{Riesgo al año (\$)} = 5 * ((72 \text{ horas} * 400 (\$/\text{horas}) + \$15 + 0)$$

$$\text{Riesgo al año} = 144075 \$$$

Después de haber encontrado el costo de riesgo al año a todos los modos de falla con la ecuación 1, sumamos los valores, determinando que el costo total de fallas es de 373917,50 dólar para el motor de combustión interna, ver anexo 11.

Cálculo para el generador:

Realizar el mismo procedimiento que el cálculo anterior.

Determinar los datos que se emplearan para la resolver con la ecuación 1,

Frecuencia de eventos por año=1

(TPPR) Tiempo promedio de paralización =24 horas

Costo del tiempo improductivo (\$/horas) =400.

El costo promedio generado por fallas es el valor de las sanciones recibe la central Loreto al tener indisponible a las máquinas.

Costos directos por falla (\$) =Costo de Mano de obra (15) + Costo del reproceso (0) =15

Ecuación 2

Costos de afeción a la integridad del empleado = 0

Remplazando datos en la ecuación 1

$$\text{Riesgo al año (\$)} = 5 * ((24 \text{ horas} * 400 (\$/\text{horas}) + \$15 + 0)$$

$$\text{Riesgo al año} = 9615 \$$$

Después de haber encontrado el costo de riesgo al año a todos los modos de falla con la ecuación 1, sumamos los valores, determinando que el costo total de fallas es de 21260,00 dólar para el generador de energía eléctrica, ver anexo 12.

Al realizar el análisis mediante la aplicación de la matriz AMFE, se determinó que la maquina con mayor grado de afección es el motor de combustión interna, como se observa en la figura 26 encerrado con un círculo rojo.






MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa:	Sistema:			Ent.								
Organización:	Equipo principales:			Facilitador:								
Planta:	Tanque de almacenamiento de combustible			Oscar Damian Nuñez B.								
												
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
				A2	Deterioro de las paredes del tanque	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	48	400	30	0	0
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												
0												
Empresa:	Sistema:			Ent.								
Organización:	Equipo principales:			Facilitador:								
Planta:	Motor de combustion interna			Oscar Damian Nuñez B.								
												
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
				D2	viscosidad del aceite inadecuado	24	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	2	400	15	0	19560
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												
\$373.917,50												
Empresa:	Sistema:			Ent.								
Organización:	Equipo principales:			Facilitador:								
Planta:	Generador de energia electrica			Oscar Damian Nuñez B.								
												
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
				A4	Falla en la tarjeta reguladora de voltage AVR	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	9615
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												
21260												
Empresa:	Sistema:			Ent.								
Organización:	Equipo principales:			Facilitador:								
Planta:	Disyuntor de la unidad			Oscar Damian Nuñez B.								
												
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
				A2	Daño del disyuntor	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	4	400	15	0	0
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												
752,5												
Empresa:	Sistema:			Ent.								
Organización:	Equipo principales:			Facilitador:								
Planta:	TRANSFORMADOR			Oscar Damian Nuñez B.								
												
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
				A2	Sobrecargas	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: Si Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	30	80000	0
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												
0												

Figura 26 Comparación de valores

Elaborado por: El investigador

Es importante indicar que en el área de operación el motor de combustión interna es parte de un proceso netamente lineal, por lo que está sujeta a daños que impiden el normal funcionamiento de la central.

Conclusión de estudio para aplicar el nuevo modelo de gestión

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación se resolvió aplicar el modelo de gestión de mantenimiento en el área de Operación, en los motores de combustión interna sincrónicos.

4.5 Proceso de generación

El área de operación tiene máquinas alineadas entre sí, para generar energía eléctrica, cada una de ellas cumple una función específica, si una se detiene afecta al proceso entero.

El proceso comienza con la recepción del combustible para las máquinas, se almacena en dos tanques que tiene una capacidad de 10000 galones, con la ayuda de una bomba se conduce el combustible a través de tuberías de cedula 40 ASTM A 53 GRB, ver anexo 15, hacia el tanque de almacenamiento diario.

El combustible es utilizado por el motor de combustión interna para mover el eje del generador y producir energía eléctrica que es enviada a través del disyuntor al transformador de la central pasando por el re conectador a la salida de la central y alimentando las líneas de alta tensión del sistema nacional interconectado, brindando energía eléctrica a los poblados cercanos.

4.5.1 Diagrama y esquema del proceso

En la Figura 27 se da a entender como es el proceso de producción empezando desde la orden de generación de CENACE hasta culminar con el abastecimiento y fortalecimiento de energía al Sistema Nacional Interconectado, llegando hasta el consumidor.



Figura 27 Diagrama del proceso de generación eléctrica

Elaborado por: El investigador

La Figura 28 muestra el esquema de las máquinas que intervienen en el proceso de generación de energía eléctrica y se indica como cada máquina tiene influencia en el normal funcionamiento, observando que el tener un problema en una de ellas afecta a las demás.

Generación de energía eléctrica




Figura 28 Esquema de proceso de generación eléctrica

Elaborado por: El investigador

4.6 Historial de mantenimiento en la CT Loreto

La figura 29 contiene la información que ha sido recolectada a través de los diversos mantenimientos que han tenido las unidades de generación en la central térmica Loreto.

Código:	CENTRAL TÉRMICA LORETO			 CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA	
versión: 1.1	HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS DE LA UNIDAD				
Fecha: 5-01-2015	MES / AÑO	agosto	2017		
Página: 1 de 1					
UNIDAD	1	MARCA:	SDMO	MOTOR:	MTU
		SERIE:	X1000UC214001491	SERIE:	536 111 979
INICIAL:	7.118,22			MODELO:	MTU162000G85E

FECHA	HOROMETRO	HORAS RECORRIDAS	DURACIÓN MTTO (h)	TIPO MANTENIMIENTO	ORDEN DE TRABAJO	ESTADO DEL TRABAJO	DETALLES DEL TRABAJO REALIZADO	OBSERVACIONES
7-jun-14	114,77	114,77						
27-jun-14	363,65	248,88		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
15-jul-14	609,97	246,32		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
6-ago-14	912,23	302,26		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
28-ago-14	1186,47	274,24		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
16-sep-14	1444,26	257,79		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
4-oct-14	1691,52	247,26		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
17-nov-14	1844,83	153,31		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
5-nov-14	2108,48	263,65		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
24-nov-14	2357,15	248,67		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
11-dic-14	2598,85	241,70		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
28-dic-14	2840,48	241,63		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
13-ene-15	3032,03	191,55		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
1-feb-15	3281,63	249,60		MP250H		Terminado	MP250 Cambio de Aceite, 2 Filtros de aceite, 2 de Combustible.	
21-feb-15	3539,80	258,17	1,92	MP 250H		Terminado	Cambio de aceite. Cambio de filtros de aceite y combustible. Limpieza de la purga del bloque de motor.	
11-mar-15	3770,57	230,77	2,00	MP 250H		Terminado	Cambio de aceite. Cambio de filtros de aceite y combustible. Limpieza de la purga del bloque de motor.	
23-mar-15	3935,67	165,10	8,65	MP 4000H		Terminado	Cambio de aceite. Cambio de filtros de aceite y combustible. Limpieza de la purga del bloque de motor. Calibración de válvulas	
11-abr-15	4.185,03	249,36		MP 250H		Terminado	Cambio de Aceite y Filtros	

[Historial Mtto X1000UC214001832](#)
[Historial Mtto X1000UC214001491](#)
[Historial Mtto C16](#)

Figura 29 Historial de mantenimiento de las unidades

Elaborado por: El investigador

4.7 Máquinas críticas en el área de operación en la central térmica Loreto

Los siguientes aspectos han determinado cual es la máquina más crítica en el proceso de generación eléctrica.

4.7.1 Problemas críticos por falta de repuestos

Al tener dificultad para conseguir repuestos en el mercado local, se considera evidente la seriedad de este asunto.

Para poder tener repuestos en caso de daño, se solicita al representante de la empresa que fabricó la máquina que importe el repuesto.

Para crear el pedido se debe realizar la tarea de cotizar mediante un tedioso proceso burocrático que tiene que ser aprobada por el gerente de la unidad de negocios, proceso que puede demorar hasta 2 meses en ser aprobado y al menos entre 2 a 3 semanas para su envío a la central

Se podría solventar esta situación si se dispusiera con un adecuado volumen de repuestos en bodega.

4.7.2 Problemas críticos por operatividad

Se trata de la mala costumbre que tiene los dueños de las empresas al no comprar los repuestos necesarios de las maquinas obligando a trabajar con repuestos dañados, que lo único que provoca es que se empeore los daños de las maquinas causando que una pequeña avería se incremente y se convierta en una falla grande que afecte seriamente el normal funcionamiento de las máquinas en la empresa.

Al igual que un exceso en el consumo de combustible que al final afecta en el rendimiento de las unidades de generación.

La Figura 30 muestra los niveles mensuales de bajo rendimiento que se han obtenido por fallas en los motores de las unidades de generación.

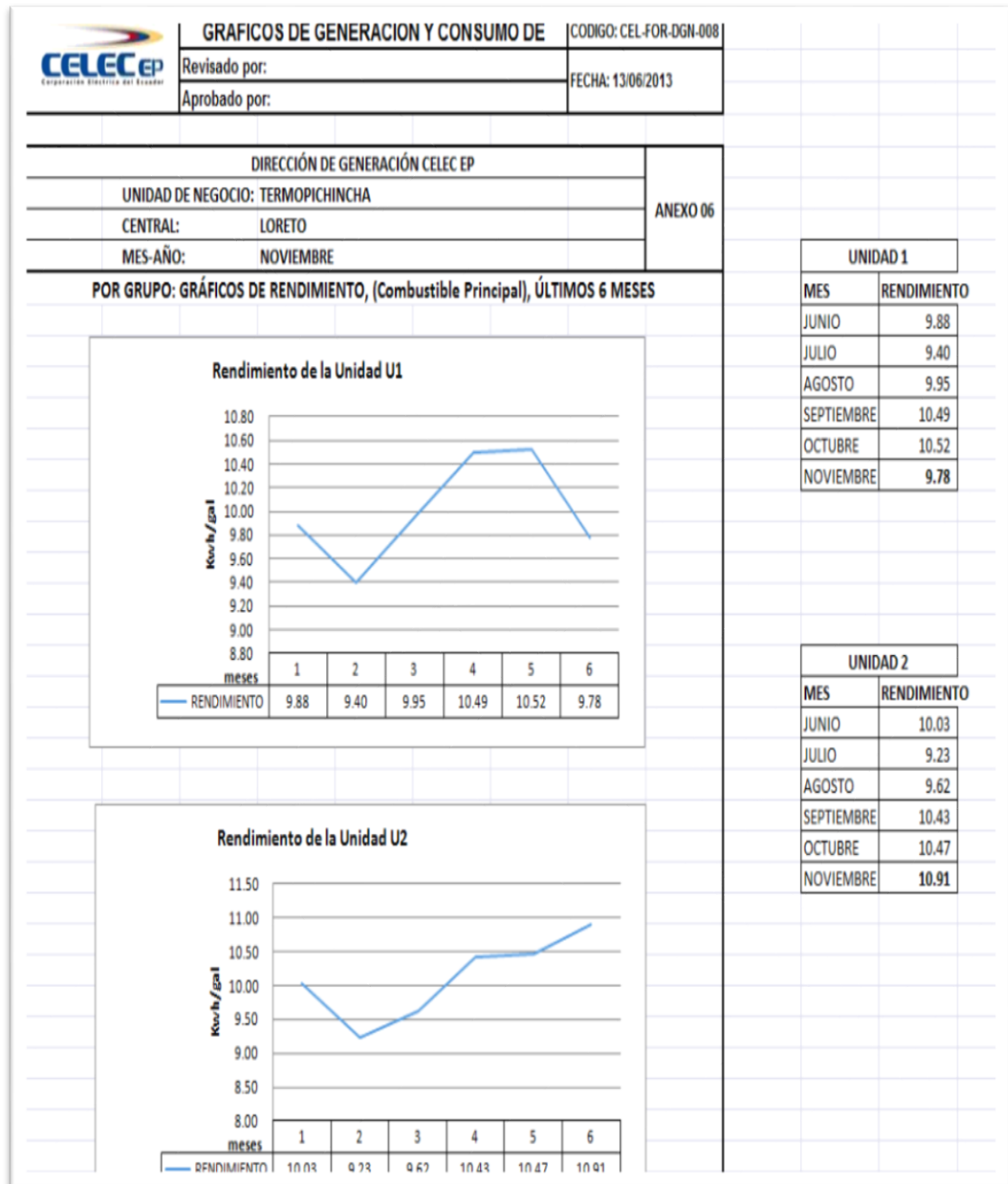


Figura 30 Rendimiento de las unidades

Elaborado por: El investigador

4.7.3 Problemas críticos por limpieza

A las unidades de generación se las debe realizar una revisión y limpieza continua, para tener un mejor control sobre posibles daños.

La Figura 31 muestra como la falta de aseo en el motor, causa que se acumule la grasa y aceite, lo que evita la visualización de posibles fugas, además de causar taponamientos en las rejillas del radiador.

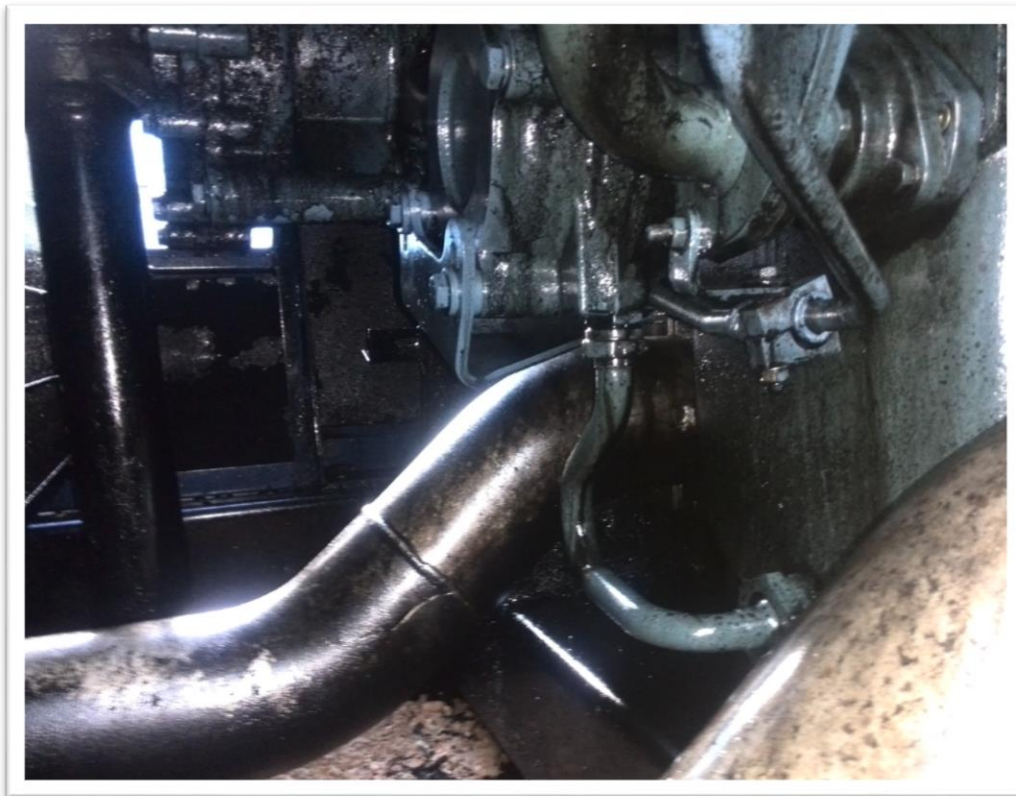


Figura 31 Falta de aseo en el motor.

Elaborado por: El investigador

4.7.4 Responsables del área de trabajo.

Es responsabilidad de todo el personal que forman parte del proceso de generación en la CT Loreto, es decir operadores, mecánicos, supervisores, mantener expedito el área de trabajo, especialmente la zona de los motores.

Proveedores internos

Los proveedores internos son los bodegueros, están encargados de proporcionar materiales y repuestos a la CT Loreto, siempre y cuando exista en stock.

Seguridad y Salud Ocupacional

El supervisor de seguridad es el encargado de dar charlas de seguridad industrial, entregar el equipo de protección, además se encarga de realizar los informes referentes a los incidentes que han ocurrido en la CT Loreto.

CELEC EP prioriza la seguridad por lo que cada año entrega ropa de trabajo que tiene las condiciones adecuadas para el desempeño de los trabajadores.

También entregan cascos de protección que tiene protecciones auditivas para minimizar los ruidos producidos por las máquinas, la ropa de trabajo es de tela jean, por su resistencia, comodidad y es liviana para trabajar en climas calientes.

Los cascos para protección de la cabeza deben tener protectores auditivos que minimicen los niveles de sonido que puedan causar daños al personal, la ropa de trabajo es de tela jean que es muy resistente, liviana y cómoda para trabajar en climas calientes.

Los guantes de trabajo son esenciales para la manipulación de elementos mecánicos.

La Figura 32 muestra el equipo de protección personal como es la ropa de trabajo, la cual contiene pantalón de tela jean, camisa de tela liviana, zapatos de seguridad con punta reforzada, casco de seguridad con protecciones auditivas, guantes de cuero y un arnés de seguridad para subir a controlar los tanques de almacenamiento.

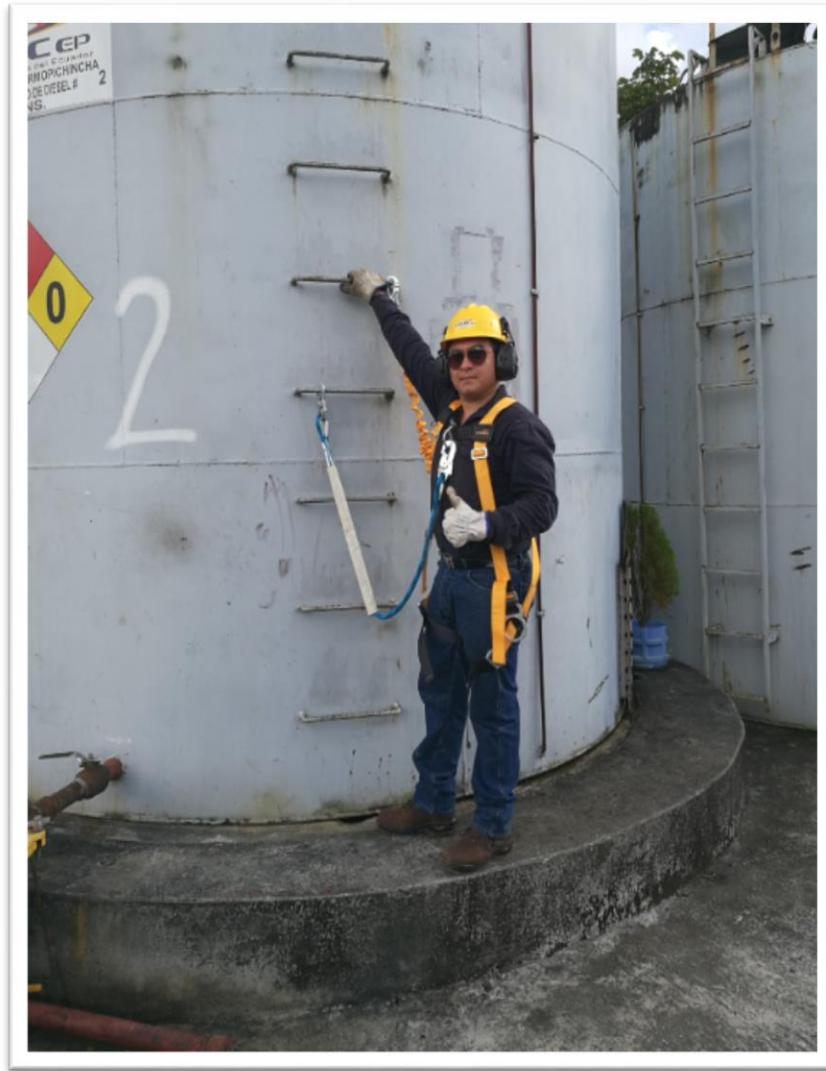


Figura 32 Equipo de protección persona
Elaborado por: El investigador

Proveedores de materia prima externos

Se considera como proveedor externo, a la empresa que despacha el combustible para el normal funcionamiento de los motores de combustión interna de la central térmica, en nuestro caso es la refinería perteneciente a PETROECUADOR, que se encuentra en la ciudad Shushufindi.

La Figura 33 muestra una factura de venta de combustible por parte de PETROECUADOR



**Figura 33 Factura de venta de combustible
Elaborado por: El investigador**

Proveedores de servicios

Los servicios básicos como luz, teléfono e internet son proporcionados por entidades públicas como lo es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), estos servicios son importancia para la comunicación y entrega de informe de la central.

La CT Loreto se abastece de agua por medio de tanqueros que son despachados por el municipio de Loreto, al ser agua no apta para el consumo humano es utilizada para la limpieza de máquinas y el servicio sanitario, para consumo humano se compra botellones de agua que son pagados por los operadores.

El transporte de combustible es realizado por medio de una empresa externa que trasladan el combustible en tanqueros con capacidad de almacenar 10000 galones y cumpliendo todas las normas de seguridad como se muestra en la figura 34.



Figura 34 Despacho de combustible

Elaborado por: El investigador

Es importante revisar que el tanquero conste con todos los requerimientos de seguridad, como el control de los sellos plásticos colocados en la gasolinera de PETROECUADOR, estos son una medida que garantiza que el tanquero no altero el nivel de diésel requerido y es potestad del operador que se encuentren en turno romper los sellos y aforar el tanquero mediante varillas calibradas que garantizan la media exacta de combustible.

La Figura 35 se observa la hoja de recepción de combustible, en la que se registra los datos de la empresa que presta el servicio de transporte, garantizando que la cantidad de combustible que fue despachada desde la refinería llego a la central, ver en anexo 16.

CELEC- TERMOPICHINCHA "LORETO"
RECEPCION DE COMBUSTIBLE- DIESEL ELECTRICO 2.

F-09-P-07-02-S-02 VERSION 1.0

DIESEL 2 RECEPCION No _____

DIA 27 MES 03 AÑO 2016

PROCEDENCIA <u>SHUJRU FINDI</u>	HORA DE INGRESO <u>12:30</u>
CONTRATISTA <u>JRC CABAO</u>	HORA DE SALIDA <u>14:00</u>
TRANSPORTISTA <u>SANTOS VAREGAS</u>	DESPACHO No <u>5078927</u>
	FACTURA No <u>019-001-0063787</u>
	FECHA DE EMBARQUE <u>27/03/2016</u>
	HORA DE EMBARQUE <u>07:36</u>
	PLACAS <u>PAA 6735</u>
	TANQUE No _____
	NIVEL INICIAL _____
	NIVEL FINAL _____

TANQUE No. <u>1</u> KILOLITROS	TANQUE No. _____
LECTURA INICIAL _____	CANT. GALONES INICIAL _____
LECTURA FINAL _____	CANT. GALONES FINAL _____

NAT. CORREGIDOS CORRECCION _____

TOTAL DESPACHADO <u>6000</u>	TOTAL DESPACHADO _____
TOTAL RECIBIDO <u>6000</u>	TOTAL RECIBIDO _____
DIFERENCIA _____	DIFERENCIA _____

OBSERVACIONES: CANTIDAD RECIBIDA A TRAVEZ DE VARILLAJE DEL AUTOTANQUE Y AFORO INICIAL Y FINAL

DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

<input checked="" type="checkbox"/> <u>2</u> SELLOS ARRIBA	No SELLOS _____
<input checked="" type="checkbox"/> <u>4</u> SELLOS ABAJO	No SELLOS _____

OPERADOR DE TURNO: Germán Gonzalo

BODEGA RECIBI CONFORME	TRANSPORTISTA ENTREGUE CONFORME
NOMBRE <u>ENRIQUE URGILEZ</u>	NOMBRE _____
FIRMA _____	FIRMA <u>[Firma]</u>

OPERADOR LORETO RECIBI CONFORME

[Firma]

Miguel Nieto S.
JEFE DE BODAS
CELEC-TERMOPICHINCHA

Figura 35 Hoja de recepción de combustible
Elaborado por: El investigador

4.7.5 Análisis general de los estudios anteriores

Al analizar la información que se ha recolectado, se puede observar que existe descuido en el manejo de la central por parte del personal, que de no ser corregida a tiempo traerá inconvenientes y llamados de atención por el decrecimiento en el rendimiento de las maquinarias en la central.

4.8 Análisis e interpretación de los datos

4.8.1 Análisis de datos de la encuesta al personal

Después de haber realizado las encuestas al personal, ver anexo 2, se puede comparar los resultados con las diversas fallas que presenta históricamente la CT Loreto.

Lo que determino que las fallas se deben al mal procedimiento del personal, al no tener la debida capacitación, además existe malos hábitos en el manejo de las máquinas, pese a tener estas dificultades el personal de operación ha tomado conciencia de la importancia de brindar apoyo al personal de mantenimiento, comenzando a fomentar el compañerismo en las diversas áreas.

4.8.2 Interpretación de datos

Al analizar los registros de fallas se observa que existe un crecimiento elíptico, es decir que los daños al principio eran básicos y fueron progresando hasta convertirse en mantenimientos correctivo difíciles y costosos de solucionarlos.

Por esas razón es importantes inculcar la cultura de las 5 “S” a todo el personal, para fomentar hábitos para reducir los materiales y herramientas que se encuentran esparcidas por toda la central, organizando de mejor manera los objetos, manteniendo limpias las áreas de trabajo, para mejorar el control de posibles fugas de líquidos en los motores y crear un mejor ambiente de trabajo, conservando los resultados logrados, fomentando costumbres de eficiencia y

seguridad sin abandonarlas una vez que se hayan fijado mediante disciplina y compromiso para mantener los resultados .

- Un lugar de trabajo sucio y desordenado no puede ser un lugar seguro para trabajar.
- Compartiendo los mismo objetivo y actuando juntos, un trabajo se hace con más ánimo y mayor eficiencia.
- Disminuyendo la precisión en el proceso de producción, los resultados serán malos productos, con un poco de esfuerzo extra se puede lograr una diferencia enorme.

Las técnicas correctas de entrenamiento son vitales, siempre que todas las personas tengan el mismo pensamiento, disminuyendo los riesgos y paralizaciones innecesaria en las máquinas.

4.9 Análisis e interpretación de la encuesta dirigida al personal.

Se determinó que el tamaño de la muestra será de 10 personas, quienes responderán a las 11 preguntas que contiene nuestra encuesta, ver anexo 2.

Objetivo:

Recolectar la información para analizar el nivel de conocimiento que posee el personal que labora en la CT Loreto y determinar las soluciones que puedan solventar las falencias de capacidades que posean, mediante capacitaciones.

Pregunta 1

1 ¿Posee usted conocimiento sobre mantenimiento mecánico?

Tabla 7 Conocimiento sobre mantenimiento

Opciones	Cantidad	%
SI	10	100
NO	0	0
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

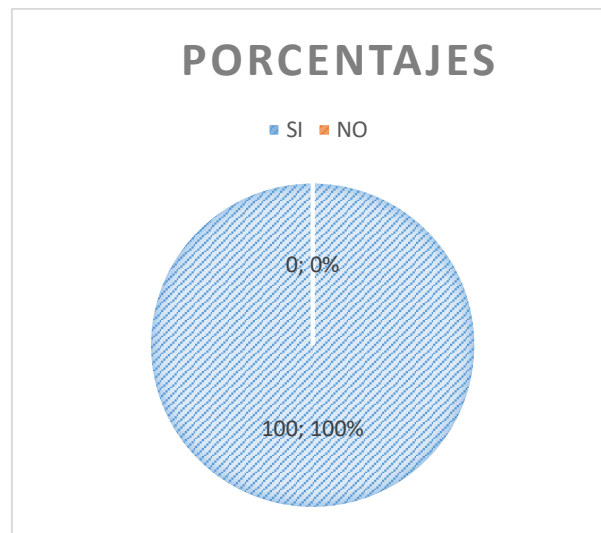


Figura 36 Diagrama de pastel de la pregunta 1

Elaborado por: El investigador

Análisis

Analizando la Tabla 7, se conoce que todos los encuestados tienen conocimiento de lo que es el mantenimiento mecánico.

Interpretación

Al interpretar los resultados de la pregunta 1 representada en la Figura 36, indica que todas las personas encuestadas entienden lo que es mantenimiento mecánico.

Pregunta 2

2 ¿Cree usted que se puede disminuir los tiempos de paralización por fallas en el proceso de generación eléctrica?

Tabla 8 Disminuir los tiempos de paralización

Opciones	Cantidad	%
SI	6	60
NO	4	40
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

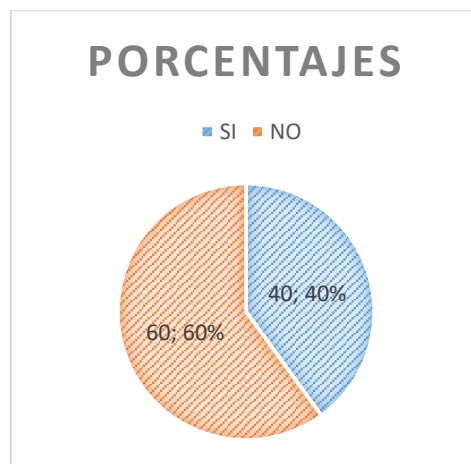


Figura 37 Diagrama de pastel de la pregunta 2

Elaborado por: El investigador

Análisis

Al analizar la Tabla 8, observamos que el 40 % de las personas encuestadas no creen que se pueda lograr disminuir los tiempos de inproductividad por fallas.

Interpretación

Al interpretar los resultados de la pregunta 2 se puede observar en la Figura 37 que gran parte de las personas encuestadas cree que se puede disminuir las horas de paralización por fallas mejorando su puesto de trabajo.

Pregunta 3

3 ¿Se dispone de los materiales y herramientas necesarias para dar solución a los diversos problemas que se presenten en la CT Loreto?

Tabla 9 Disponibilidad de materiales

Opciones	Cantidad	%
SI	2	20
NO	8	80
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

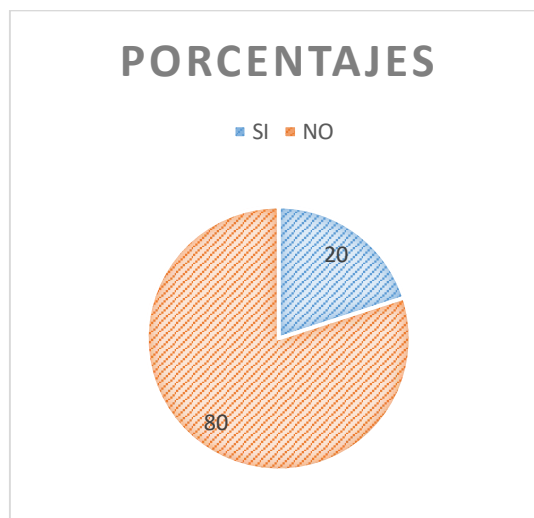


Figura 38 Diagrama de pastel de la pregunta 3

Elaborado por: El investigador

Análisis

El análisis de la Tabla 9, el 80% del personal considera que la CT Loreto no tiene los materiales y herramientas para solucionar los problemas en la generación.

Interpretación

Al interpretar los resultados de la pregunta 3 y su representado en la Figura 38, la mayoría de encuestados da a conocer que no existe materiales y herramientas necesarias en la central, denotando la dificultad de solucionar los problemas de operación.

Pregunta 4

4 ¿Piensa usted que el área de mantenimiento es importante y que incide directamente en el buen funcionamiento de los grupos electrógenos?

Tabla 10 El mantenimiento es un área crítica

Opciones	Cantidad	%
SI	9	90
NO	1	10
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

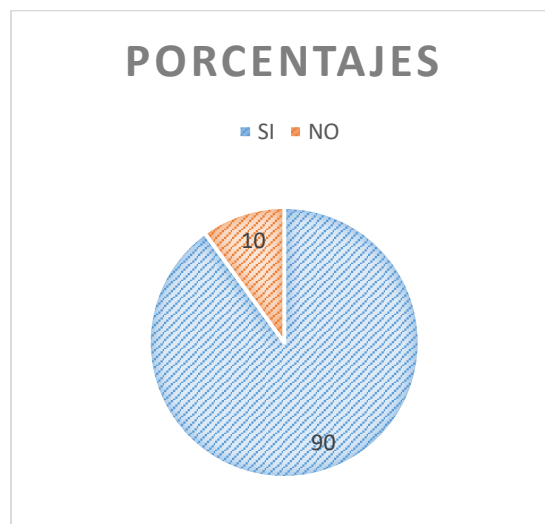


Figura 39 Diagrama de pastel de la pregunta 4

Elaborado por: El investigador

Análisis

Al analizar la Tabla 10, la mayoría del personal encuestado concuerda que el área de mantenimiento es fundamental para el normal funcionamiento de las máquinas de la central.

Interpretación

Interpretando la pregunta 4, se concluye que la mayor parte del personal encuestado considera que el área de mantenimiento es un pilar importante para el buen funcionamiento de la central, resultado que puede ser observada en la Figura 39.

Pregunta 5

5 ¿Conoce usted cuantas fallas en las maquinas se produce al mes que afectan el rendimiento de la central?

Tabla 11 Falla que afectan a la central

Opciones	Cantidad	%
SI	6	90
NO	4	10
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

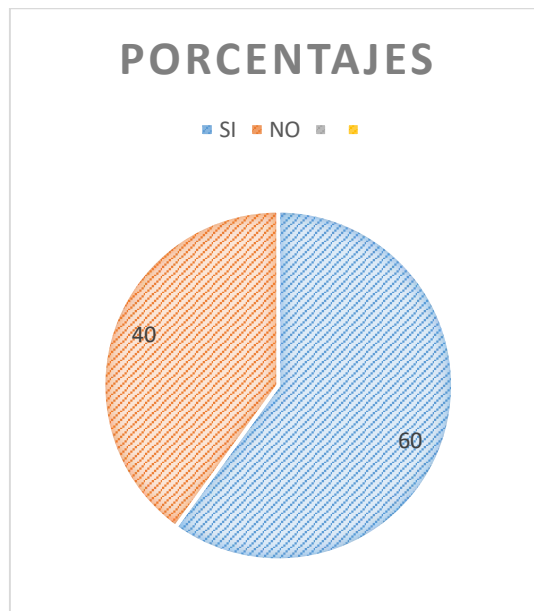


Figura 40 Diagrama de pastel de la pregunta 5

Elaborado por: El investigador

Análisis

En el análisis de la pregunta 5, una parte del personal desconoce las fallas de central, esto se debe a la falta de comunicación, resultados que es observado en la Tabla 11.

Interpretación

La interpretación de la figura 40, indican que existe falta de comunicación entre las personas que laboran en las diferentes áreas.

Pregunta 6

6 ¿Piensa usted que sea necesario implementar nuevos parámetros de control en el área de operación?

Tabla 12 Como son medidas sus metas

Opciones	Cantidad	%
SI	5	90
NO	5	10
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

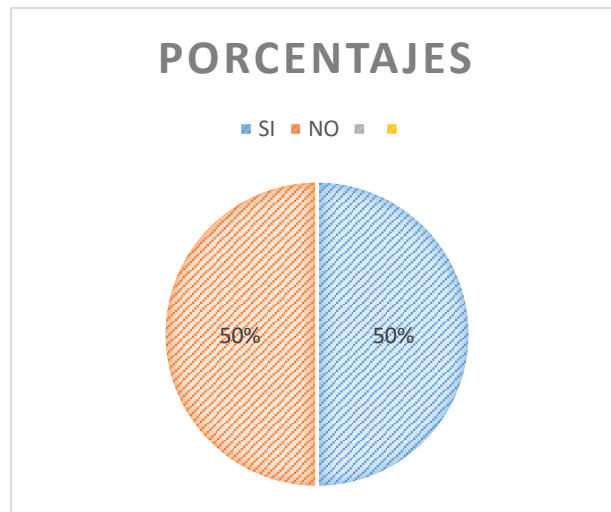


Figura 41 Diagrama de pastel de la pregunta 6

Elaborado por: El investigador

Análisis

La pregunta 6, analiza la posibilidad de crear nuevas formas de controlar, en la Tabla 12 se observa la cantidad de personas que apoya esta iniciativa.

Interpretación

La interpretación de la figura 41, da a conocer que la idea de crear nuevas formas de controlar la operación, la misma que tiene el apoyo dividido entre el personal.

Pregunta 7

7 ¿Tiene usted conocimiento de otras técnicas o herramientas que ayuden a disminuir las horas de falla en la central?

Tabla 13 Conocimiento del personal

Opciones	Cantidad	%
SI	3	30
NO	7	70
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

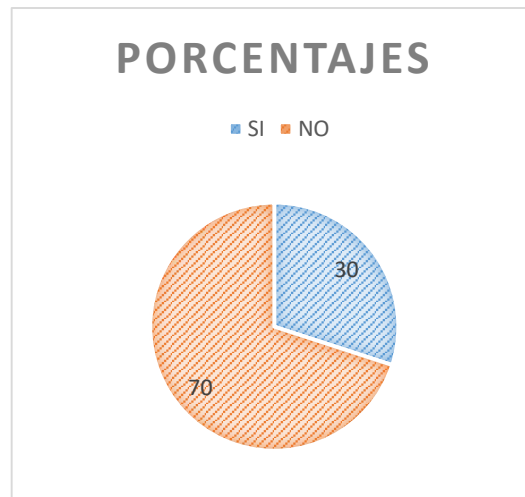


Figura 42 Diagrama de pastel de la pregunta 7

Elaborado por: El investigador

Análisis

Al analizar la tabla 13, se puede notar el desconocimiento de más técnicas que ayuden a disminuir las horas de falla.

Interpretación

La figura 42, se evidencia la necesidad de capacitar al personal para fomentar el conocimiento de nuevas técnicas y herramientas que contribuyan a disminuir las horas de falla.

Pregunta 8

8 ¿Cree usted que al no poder trabajar las maquinas a su máxima capacidad afecta al rendimiento?

Tabla 14 Afectación de la capacidad sobre el rendimiento

Opciones	Cantidad	%
SI	10	100
NO	0	0
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

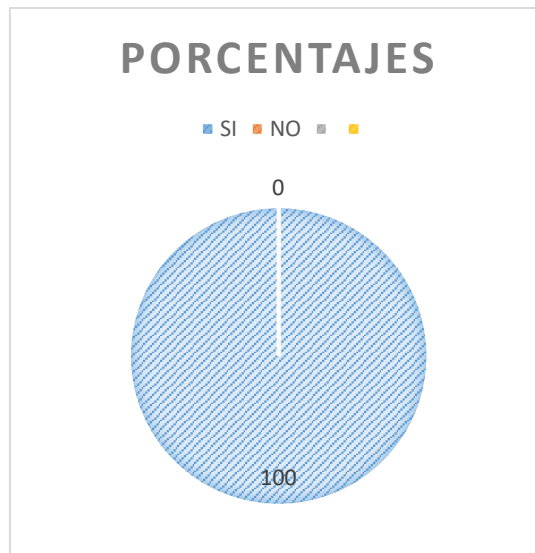


Figura 43 Diagrama de pastel de la pregunta 8

Elaborado por: El investigador

Análisis

Al analizar la figura 43, se puede observar que el personal entiende que el rendimiento depende del buen estado de las máquinas.

Interpretación

La interpretación que se da a la tabla 14, muestra que el personal está de acuerdo en que el rendimiento aumenta si se aprovecha al máximo las máquinas.

Pregunta 9

9 ¿Tiene usted conocimiento sobre lo que trata la metodología de las 5 S?

Tabla 15 Conocimiento sobre la metodología de las 5 S

Opciones	Cantidad	%
SI	7	70
NO	3	30
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

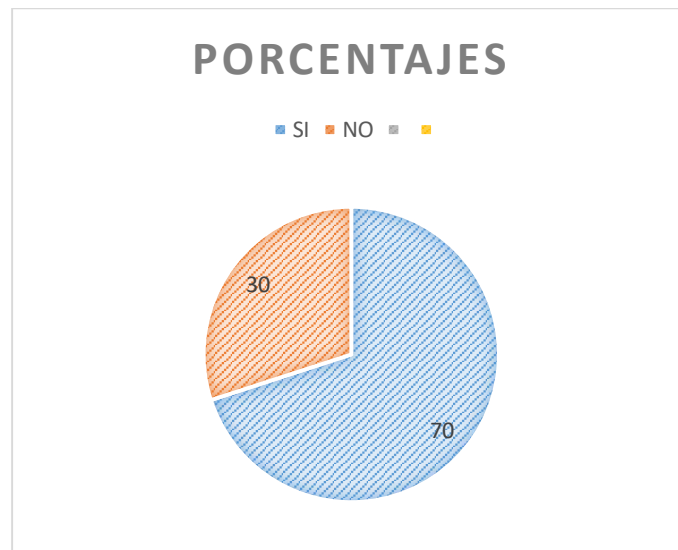


Figura 44 Diagrama de pastel de la pregunta 9

Elaborado por: El investigador

Análisis

Con el análisis de esta pregunta 9, se entiende que gran parte del personal conoce esta poderosa metodología como se observa en la Tabla 15.

Interpretación

Al interpretar los resultados de la figura 44, se deduce que el personal ya tiene conocimientos sobre la metodología 5 S, lo que facilitaría su entendimiento al tener una capacitación.

Pregunta 10

10 ¿Sabe usted lo que significa mantenimiento autónomo?

Tabla 16 Conocimiento sobre mantenimiento autónomo

Opciones	Cantidad	%
SI	8	80
NO	2	20
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

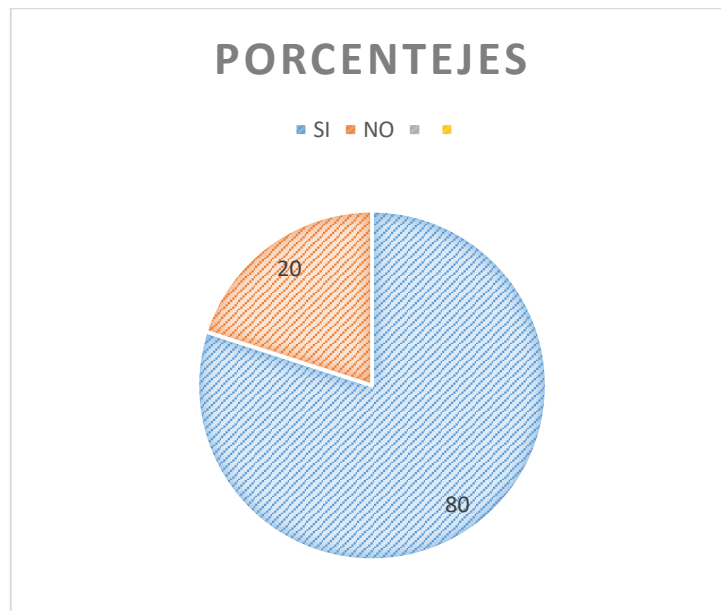


Figura 45 Diagrama de pastel de la pregunta 10

Elaborado por: El investigador

Análisis

El análisis de la figura 45, indica que la mayor parte del personal conoce sobre el mantenimiento autónomo.

Interpretación

La interpretación de la tabla 16, indica que 8 de cada 10 personas cose o a escuchado lo que es el mantenimiento autónomo.

Pregunta 11

11 ¿Conoce usted que es el mantenimiento de confiabilidad?

Tabla 17 Conoce usted que es el mantenimiento de confiabilidad

Opciones	Cantidad	%
SI	2	20
NO	8	80
Total	10	100

Elaborado por: El investigador

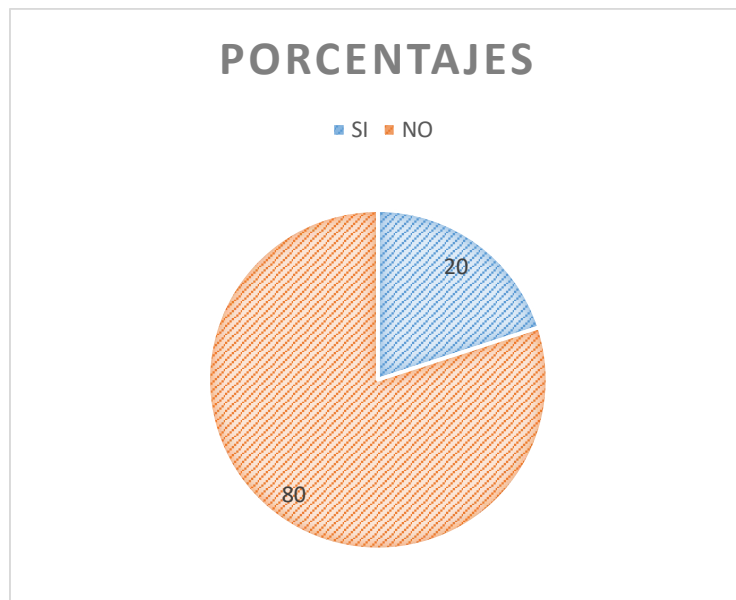


Figura 46 Diagrama de pastel de la pregunta 11

Elaborado por: El investigador

Análisis

Analizando la figura 46, se puede considerar que existe desconocimiento de lo que es el mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Interpretación

Interpretando la tabla 17, se puede decir que el 80 % de las personas encuestadas no saben que es el mantenimiento por confiabilidad, lo que indica la falta de capacitación.

4.9.1 Resumen de encuesta

En la Tabla 18, se puede observar un resumen de los valores que se obtuvieron de las encuestas que se aplicaron al personal.

Tabla 18 Resumen de encuestas

Resumen de encuesta		
Descripción	Cantidades	
	SI	NO
Pregunta 1	10	0
Pregunta 2	6	4
Pregunta 3	2	8
Pregunta 4	9	1
Pregunta 5	6	4
Pregunta 6	5	5
Pregunta 7	3	7
Pregunta 8	10	0
Pregunta 9	7	3
Pregunta 10	8	2
Pregunta 11	2	8

Elaborado por: El investigador

Con los resultados obtenidos al aplicar la encuesta al personal, se evidencia la falta de capacitación, la que ha incidido en el aumento del tiempo de indisponibilidad de los motores de combustión interna.

En el anexo 3, se encuentra el registro de operación hora a hora, los mismos que se llenan diariamente a cada hora, en el que consta los datos del deterioro de las máquinas que causan el bajo rendimiento que se registra en el informe diario de operación.

4.10 Análisis e interpretación del control de mantenimiento de los motores

Se empleó un check list de los mantenimientos que deberían realizarse en cada motor mediante sus horas de funcionamiento, datos que determinamos mediante las tablas del manual de las máquinas que se muestra en el anexo 21 y se lo comparo con los datos obtenidos con nuestro estudio, en los que refleja el porcentaje de mantenimientos que serializaron en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre de 2017.

Tabla 19 Grupos electrógenos MTU en la Central Térmica Loreto

UNIDADES O GRUPOS ELECTROGENOS MTU DE LA UN TERMOPICHINCHA			
ZONA ORIENTE			
Central	LORETO		
N° Unidad en planta	1	2	3
Año de Fabricación	2013	2013	2013
Marca y código	MTU SDMO X1000UC214001491	MTU SDMO X1000UC214001832	MTU SDMO X1000UC214001492
Modelo Motor	16V 2000 G85	16V 2000 G85	16V 2000 G85
Serie Motor	536 111 910	536 112 019	536111979
Marca Generador	LEROY SOMER	LEROY SOMER	LEROY SOMER
Serie del Generador	308063/3	308056/3	308063/4
Potencia Nominal (kW)	1000	1000	1000
Potencia Efectiva (kW)	750	750	750
R.P.M.	1800	1800	1800
Estado	DISPONIBLE	DISPONIBLE	INDISPONIBLE

Elaborado por: El investigador

Objetivo:

Recolectar la información necesaria para analizar y poder determinar el porcentaje de gestión de mantenimiento aplicado en los motores de la CT Loreto.

1. Check list del mes de mayo de 2017

Tabla 20 Mantenimientos necesarios al mes mayo

Mantenimientos necesarios al mes mayo			
Horometro inicial:2410,57 Horometro final:2683,00	Mantenimientos previstos en el mes	Mantenimientos realizados	% realizado
Mantenimientos autónomos diarios	31	9	29,03 %
Cambio de aceite	2	2	100,00 %
Limpieza de radiador	1	1	100,00 %
Limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00 %
Cambio de filtros de aceite	2	2	100,00 %
Cambio de filtros de combustible	2	2	100,00 %
Limpieza de maquina	4	2	50,00 %
Cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00 %
TOTAL			72,38 %

Elaborado por: El investigador

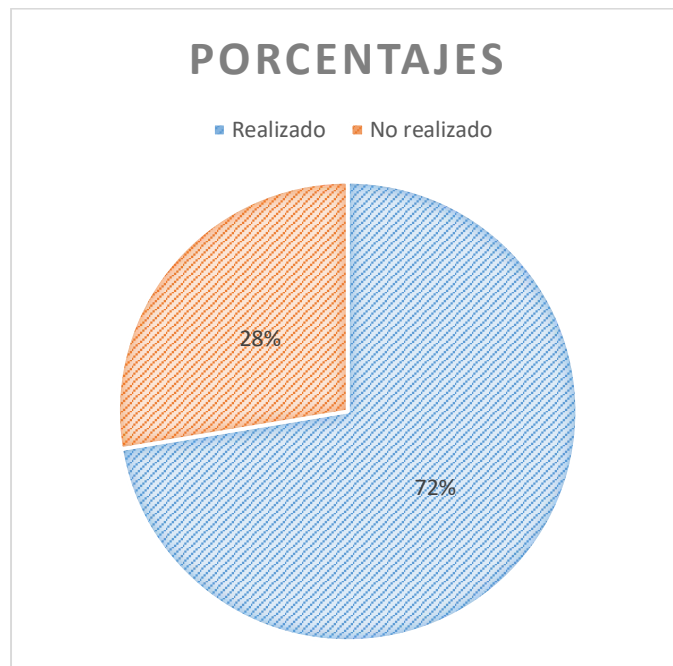


Figura 47 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de mayo de 2017

Elaborado por: El investigador

2. Check list del mes de junio de 2017

Tabla 21 Mantenimientos necesarios al mes junio

Mantenimientos necesarios al mes junio			
Horometro inicial: 11020,54 Horometro final:11290,90	Mantenimientos previstos cada mes	Mantenimientos realizados	% realizado
Mantenimientos autónomos diarios	30	18	60,00 %
Cambio de aceite	2	2	100,00 %
Limpieza de radiador	1	0	0,00 %
Limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00 %
Cambio de filtros de aceite	2	2	100,00 %
Cambio de filtros de combustible	2	2	100,00 %
Limpieza de maquina	4	2	50,00 %
Cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00 %
Revisión de refrigerante	1	1	100,00 %
TOTAL			67,78 %

Elaborado por: El investigador

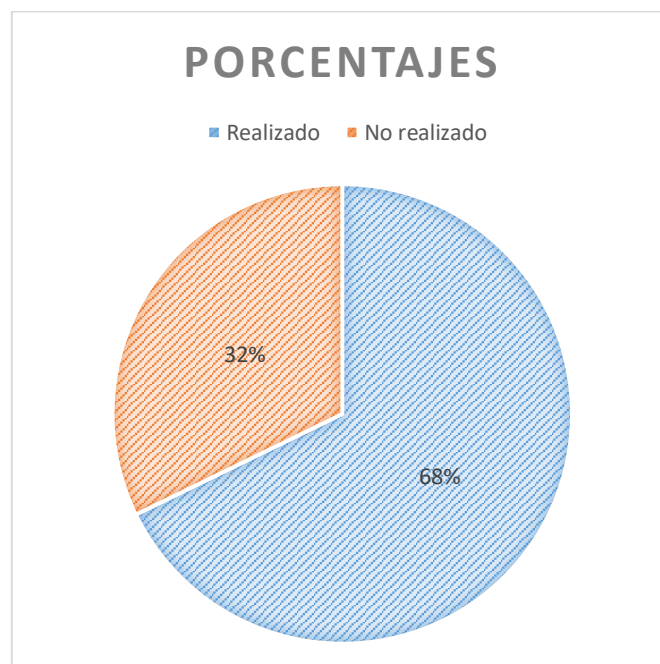


Figura 48 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de junio de 2017

Elaborado por: El investigador

3. Check list del mes de julio de 2017

Tabla 22 Mantenimientos necesarios al mes julio

Mantenimientos necesarios al mes julio			
Horometro inicial:11290,90 Horometro final:11503,80	Mantenimientos previstos cada mes	Mantenimientos realizados	% realizado
Mantenimientos autónomos diarios	31	8	25,81 %
Cambio de aceite	2	2	100,00 %
Limpieza de radiador	1	1	100,00 %
Limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00 %
Cambio de filtros de aceite	2	2	100,00 %
Cambio de filtros de combustible	2	2	100,00 %
Limpieza de maquina	4	0	0,00 %
Cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00 %
Revisión de refrigerante	1	1	100,00 %
Calibración de válvulas	1	0	0,00 %
Cambio correas de transmisión	1	0	0,00 %
Filtros de aire	1	0	0,00 %
TOTAL			52,15 %

Elaborado por: El investigador



Figura 49 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de julio de 2017

Elaborado por: El investigador

4. Check list del mes de agosto de 2017

Tabla 23 Mantenimientos necesarios al mes agosto

Mantenimientos necesarios al mes agosto			
Horometro inicial:11503,80 Horometro final:11738,10	Mantenimientos previstos cada mes	Mantenimientos realizados	% realizado
Mantenimientos autónomos diarios	31	15	48,39 %
Cambio de aceite	2	2	100,00 %
Limpieza de radiador	1	1	100,00 %
Limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00 %
Cambio de filtros de aceite	2	2	100,00 %
Cambio de filtros de combustible	2	2	100,00 %
Limpieza de maquina	4	1	25,00 %
Cambio de filtro separador de agua	2	1	50,00 %
Revisión de refrigerante	1	1	100,00 %
TOTAL			69,27 %

Elaborado por: El investigador

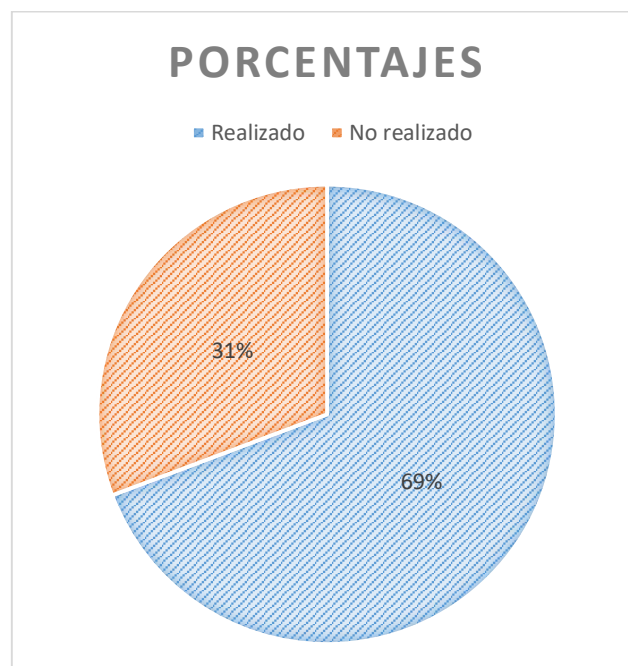


Figura 50 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de agosto de 2017

Elaborado por: El investigador

5. Check list del mes de septiembre de 2017

Tabla 24 Mantenimientos necesarios al mes septiembre

Mantenimientos necesarios al mes septiembre			
Horometro inicial:11738,10 Horometro final:11934,30	Mantenimientos previstos cada mes	Mantenimientos realizados	% realizado
Mantenimientos autónomos diarios	31	20	64,52 %
Cambio de aceite	2	2	100,00 %
Limpieza de radiador	1	1	100,00 %
Limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00 %
Cambio de filtros de aceite	2	2	100,00 %
Cambio de filtros de combustible	2	2	100,00 %
Limpieza de maquina	4	2	50,00 %
Cambio de filtro separador de agua	2	1	50,00 %
Revisión de refrigerante	1	1	100,00 %
Calibración de válvulas	1	0	0,00 %
Cambio correas de transmisión	1	1	100,00 %
Filtros de aire	1	0	0,00 %
Bomba de inyección de combustible	1	0	0,00 %
Limpieza de inyectores	1	0	0,00 %
TOTAL			54,61 %

Elaborado por: El investigador

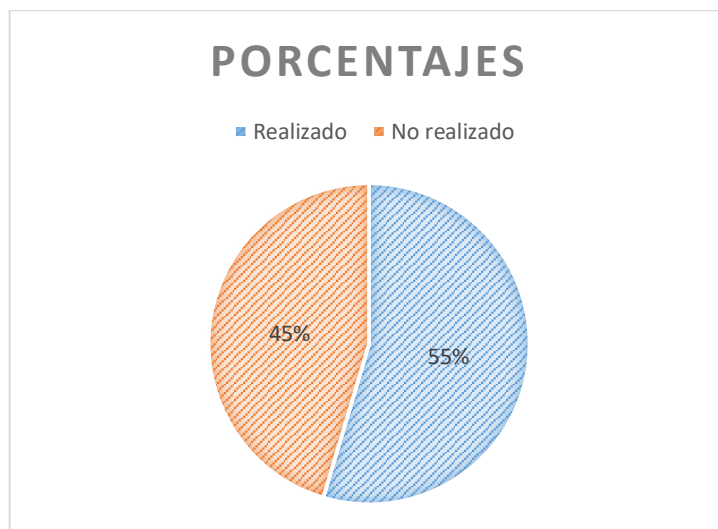


Figura 51 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de septiembre de 2017

Elaborado por: El investigador

6. Check list del mes de octubre de 2017

Tabla 25 Mantenimientos necesarios al mes octubre

Mantenimientos necesarios al mes octubre			
Horometro inicial:11738,10 Horometro final:12111,0	Mantenimientos previstos cada mes	Mantenimientos realizados	% realizado
Mantenimientos autónomo diarios	31	10	32,26 %
Cambio de aceite	2	2	100,00 %
Limpieza de radiador	1	0	0,00 %
Limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00 %
Cambio de filtros de aceite	2	2	100,00 %
Cambio de filtros de combustible	2	2	100,00 %
Limpieza de maquina	4	1	25,00 %
Cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00 %
Revisión de refrigerante	1	1	100,00 %
calibración de válvulas	1	0	0,00 %
Filtros de aire	1	1	100,00 %
Bomba de inyección de combustible	1	0	0,00 %
Limpieza de inyectores	1	0	0,00 %
TOTAL			50,56 %

Elaborado por: El investigador

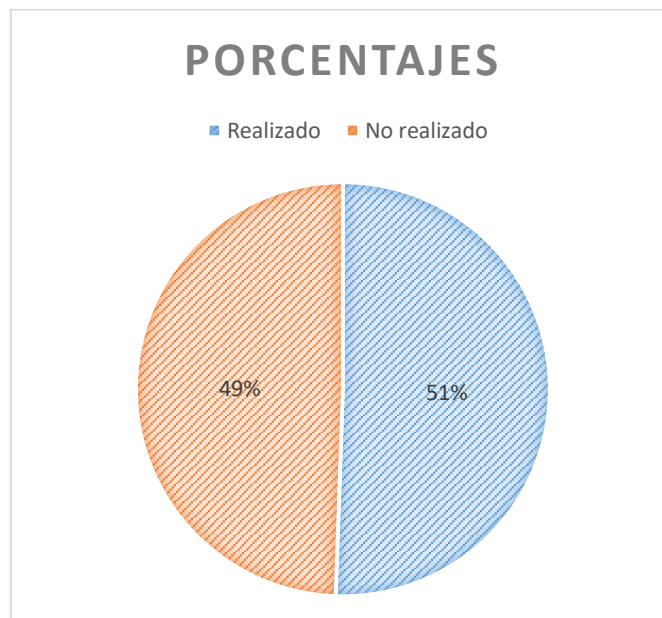


Figura 52 Porcentajes de mantenimiento realizado en el mes de octubre de 2017

Elaborado por: El investigador

Análisis general

Con los resultados obtenidos en los check list realizados en los diferentes meses, se observa una disminución de los mantenimientos requeridos, resultados producido por una inadecuada gestión de mantenimiento, realizando solo ciertos tipos de correcciones a los motores y descuidando otros, causando problemas como el bajo rendimiento.

Interpretación general

Con los datos obtenidos se logran evidenciar que mientras más descuido existe en la realización de mantenimientos, aumentan los problemas en el normal funcionamiento de las máquinas.

4.10.1 Resumen de check list de mantenimientos

En la tabla 26, encontramos el resumen de los datos que se ha obtenido mediante el check list que se aplicó a los motores

Tabla 26 Resumen de check list de mantenimientos

Resumen de check list de mantenimientos	
Meses	% de gestión de mantenimiento actual
mayo	72,38 %
junio	67,78 %
julio	52,15 %
agosto	69,27 %
septiembre	54,61 %
octubre	50,56 %

Elaborado por: El investigador

Con los datos recogido se puede determinar que existe un gran descuido en el mantenimiento de las máquinas, que de no ser tomada en atención traerá la aparición de múltiples fallas.

4.11 Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis de la investigación (Hi): Un modelo de gestión de mantenimiento afecta el rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de una central térmica, en el área que da mayor rentabilidad económica como es la de operación.

Hipótesis Nula (Ho): Un modelo de gestión de mantenimiento no afecta en el rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de una central térmica, en el área que da mayor rentabilidad económica como es la de operación.

4.12 Estimador estadístico

La verificación de la hipótesis se realizará por el método T-Student, la cual es una herramienta estadística que nos ayuda a verifica que la hipótesis alternativa es la correcta y descartando la hipótesis nula.

Para poder hallar el valor es necesario determinar el coeficiente de correlación lineal de Pearson que se determina mediante la siguiente fórmula.

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x * S_y}$$

Ecuación 3

Esto significa que el coeficiente de correlación lineal de Pearson es igual a la varianza de las variables x, y, (**S_{xy}**); entre la desviación estándar de x, (**S_x**), por la desviación estándar de y, (**S_y**).

Para determinar este valor se toma el rendimiento de la máquina que se encuentra en los informes mensuales presentados, ver anexo 18, siendo el primer dato una referencia del valor más alto del rendimiento de los motores, cuando recién fueron adquiridos, ver anexo 50, por lo que se presume que el nivel de gestión de mantenimiento era 100% en ese tiempo, y también utilizaremos el porcentaje de aplicación del modelo de gestión actual, ver anexo 20, esto se lo pudo determinar mediante información del supervisor de mantenimiento y la comparación de las tablas de horas de mantenimiento de los catálogos del fabricante, ver anexo 21.

En la Tabla 27, encontramos los valores de los rendimientos que las determinamos en la columna de las X, comparados con los niveles de gestión de mantenimiento que tenían en ese momento que las determinamos en la columna de las Y.

Tabla 27 Tabla de valores

#	Rendimiento mensual (x)	% de gestión de mantenimiento actual (y)
1	13,71	100
2	10,16	72,38
3	9,88	67,78
4	9,4	52,15
5	9,95	69,27
6	9,42	54,61
7	9,33	50,56

Elaborado por: El investigador

Estos datos ayudaran a determinar la media estándar de (mx) y (my).

Esto significa sumar toda la columna de (x) y dividir para el número de datos que se ha tomado.

$$mx = \frac{\Sigma(x)}{n}$$

Ecuación 4

También se realizará el mismo procedimiento en la columna (y)

$$m_y = \frac{\Sigma(y)}{n}$$

Ecuación 5

Obteniendo los siguientes resultados.

La media estándar (mx)	10,31
La media estándar (my)	66,68

En el siguiente proceso determinamos el valor de “a” para cada una de las filas que exista, por medio de la siguiente ecuación.

$$a = x - mx$$

Ecuación 6

Y para determinar “b” para cada una de las filas que exista, utilizaremos la siguiente ecuación.

$$b = y - my$$

Ecuación 7

Tabla 28 Resultados de tabla

#	Rendimiento (x)	% de gestión de mantenimiento (y)	a = x-mx	b = y-my
1	13,71	100	3,45	33,32
2	10,16	72,38	-0,10	5,70
3	9,88	67,78	-0,38	1,10
4	9,4	52,15	-0,86	-14,53
5	9,95	69,27	-0,31	2,59
6	9,42	54,61	-0,84	-12,07
7	9,33	50,56	-0,93	-16,12
Total	72,14	466,74	0,00	0,00

Elaborado por: El investigador

También determinaremos el (x^2), el (y^2) y la multiplicación de ($a*b$), como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29 Tabla de datos para determinar coeficiente de correlación lineal “ r ”

Datos							
#	Rendimiento (x)	% de gestión de mantenimiento (y)	a = x-mx	b = y-my	x²	y²	a*b
1	14	100	3,69	33,35	11,87	1110,42	114,82
2	10,16	72,38	-0,15	5,40	0,01	32,51	-0,59
3	9,88	67,78	-0,43	1,10	0,15	1,21	-0,42
4	9,4	52,15	-0,91	-14,53	0,75	211,02	12,56
5	9,95	69,27	-0,36	2,59	0,10	6,70	-0,81
6	9,42	54,61	-0,89	-12,07	0,71	145,65	10,19
7	9,33	50,56	-0,98	-16,12	0,87	259,81	15,06
Total	72,14	466,74	0,00	0,00	14,46	1767,33	150,79

Elaborado por: El investigador

Calculamos la desviación estándar (S_x) y (S_y) por medio del siguiente procedimiento.

Sumamos todas las (x^2) y dividir para el numero de datos (n).

$$S_x = \frac{\Sigma(x^2)}{n}$$

Ecuación 8

Sumamos todas las (y^2) y dividir para el numero de datos (n).

$$S_y = \frac{\Sigma(y^2)}{n}$$

Ecuación 9

Obteniendo los siguientes valores

Desviación estándar	
Sx	1,44
Sy	15,89

Determinamos la varianza de variables (Sxy) con la siguiente ecuación.

$$S_{yx} = \frac{\Sigma((a = x - mx) * (b = y - my))}{n}$$

Ecuación 10

Reemplazamos valores en la ecuación 10.

$$S_{yx} = \frac{150.79}{7}$$

$$S_{xy} = \mathbf{21.54}$$

Con todos los datos encontrados reemplazamos en la ecuación 3, encontrando el coeficiente de correlación lineal de Pearson “r”.

$$r = \frac{21.54}{(1.44) * (15.89)}$$

$$r = \mathbf{0.94}$$

Gráfico de la nube de dispersión

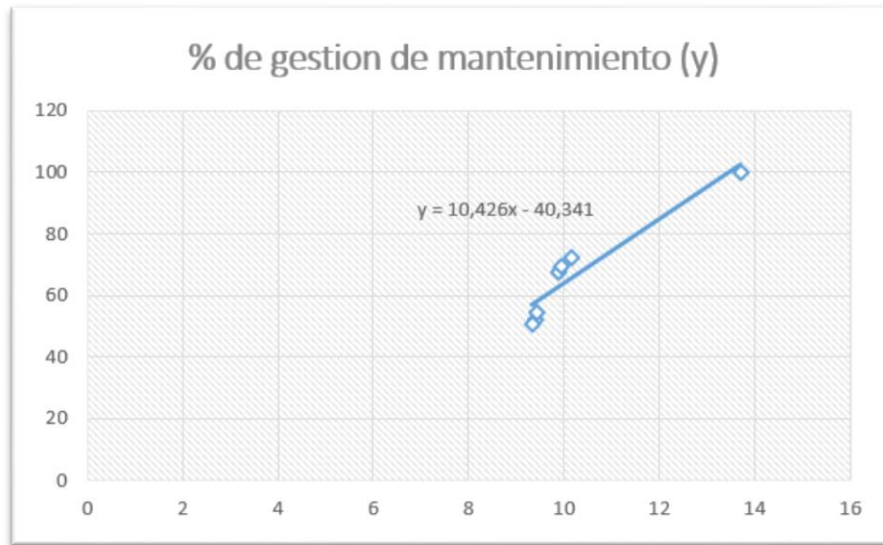


Figura 53 Nube de dispersión

Elaborado por: El investigador

Con el coeficiente de correlación lineal obtenido, determinamos el t-student experimental.

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Ecuación 11

Datos

$r = 0.94$

$n = 3$ (número de máquinas)

Remplazando datos en ecuación 11 tendremos el valor de t-student experimental:

$t = 2.76$

Calculo del t-studen teórico en la tabla.

Calculamos primero el grado de libertad, en donde “n” es el número de máquinas de estudio.

$gl = n-1$

$gl = 3-1$

$gl = 2$

Se toma 0.05 % el grado de confiabilidad cuando se trata de temas de investigación.

En la tabla 30, utilizando los datos anteriores encontramos el valor de t-student teórico, el cual es de 2.92, se lo encerró en un círculo para apreciarlo de mejor manera.

Tabla 30 Tabla T-student

UOC
www.uoc.edu

Contrastes de hipótesis de 1 población

TABLA DE LA t-STUDENT

Esta tabla nos da los valores de a tales que $P[t(df) \geq a] = p$

donde $t(df)$ sigue una distribución t-Student con df grados de libertad

DF	VALORES DE P							
	0,400	0,250	0,150	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	0,3249	1,0000	1,9626	3,0777	6,3137	12,7062	31,8210	63,6559
2	0,2887	0,8165	1,3862	1,8856	2,9200	4,3027	6,9645	9,9250
3	0,2767	0,7649	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8408
4	0,2707	0,7407	1,1896	1,5332	2,1318	2,7765	3,7469	4,6041
5	0,2672	0,7267	1,1558	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,2648	0,7176	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	0,2632	0,7111	1,1192	1,4149	1,8946	2,3646	2,9979	3,4995
8	0,2619	0,7064	1,1081	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	0,2610	0,7027	1,0997	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	0,2602	0,6998	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	0,2596	0,6974	1,0877	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	0,2590	0,6955	1,0832	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	0,2586	0,6938	1,0795	1,3502	1,7709	2,1604	2,6502	3,0122

Elaborado por: El investigador

Para apreciar la tabla T-student completa ver anexo 22.

Comparando los valores del t-student experimental $t_e=2.76$ y el t-student teórico de la tabla $t_t=2.92$

Demostramos que:

$$t_e=2.76 \leq t_t= 2.92$$

Observamos que el t-student experimental es menor al t-student teórico, lo que confirma la aceptación de nuestra H_i .

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como consecuencia de esta investigación se determina las siguientes conclusiones.

- En el presente estudio se analiza el Modelo de Gestión de Mantenimiento actual para los motores de combustión interna de la central termoeléctrica Loreto y mediante los registros de operación se ha determinado que existen descuidos en la realización de los mantenimientos, ocasionando el rápido deterioro de los motores.
- Realizando el análisis de los procedimientos de mantenimientos utilizados en la central termoeléctrica, se comprobó que no poseen modelos de gestión de para este problema, por tal motivo, con la información recolectada en esta investigación, propuso elaborara un Modelo de Gestión de Mantenimiento para mejorar los rendimientos de los motores de combustión interna.
- En la central Térmica Loreto se ha evidenciado que no existe un control estadístico de los mantenimientos realizados a los motores, ocasionado que en las maquinas tengan fallas recurrentes.
- Se ha comprobado que el personal de operación no tiene canales adecuados de comunicación con el personal de mantenimiento, causado que los operadores no informen a tiempo sobre los problemas que presentan las unidades de generación.
- El jefe Zonal de CELEC-EP TERMOPICHINCHA es el encargado de todas las centrales termoeléctricas de la provincia de Orellana, por lo que se evidencia la predisposición para implementar estrategias que contribuyan a mejor el rendimiento de las centrales.

- Con el análisis los datos encontrados en los informes que se entregan diaria y mensualmente, se ha podido evidenciar que el rendimiento de los motores a decaído gradualmente en los últimos meses, por lo que es necesario crear estrategias que ayuden a incrementar el rendimiento.
- La central Loreto tiene un control diario de rendimiento en el que se observa la existencia de variaciones en la productividad, pero estos datos no han sido tomados en cuenta por el personal de mantenimiento, ocasionando la ausencia de acciones correctivas pertinentes.
- La presente investigación ha determinado algunos modelos de gestión de mantenimiento, siendo uno de los más apropiados para nuestro estudio, el denominado mantenimiento total productivo que tiene como filosofía el tener cero fallas, y para validarla se ha empleado el método estadístico de T-STUDENT que es utilizada en investigaciones técnicas, determinando la aceptación de nuestra hipótesis alternativa asegurando que el Modelo de Gestión de Mantenimiento incide en el rendimiento de los motores de combustión interna.

5.2 Recomendaciones

- Tomar en atención los resultados que se generan en los informes diarios y mensuales que realiza el personal de operación, ya que estos nos sirven como indicadores de la existencia de una mala gestión de mantenimiento.
- Mejorar los controles de información para determinar un control estadístico que ayude a planificar con anticipación las diversas fallas que pueden aparecer en los motores de combustión interna.
- Instruir al personal sobre las ventajas que trae el ejecutar nuevas estrategias que logren mejorar la generación y reducir los tiempos de mantenimiento.
- Inculcar al personal sobre la importancia de tener un buen ambiente laboral, que incentive y fortalezca el trabajo en equipo.
- Capacitación continua al personal sobre los grupos electrógenos que manejan.
- Mantener el orden y limpieza en cada uno de los puestos de trabajo al cambio de turno de los operadores.
- Adiestrar al personal para que pueda realizar funciones diferentes a las que están acostumbradas.
- Implementar un modelo de gestión de mantenimiento de producción total que fomente la participación y comunicación de todas las áreas involucradas en la generación eléctrica y que permita la rápida acción para solucionar problemas.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA .

6.1 Tema:

Modelo de gestión de mantenimiento de producción total y su incidencia en el rendimiento de los motores de combustión interna síncronos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación.

6.2 Datos informativos

- **Institución:** Central Térmica Loreto CELEC EP TERMOPICHINCHA.
- **Beneficiario:** CELEC EP TERMOPICHINCHA.
- **Ubicación:** Orellana – Loreto – Vía al Tena 3 ½ Km, tras el cementerio.
- **Equipo técnico:** Estudiante y Tutor.
- **Costo:** no establece.

6.3 Antecedentes para la propuesta

El jefe de las centrales menores en Orellana, quien es el responsable de dirigir la Central Térmica Loreto, se encuentra intranquilo por los bajos niveles de rendimiento de las unidades de generación.

El área que estamos interviniendo para la investigación, se ha observado que cada mes se ha incrementado el número de fallas en las máquinas, provocando el consumo excesivo de combustible y aceite, como consecuencia de esto se ha producido un decaimiento en el rendimiento, acrecentando los gastos de operación.

El tema de investigación que se ha analizado implementar en la Central Loreto, puede ser la más acertada, si contamos con el compromiso de todas las personas que interviene en el normal funcionamiento de la central termoeléctrica.

El modelo a implementar en la Central Térmica Loreto, ya ha sido establecido en otras empresas como Toyota, Hewelt Packard (HP), Apple, General Motors, La Fabril, entre otras.

Obteniendo excelentes resultados, aumentando la calidad de sus productos y servicios, reduciendo considerablemente la aparición de productos defectuosos, encaminado a mejorar la eficiencia de la producción, fomentando la mejora continua y la excelencia con el único fin de lograr una ventaja competitiva a largo plazo, todo esto logrado gracias a la capacitación contante y compromiso de cambio de los trabajadores que se sienten comprometidos con la empresa.

El modelo de gestión que se implementara se basa en el compromiso de todas las personas que intervienen en el proceso de generación eléctrica como son operadores, técnicos de mantenimiento, supervisores y jefes.

6.4 Justificación

En el mundo empresarial existe mucha competencia que exige que los productos y servicios que se ofrecen sean de calidad.

Cuando se ha logrado un renombre de prestigio en el mercado, es muy importante mantenerse entre los mejores, continuando con la mejorando en sus procesos y servicios, manteniendo la calidad para no perder lo logrado.

A pesar de tener gran reputación es importante no estancarse en una zona de confort, y buscar nuevas oportunidades para ser mejor y crecer.

Poniendo en práctica lo aprendido en la formación estudiantil en la maestría, la sabias palabra que inculcaron los docentes, siempre ver más allá de sus metas y siempre seguir actualizando en los conocimientos científicos.

La mayoría de las respuestas a diversas situaciones difíciles se las puede resolver cambiando de punto de vista y arriesgándose a realizar cambios que pueden ser positivos, ¡acaso no es obvio! (Goldratt, No es obvio, 2007).

Si a la primera no se consigue los resultados esperados, empieza de nuevo y aprende de los errores cometidos, mejorando en cada proceso, lo que se necesita es el valor para enfrentarse a las inconsistencias, sin huir de ellas con el clásico “así lo hemos hecho siempre” (Goldratt, 2014).

¿Qué podemos hacer para mejorar?

Capacitar al personal, comprometiéndoles con la empresa, dotándoles de materiales y herramientas necesarias para mejorar sus labores, motivándoles a dar lo mejor y ser responsables de sus acciones en los puestos de trabajo.

Impulsar el trabajo en equipo, incentivándolos a dar ideas y alternativas que ayuden a crear soluciones a los problemas que se presentan en el área de operación de la central.

Entendiendo de mejor manera los procesos que se realiza para genera energía eléctrica, puedo decir que la estrategia que se propone, se alinea con las políticas de la empresa. El mantenimiento de producción total será un eslabón importante que se conecta con la misión y visión que tiene la empresa.

6.5 Objetivos

6.5.1 General

Implementar un modelo de gestión que mejore el rendimiento de los motores de combustión interna sincrónicos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación

6.5.2 Especifico

- Desarrollar los parámetros de cada pilar TPM.
- Comparar los parámetros de control obtenidos antes y después de la implantación en el área operación y su relación directa con la mejora del rendimiento de los motores de combustión interna.
- Proporcionar herramientas que ayuden a dar continuidad al cumplimiento de la nueva estrategia.

6.6 Análisis de la factibilidad

6.6.1 Políticas internas

CELEC EP TERMOPICHINCHA inicia una nueva etapa de crecimiento, al incrementar la capacidad de generación desde 31.2 MW de la primera Central Térmica Guangopolo, a 364.77 MW a nivel nacional, convirtiéndose en una unidad líder en generación térmica con motores de combustión interna y en la actualidad se encuentra geográficamente expandida en las 4 regiones del país.

La instalación de Centrales Termoeléctricas es indispensable no solamente para soportar la demanda de energía en épocas de estiaje o mantenimiento de centrales hidroeléctricas, sino también para fortalecer al Sistema Nacional Interconectado, aumentando la confiabilidad y continuidad del servicio.

En este transcurso del tiempo, CELEC EP TERMOPICHINCHA se diversifica con fuentes de generación renovables y no renovables: priorizando los estudios de prospectos geotérmicos en el Ecuador, sitios con alto potencial eólico, proyectos en biomasa, realizando análisis técnico de biocombustibles para generación de energía eléctrica en las

Islas Galápagos, retos que se basan en una planificación articulada con la estrategia de CELEC EP y con el compromiso y trabajo en equipo de todos los colaboradores de la Unidad (Celec EP, 2018).

Misión

“Generamos bienestar y desarrollo nacional, asegurando la provisión de energía eléctrica a todo el país, con altos estándares de calidad y eficiencia, con el aporte de su talento humano comprometido y competente, actuando responsablemente con la comunidad y el ambiente” (Celec EP, 2018).

Visión

“Ser la Empresa Pública líder que garantiza la soberanía eléctrica e impulsa el desarrollo del Ecuador” (Celec EP, 2018).

Valores:

- **Compromiso:** Honramos todas nuestras responsabilidades como un deber cívico con la Patria, impulsados por nuestra lealtad con la misión de CELEC EP. La mejor medida de nuestro trabajo, es la consecución de los objetivos buscados, en el marco de las políticas institucionales y de nuestros valores y principios.
- **Responsabilidad Social:** Proveemos bienestar y desarrollo a nuestros clientes, a todos los colaboradores de la empresa y sus familias, a nuestros proveedores y socios de negocios, a las comunidades en que actuamos y a la sociedad en general, equilibrando el progreso con la preservación de la naturaleza y el ambiente.
- **Integridad:** Nuestras acciones y decisiones están siempre enmarcadas en la legalidad y en la ética, enfrentando con decisión la corrupción en todas sus formas. Otorgamos a todas las personas la dignidad y consideración que nosotros

desearíamos recibir por parte de ellas. La información sobre nuestras acciones y resultados es abierta y oportuna (Celec EP, 2018).

- Trabajo en equipo: Actuamos en la Unidad, sabiendo que la integración sin barreras y coordinada de nuestros esfuerzos es superior a la suma de los aportes individuales. El poder de nuestra inteligencia colectiva es superior a la magnitud de nuestros retos.
- Pasión por la excelencia: Generamos ideas para la eficacia, eficiencia e innovación de nuestros servicios y gestión. Nos exigimos nuestro mayor esfuerzo a nivel técnico, administrativo y directivo. Estamos permanentemente aprendiendo y actualizando nuestras competencias. Actuamos proactivamente en nuestras decisiones (Celec EP, 2018).

Política de calidad

La Unidad de Negocio CELEC EP TERMOPICHINCHA, establece la calidad como parte importante de su misión, que busca la satisfacción de sus clientes, ofreciéndoles energía eléctrica activa y reactiva, en las mejores condiciones de calidad, con una visión permanente hacia la mejora continua y cumpliendo con los requisitos legales aplicables.

6.7 Diseño del modelo a implementar para mejorar el rendimiento de los motores de combustión interna sincrónicos de las unidades de generación eléctrica en el área de operación.

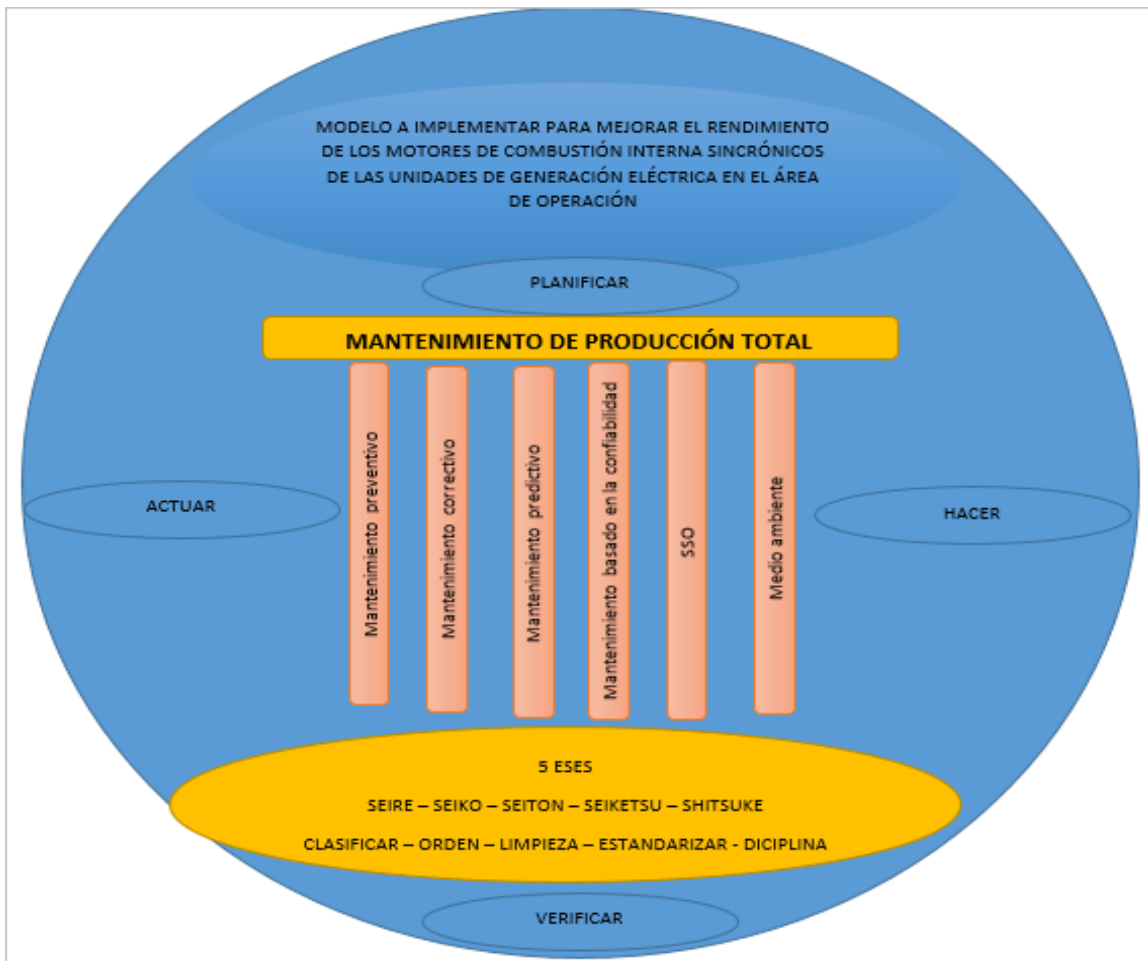


Figura 54 Modelo de gestión aplicarse

Elaborado por: El investigador

6.7.1 Fundamentación teórica - científica

Mantenimiento de producción total (TPM)

El TPM se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora en la eficiencia de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las

personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes y cero paradas (Chan, 2005). Sus principales objetivos son (Esparza, 2015):

- Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta con el objetivo de evitar todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la empresa en la implementación y desarrollo.
- Involucrar a todas las personas, desde la alta dirección hasta los operarios o técnicos, en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas, cero accidentes y cero defectos, apoyándose en las actividades de pequeños grupos de mejora (Esparza, 2015)

Bases del TPM:

- Técnica de las 5 “S”; para la mejora de la organización, orden y limpieza de las áreas de trabajo, es el cimiento en el que después se sustentan los pilares (Esparza, 2015).

Los 8 pilares del TPM:

- Mejoras enfocadas: grupos de trabajo interdisciplinarios formados en técnicas para la mejora continua y la resolución de problemas. Estos grupos enfocarán su trabajo en la eliminación de las pérdidas y la mejora de la eficiencia.
- Mantenimiento planificado: son las actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo orientadas a la prevención y eliminación de averías.
- Mantenimiento autónomo: se basa en las operaciones de inspección y pequeñas actuaciones sencillas, realizadas por los operarios de las máquinas.
- Mantenimiento de calidad: se basa en actuaciones preventivas sobre las piezas de las máquinas que tienen una alta influencia en la calidad del producto.

- **Prevención del mantenimiento:** se basa en la gestión temprana de las condiciones que deben reunir los equipos o instalaciones, para facilitar su mantenibilidad en su etapa de uso.
- **Mantenimiento en áreas de soporte:** se busca el apoyo necesario para que las actividades de TPM aseguren la eficiencia y la implicación global.
- **Mejora de la polivalencia y habilidades de operación:** se refiere a la formación continua del personal de producción y mantenimiento para mejorar sus habilidades y aumentar su polivalencia y especialización (Esparza, 2015).
- **Seguridad y entorno:** la seguridad y la prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias responsables. La seguridad se promueve sistemáticamente en las actividades de TPM (Esparza, 2015).

6.7.2 Análisis de modos de fallas y efectos (AMFE)

Es un método que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan. De esta forma se pueden clasificar las fallas por orden de importancia, permite direccionar las acciones de mantenimiento en aquellas áreas que están generando un mayor impacto en la productividad (Esparza, 2015). Su procedimiento como tal, implica las siguientes actividades

- Definir claramente el sistema a ser evaluado, las relaciones funcionales entre los componentes del sistema y el nivel de análisis que debe ser realizado.
- El análisis de los modos de fracaso: consiste en definir todos los modos de falla potenciales a ser evaluados en el nivel más bajo. Por ejemplo; la pérdida del rendimiento, funcionamiento intermitente, etc.
- Análisis de los efectos de fallas: define el efecto de cada modo de falla en la función inmediata, los niveles más altos de riesgos en el sistema y la función objetivo a ser realizada.

- La rectificación (TPM): determina la acción inmediata que debe ejecutar el operador para limitar los efectos de las fallas o para restaurar la capacidad operacional inmediatamente, además de las acciones de mantenimiento requeridas para rectificar la falla (Esparza, 2015).
- Determinación del porcentaje de fallas: si existe suficiente información, el porcentaje de falla o la probabilidad de cada falla deben ser definidas. De esta manera puede cuantificarse la proporción de fracaso total o la probabilidad de falla asociada con un efecto de un modo de falla.
- Análisis crítico: nos permite determinar una medida que combina la severidad o impacto de la falla con la probabilidad de que ocurra. Este análisis puede ser cualitativo o cuantitativo.
- Acción correctiva: define cambios en el diseño operando procedimientos o planes de prueba que reducen las probabilidades críticas de fallas (Esparza, 2015).

6.7.3 Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Como concepto general podemos decir que la actividad de mantener es asegurar que todo elemento físico de un equipo o instalación desempeñe las funciones deseadas en forma continua. El mantenimiento, por lo tanto, se propone preservar el estado original de diseño o normal de operación. Es evidente que para que esto sea posible los equipos deben ser capaces de cumplir las funciones para las cuales fueron seleccionados y que la selección haya tenido en cuenta la condición de operación real (Hung, 2009).

El mantenimiento centrado en confiabilidad se caracteriza por:

- Considerar la fiabilidad inherente o propia del equipo/instalación. - Asegurar la continuidad del desempeño de su función (Hung, 2009).
- Mantener la calidad y capacidad productiva. Si deseamos aumentar la capacidad, mejorar el rendimiento, incrementar la confiabilidad, mejorar la calidad de la producción, necesitaremos un rediseño (Hung, 2009).
- Tener en cuenta la condición operacional: donde y como se está usando.

Mantenimiento: asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan (Hung, 2009). Los requerimientos de los usuarios van a depender de cómo y cuándo se utilice el activo (contexto operacional).

Esto lleva a la siguiente definición de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad: Es una estrategia/proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico que asegure el desempeño de sus funciones normales en su contexto operacional real (Hung, 2009).

6.7.4 La estrategia de las 5 “S”

Son técnica japonesa que ayudaran a cambiar la mentalidad de los trabajadores, si se acoge a este tipo de cultura.

Tabla 31 5 "S"

JAPONÉS	CASTELLANO
Seiri	Clasificación
Seiton	Organizar
Seiso	Limpiar e inspeccionar
Seiketsu	Mantener Uniformidad, Estandarización
Shitsuke	Entrenamiento y disciplina

Elaborado por: El investigador

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.

- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y apriete
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.
- Conservar el sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5S.
- Poder implantar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción Justo a Tiempo, Control Total de Calidad y Mantenimiento Productivo Total.
- Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía (Vega, 2017).

6.8 Introducción a la normalización

¿Qué es la normalización?

La normalización es una actividad colectiva encaminada a establecer soluciones a situaciones repetitivas. En particular, esta actividad consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas.

La normalización ofrece importantes beneficios, como consecuencia de adaptar los productos, procesos y servicios a los fines a los que se destinan, proteger la salud y el medio ambiente, prevenir los obstáculos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica.

¿Qué es una norma?

Las normas son documentos técnicos con las siguientes características:

- Contienen especificaciones técnicas de aplicación voluntaria.
- Son elaborados por consenso de las partes interesadas:
 - Fabricantes

- Administraciones
- Usuarios y consumidores
- Centros de investigación y laboratorios
- Asociaciones y Colegios Profesionales
- Agentes Sociales, etc.

-Están basados en los resultados de la experiencia y el desarrollo tecnológico.

-Son aprobados por un Organismo Nacional/Regional/Internacional de Normalización reconocido.

-Están disponibles al público.

Las normas ofrecen un lenguaje común de comunicación entre las empresas, la Administración y los usuarios y consumidores, establecen un equilibrio socioeconómico entre los distintos agentes que participan en las transacciones comerciales, base de cualquier economía de mercado, y son un patrón necesario de confianza entre cliente y proveedor.

Ventajas de la normalización

Para los fabricantes:

- Racionaliza variedades y tipos de productos.
- Disminuye el volumen de existencias en almacén y los costes de producción.
- Mejora la gestión y el diseño.
- Agiliza el tratamiento de los pedidos.
- Facilita la comercialización de los productos y su exportación.
- Simplifica la gestión de compras.

Para los consumidores:

- Establece niveles de calidad y seguridad de los productos y servicios.
- Informa de las características del producto.
- Facilita la comparación entre diferentes ofertas.

Para la Administración:

- Simplifica la elaboración de textos legales.
- Establece políticas de calidad, medioambientales y de seguridad.
- Ayuda al desarrollo económico.
- Agiliza el comercio.

¿Qué se normaliza?

El campo de actividad de las normas es tan amplio como la propia diversidad de productos o servicios, incluidos sus procesos de elaboración. Así, se normalizan los Materiales (plásticos, acero, papel, etc.), los Elementos y Productos (tornillos, televisores, herramientas, tuberías, etc.), las Máquinas y Conjuntos (motores, ascensores, electrodomésticos, etc.), Métodos de Ensayo, Temas Generales (medio ambiente, calidad del agua, reglas de seguridad, estadística, unidades de medida, etc.), Gestión y Aseguramiento de la Calidad, Gestión Medioambiental (gestión, auditoría, análisis del ciclo de vida, etc.), Gestión de prevención de riesgos en el trabajo (gestión y auditoría), etc.

Clases de normas

Los documentos normativos pueden ser de diferentes tipos dependiendo del organismo que los haya elaborado. En la clasificación tradicional de normas se distingue entre:

- Normas nacionales son elaboradas, sometidas a un período de información pública y sancionadas por un organismo reconocido legalmente para desarrollar actividades de normalización en un ámbito nacional. En España estas normas son las normas UNE, aprobadas por AENOR, que es el organismo reconocido por la Administración Pública española para desarrollar las actividades de normalización en nuestro país (Real Decreto 2000/1995).
- Normas regionales son elaboradas en el marco de un organismo de normalización regional, normalmente de ámbito continental, que agrupa a un determinado número de Organismos Nacionales de Normalización. Las más conocidas, aunque no las únicas, son las normas europeas elaboradas por los Organismos Europeos de Normalización (CEN, CENELEC, ETSI), y preparadas con la participación de representantes acreditados de todos los países miembros. AENOR es el organismo nacional de normalización español miembro de CEN y CENELEC y, por lo tanto, la organización a través de la cual se canalizan los intereses y la participación de los agentes socioeconómicos de nuestro país en la normalización europea.

- Normas internacionales tienen características similares a las normas regionales en cuanto a su elaboración, pero se distinguen de ellas en que su ámbito es mundial. Las más representativas por su campo de actividad son las normas CEI/IEC (Comité Electrotécnico Internacional) para el área eléctrica, las UIT/ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para el sector de las telecomunicaciones y las normas ISO (Organización Internacional de Normalización) para el resto.

AENOR es el organismo nacional de normalización español miembro de ISO y CEI y, por lo tanto, la organización a través de la cual se canalizan los intereses y la participación de los agentes socioeconómicos de nuestro país en la normalización internacional.

¿Qué es una norma une?

Una norma UNE es una especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba AENOR, organismo reconocido a nivel nacional e internacional por su actividad normativa (Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria).

¿Cómo se elabora una norma une?

La elaboración de una norma UNE, incluida la adopción de normas europeas, se lleva a cabo en el seno de los Comités Técnicos de Normalización (CTN) a través de las siguientes fases:

- Trabajos preliminares (recopilación de documentación, discusión sobre el contenido...) previos a la toma en consideración de una nueva iniciativa;
- Elaboración del proyecto de norma; incluye todas aquellas actividades que se desarrollan por el Comité hasta la aprobación de un documento como proyecto de norma, buscando siempre el consenso de todas las partes;

- Información pública en el BOE; anuncio de la existencia del proyecto de norma, tanto nacional como europea, para que cualquier persona, física o jurídica, pueda remitir las observaciones al mismo que estime oportunas;
- Elaboración de la propuesta de norma, una vez superada la fase anterior, y recibidas en AENOR las posibles observaciones al proyecto, el CTN procede al estudio de las mismas y aprobación de la propuesta de norma final, para su consideración y adopción por AENOR; Registro, edición y difusión de la norma UNE; publicación de la norma UNE por AENOR, notificación a BOE, promoción y comercialización, a través de los servicios comerciales de AENOR.

Definiciones. formas de expresión

Son un conjunto de prescripciones generales, normas que se establecen para alcanzar un cierto grado de desarrollo industrial para favorecer el comercio y racionalizar la producción.

Especificaciones Conjunto de condiciones a cumplir por un producto, procedimiento o material. se trata de una declaración unilateral.

Reglamentos Especificación o conjunto de ellas de obligado cumplimiento.

Normas Especificaciones de carácter no obligatorio en general. se tratan de acuerdos bilaterales.

Clasificación de las normas

Podemos clasificar las normas con arreglo a dos criterios: según su contenido o según su ámbito de aplicación.

Atendiendo al contenido distinguimos:

Normas fundamentales: Establecen los principios y constituyen los acuerdos básicos para establecer las industriales.

Normas Industriales: Son las relativas a la coordinación de los productos y procesos en la industria.

Atendiendo al ámbito de aplicación distinguimos:

Normas Internacionales: Recomendadas por la I.S.O.


Normas Nacionales: De empresa, sector y oficiales. El organismo oficial en España es AENOR, que elabora las Normas UNE, anagrama de Una Norma Española.

Atendiendo al carácter distinguimos:

Normas Obligatorias: Son las militares y las normas nacionales en algunos países.

Normas Cuasi-Obligatorias: No son obligatorias en teoría, pero sí en la práctica.

Normas Recomendadas: Son las nacionales en el resto de países.

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TÉRMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR Las 5 "S"	
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 2		

6.9 Procedimientos a implementar

6.9.1 Procedimiento de implementación para las 5 “s”

Objetivo

Transmitir de forma clara y precisa la implementación de las técnicas 5 “S” en el área de operación de la central térmica Loreto.

Alcance

Todas las áreas que intervengan en el funcionamiento de la central.

Responsable

La responsabilidad de cada uno de las personas que está encargada de el buen funcionamiento de la central, empoderándose de su puesto de trabajo y realizando las estragáis necesarias para cumplir y hacer cumplir los reglamentos a todo el personal que labore en la Central Térmica Loreto.

Términos y referencias

Seiri: Despejar, clasificar lo que es necesario y lo que no lo es

Seiton: Organizar, designar, clasificar los materiales y herramientas desde los más utilizados hasta los menos utilizados, organizando el lugar donde ubicarlos.

Seiso: Limpieza e inspección, retira del lugar de trabajo todo lo que no debe encontrar en él.

Seiketsu: Uniformidad, estandarizar, conservar los resultados logrados con la aplicación de los pasos anteriores, teniendo todas las personas el mismo pensamiento, uniformidad.

Shitsuke: Entrenamiento y disciplina, fomentar costumbres de eficiencia y seguridad sin abandonarlas una vez que se hayan fijado, las técnicas correctas de entrenamiento son vitales.

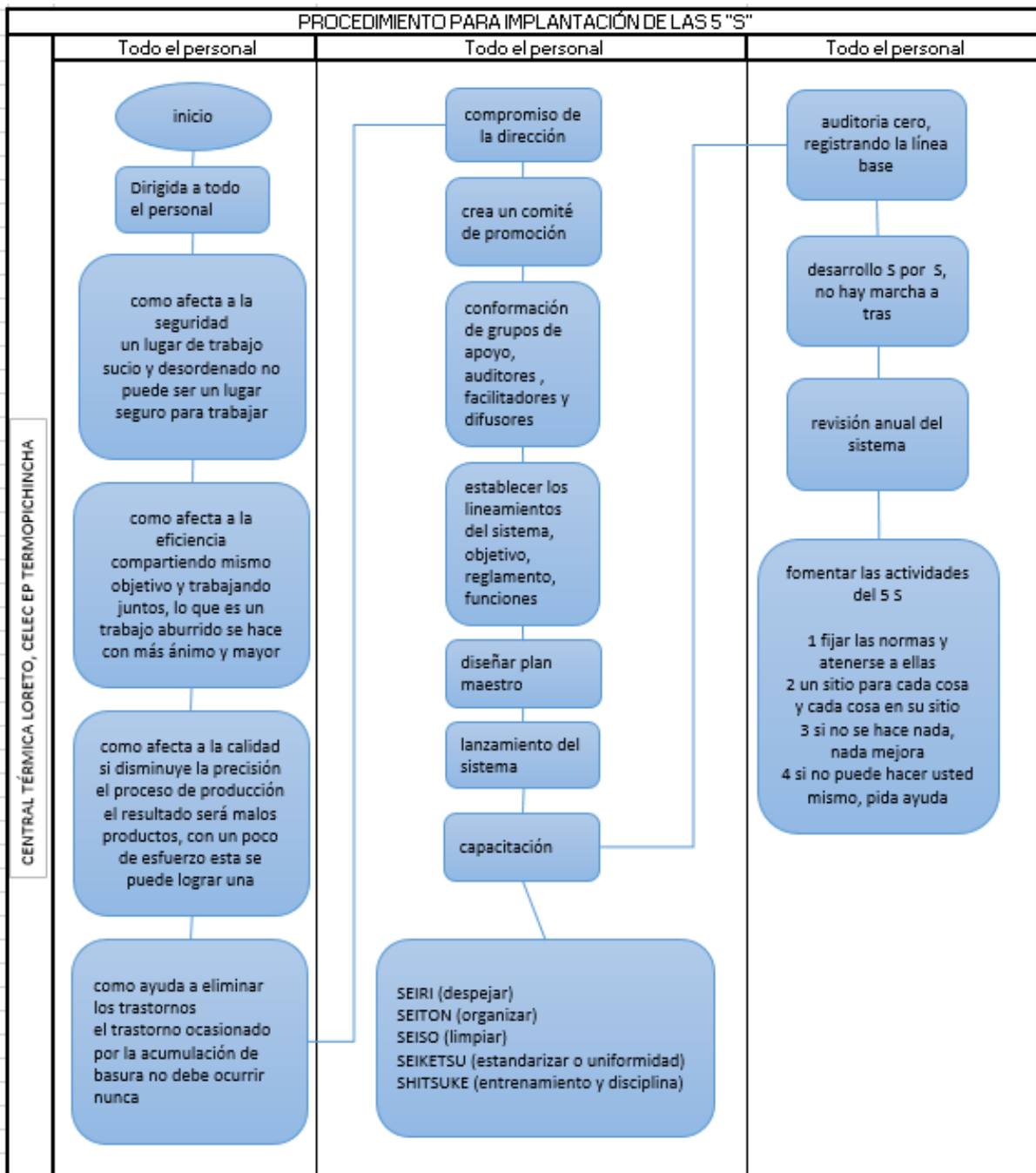
Políticas de la operación

Absolutamente todo el personal que labora en la central deberá regirse a las reglas señaladas en este procedimiento.

Tomando en atención que será motivo de sanción el no cumplimiento de lo establecido para lo cual será fundamental el compromiso de todo el personal que trabaja o tenga q realizar actividades en la central, ver anexo 47.


Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 32 Procedimiento de implementación de las 5 “S”



Elaborado por: El investigador

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 3		

6.10 Mantenimiento preventivo

6.10.1 Procedimiento de mantenimiento preventivo

Objetivo

Efectuar revisiones periódicas para verificar ruidos o vibraciones extrañas que provoque daños a las unidades que se encuentran en el área de operación de la central térmica Loreto.

Alcance

Todas las operadores y personal de mantenimiento que laboran en la central.

Responsable de mantenimiento

Llevar un registro de los mantenimientos realizados para alimentar datos en la computadora y controlando la hora de funcionamiento para establecer próximos mantenimientos preventivos.

Supervisor de mantenimiento

Coordinar los mantenimientos con tiempo para que el personal de operación pueda preparar la unidad a ser intervenida, evitando de esta manera posibles accidentes.

Mecánicos de turno

Tomar en consideración todos los avisos de fallas que reporta el personal de operación para evitar paros por fallas.

Operadores


Como es el personal que más está en contacto con las máquinas y conoce de mejor manera el funcionamiento, reportar cualquier anomalía que identifique para que el personal de mantenimiento tenga conocimiento sobre ellas.

Desarrollo

Los encargados de liderar los mantenimientos deben estar en constante comunicación con todo el personal con el fin de establecer un historial confiable de mantenimiento que facilite la rápida acción para solventar cualquier falla que se presente.

Par garantizar la mejor estrategia dividir al personal de mantenimiento en grupos de 2 persona que consten de un electricista y un mecánico para optimizar su trabajo y

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 2 de 3		

conocimiento al igual que siempre contar con el apoyo del operador de turno que siempre debe estar dispuesto a facilitar la información necesaria sin dejar de lado sus funciones principales, las cuales estar pendiente de la operación de los grupos electrógenos.

Registra cada una de las actividades con el fin de tomar en consideración que herramientas son las necesarias para su trabajo, contemplando una lista de control para optimizar el tiempo de trabajo evitando pérdidas de tiempo en viajes absurdos por olvido de algún material o herramienta.

Es importante comunicar y socializar lo aprendido con todo el personal, para que conozca de primera mano que falla son las que más inciden y como determinarlas y dar posibles soluciones en caso de que puedan ser realizadas por el personal de operación.

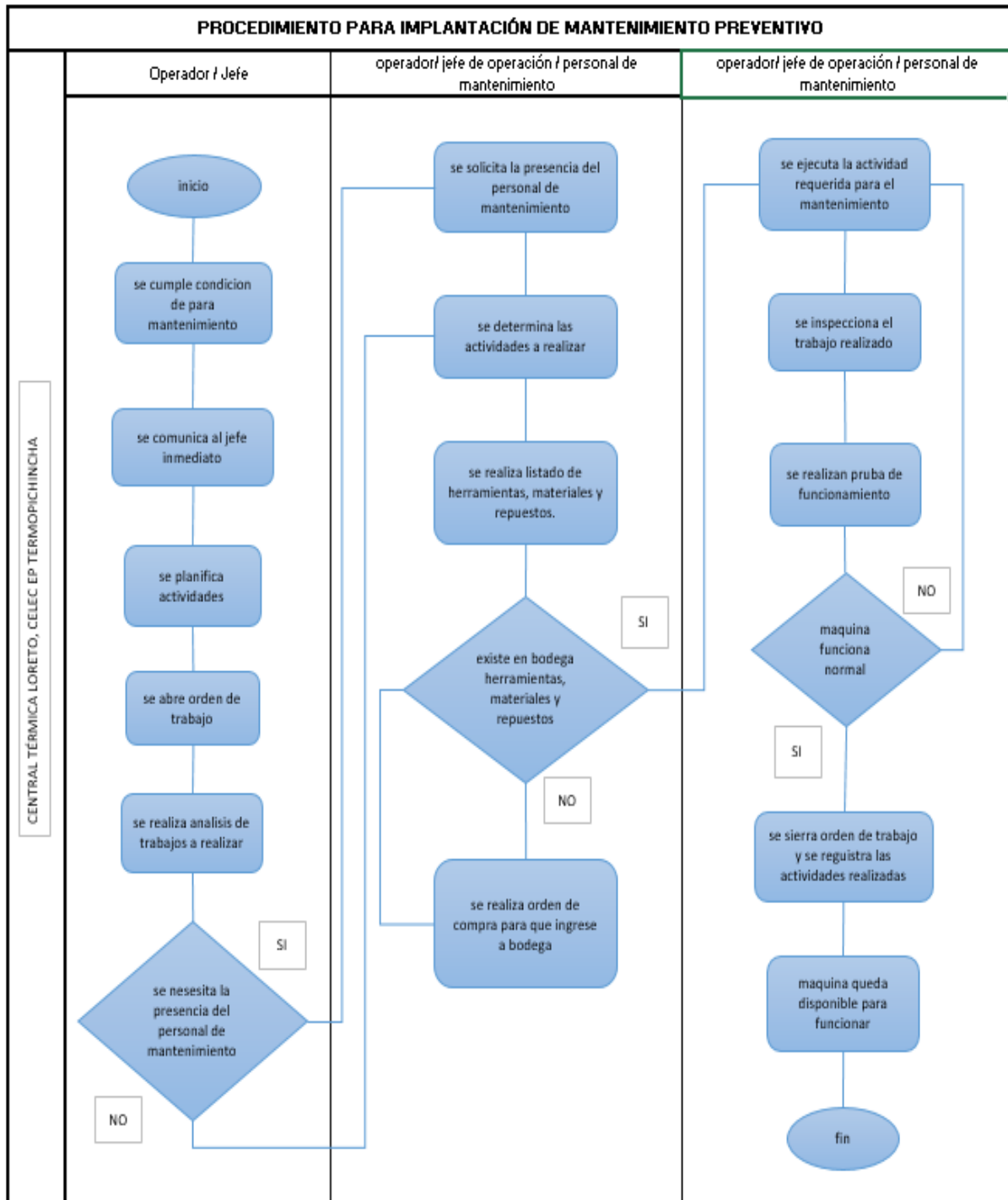
A de más de tener un registro por parte del mecánico es muy importante que el personal de operación también lleve un registro de las máquinas que operan, no solo por respaldar la información sino también para que conozcan las máquinas y se involucren con su cuidado y limpieza.

Fomentando el involucrarse más con can la central, volviéndose más eficiente y valioso para la empresa.


Será de gran utilidad la información del anexo 21, 49, 51.

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 33 Procedimientos de mantenimiento preventivo.



Elaborado por: El investigador

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 2		

6.11 Mantenimiento correctivo

6.11.1 Procedimiento de mantenimiento correctivo

Objetivo

Es realizar actividades de mantenimiento que no son planificadas, causando paradas de máquinas inesperadas.

Alcance

Las áreas de operación y mantenimiento.

Responsable del mantenimiento

Coordinar las actividades del personal encargado de realizar y registrar las fallas por medio de orden de trabajo.

Asistente de mantenimiento

La persona de operación puede servir de apoyo para esta tarea.

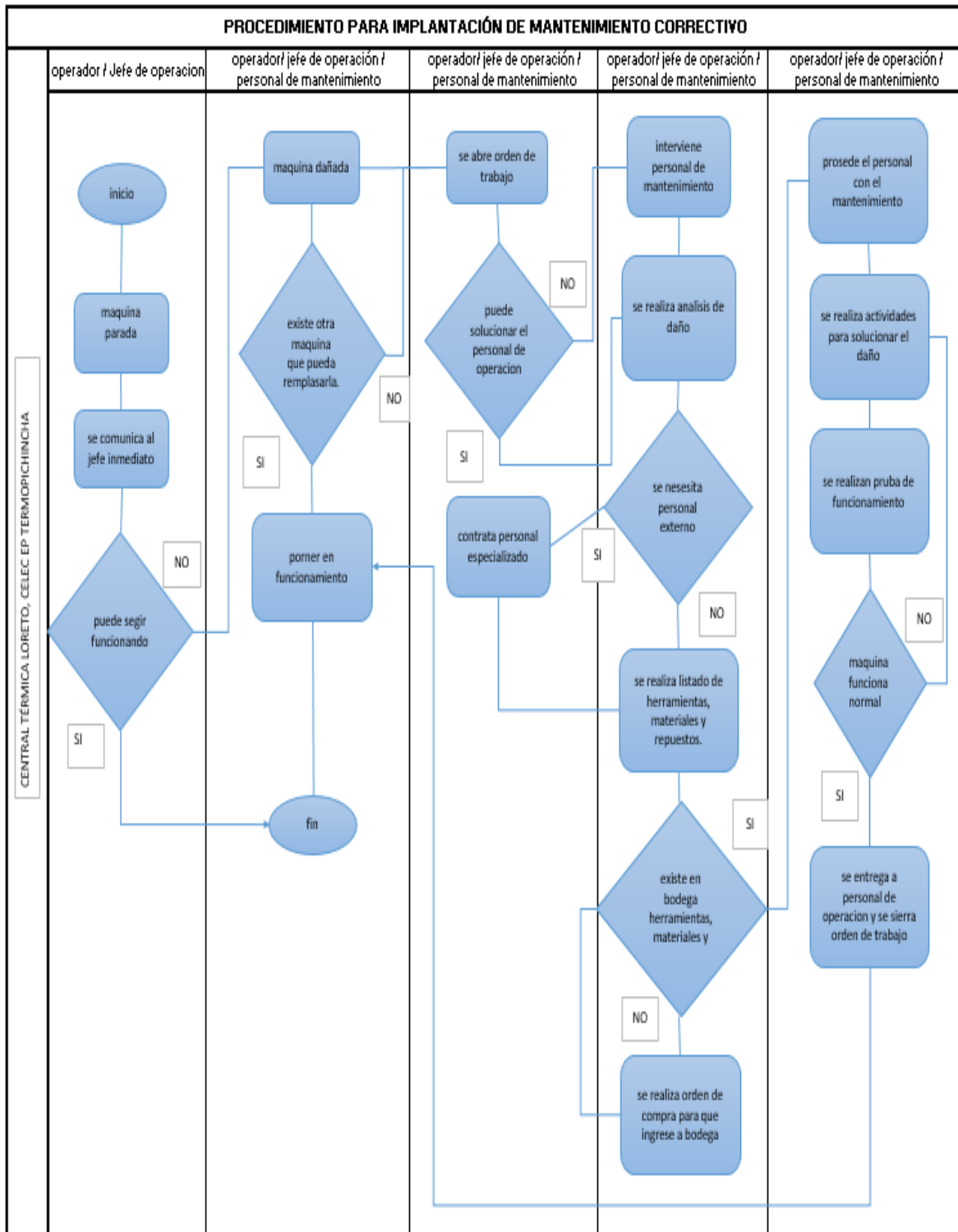
Operadores

Son los responsables de avisar inmediatamente producido el evento de fallos brindando datos técnicos necesarios para ayudar a la preparación de materiales, herramientas y repuestos por parte del personal de mantenimiento.

Tomar en atención la información de los anexos 21, 24, 25, 27, 28, 29 y 52


Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 34 Procedimientos de mantenimiento correctivo



Elaborado por: El investigador

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC-CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO PREDICTIVO	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 3		

6.12 Mantenimiento predictivo

6.12.1 Procedimiento para realizar el mantenimiento predictivo de los motores

Objetivo

Tiene como objetivo el conocimiento de las máquinas, determinado estrategias que ayuden a preparar al personal sobre posibles avisos que presenta la maquina antes de su evento de fallo estipulando horas de operación que ayuden a determinar el fallo de algún elemento antes de que este se produzca.

Alcance

El área de mantenimiento y de operación.

Responsable de mantenimiento

Personal de mantenimiento que coordina las actividades con el jefe de la zona.

Supervisor de mantenimiento

Dirige al personal de mantenimiento, controlando de que las normas de mantenimiento se cumplan, planifican la adquisición de repuesta para que estos siempre puedan llegar oportunamente.

Personal de mantenimiento

Personal que siempre está dispuesto a colaborar y coordinar actividades que designa el superviso.

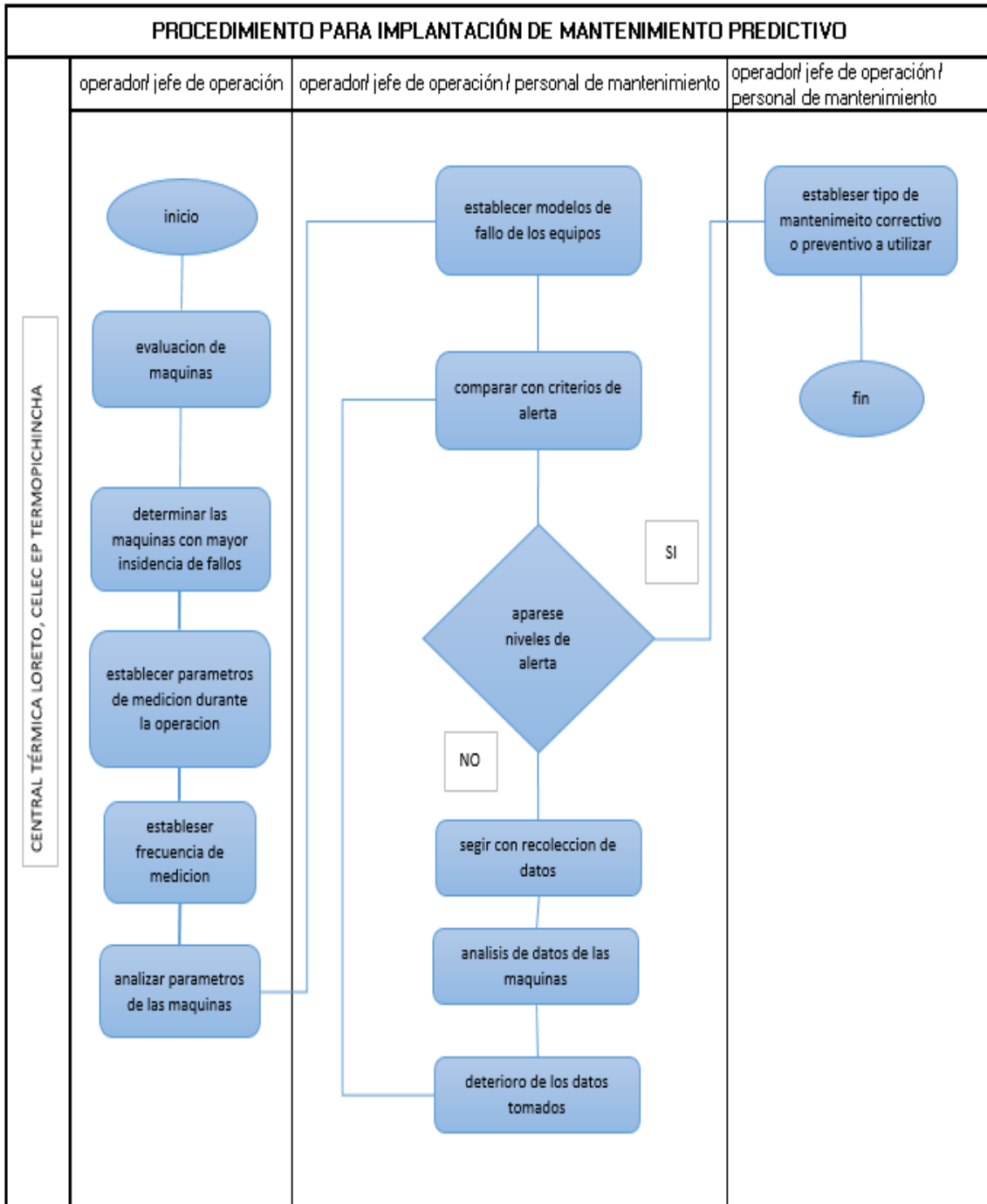
Operadores

Personal dispuesto apoyar al personal de mantenimiento brindando información valiosa sobre las unidades de generación.


Tomar información de la Figura 29, anexo 21 y 32

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 35 Procedimiento para implementar mantenimiento predictivo



Elaborado por: El investigador

Código: PRC.CTL18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO PREDICTIVO	 CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 3 de 3		


Después de cada mantenimiento se debería incentivar a la discusión sobre los daños encontrado con todo el personal para todos compartan sus experiencias y fomente el conocimiento al resto del personal y de esta manera todos pueda hablar un lenguaje técnico que ayude en el diagnóstico de fallas, que pudieran encontrarse en su jornada de trabajo.

Todos deberíamos participar activamente en adquirir conocimientos de todas las áreas en especial el de operación y mantenimiento que su labor siempre esta reaccionadas, personal que en su diario desempeño adquirido destrezas para resolver los problemas en las máquinas.

El apoyo contante de la persona que se encuentra a cargo de la supervisión debe fomentar el trabajo en equipo, fortaleciendo de esta manera los conocimientos que cada persona posee y que el resto desconoce.

Los encargados del área de mantenimiento, siempre deben estar realizando revisiones rutinarias que permitan el diagnóstico oportuno de la máquina, garantizando de esta manera su confinidad y disponibilidad.

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 3		

6.13 Mantenimiento autónomo

El entender que el mantenimiento autónomo se refiere al tipo de mantenimiento que siempre se brinda a las máquinas, el cual se basa en la revisión de sus partes mecánicas, manteniendo el lugar donde se encuentran limpio, el correcto engrasado y acotado, para generar este tipo de mantenimiento no es necesario el tener grandes conocimientos de mecánica, por más pequeña que sea el interés que le ponga en darle atención a la máquina esta se mantendrá en óptimas condiciones y lista para su normal funcionamiento, esta metodología se ha venido aplicando en diversas empresas que pese al tener máquina con alto historial de horas de funcionamiento, estas siguen siendo confiables en la realización de trabajos, el simple hecho de mantener un automóvil siempre funcional a pesar de los años que puede tener, brindándole un adecuado cuidado ayuda a que su vida de utilización se alargue, es un claro ejemplo de mantenimiento autónomo.

6.13.1 Procedimiento para el mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo inicia con un concepto: el personal que tiene a su cargo las tareas de producción, se ocupen también de las tareas de mantenimiento básico de los equipos a su cargo, así como la prevención de fallos.

Limpieza inicial

Limpiar para eliminar polvo y suciedad principalmente en el bastidor del equipo; lubricar y apretar pernos; descubrir problemas y corregirlos.

Contra medidas en la fuente de los problemas

Prevenir la causa del polvo, suciedad, y difusión de esquirlas; mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar; reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar.


Estándares de limpieza y lubricación

Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando, y apretando (específicamente tareas diarias y periódicas).

Inspección general

Con la inspección manual se genera instrucción; los miembros descubren y corrigen defectos menores del equipo.

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 2 de 3		

Inspección autónoma

Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma.

Organización y orden

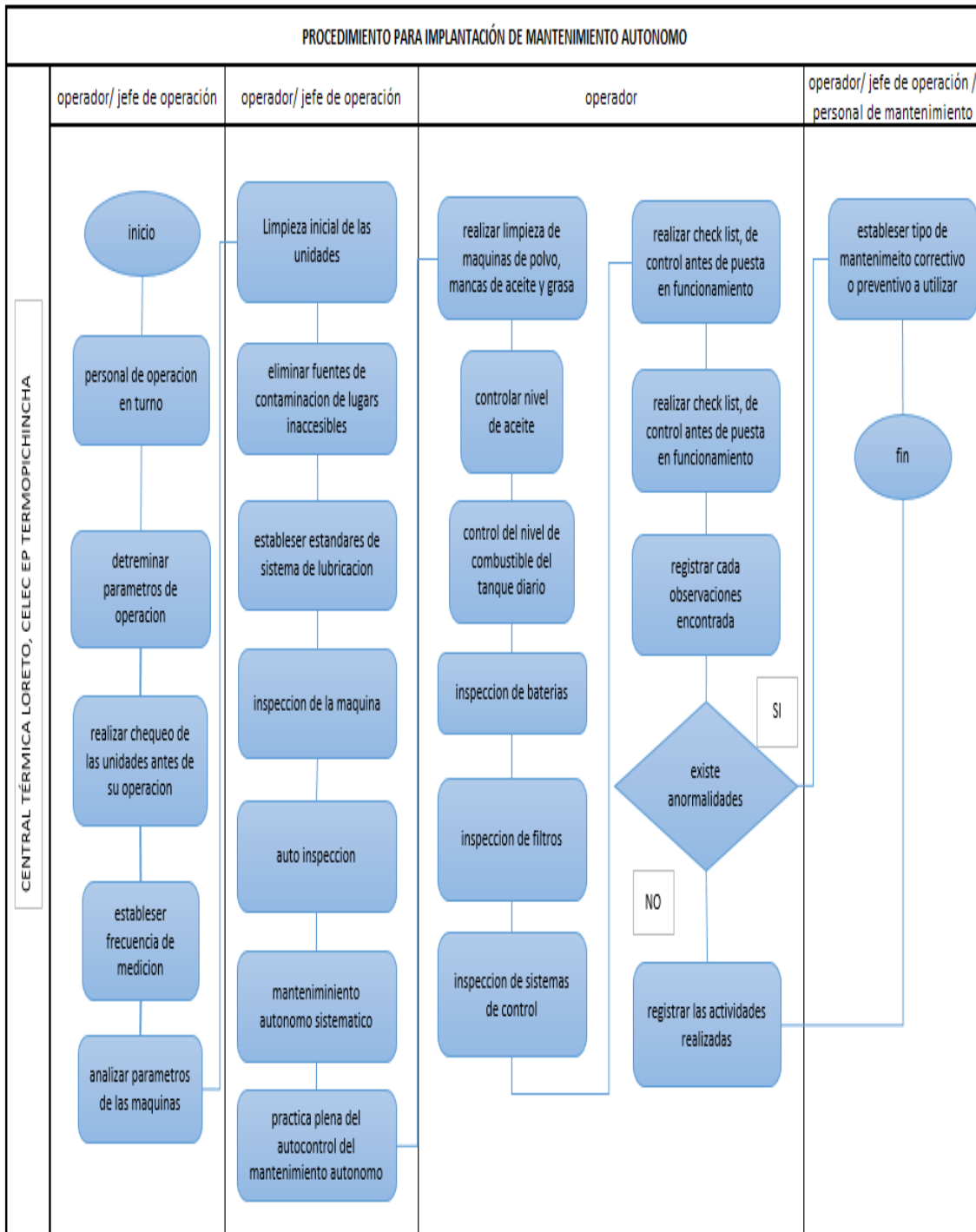
Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento.

- Estándares de inspección para limpieza y lubricación
- Estándares de limpieza y lubricación
- Estándares para registrar datos
- Estándares para mantenimiento piezas y herramientas

tomar en atención la información de los anexos 21, 24, 29 y 47


Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 36 Procedimiento para implantación de mantenimiento autónomo



Elaborado por: El investigador

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD	
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 2		

6.14 Mantenimiento basado en confiabilidad

6.14.1 Procedimiento para implementar mantenimiento basado en fiabilidad (RCM)

Objetivos

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción.

Alcance

Todas las áreas.

Orientada

Esta orienta a los procesos crítico establecidos después de un análisis crítico realizado por un técnico, que se base en cuadros estadísticos que por lo general son enviados por el fabricante de las máquinas.

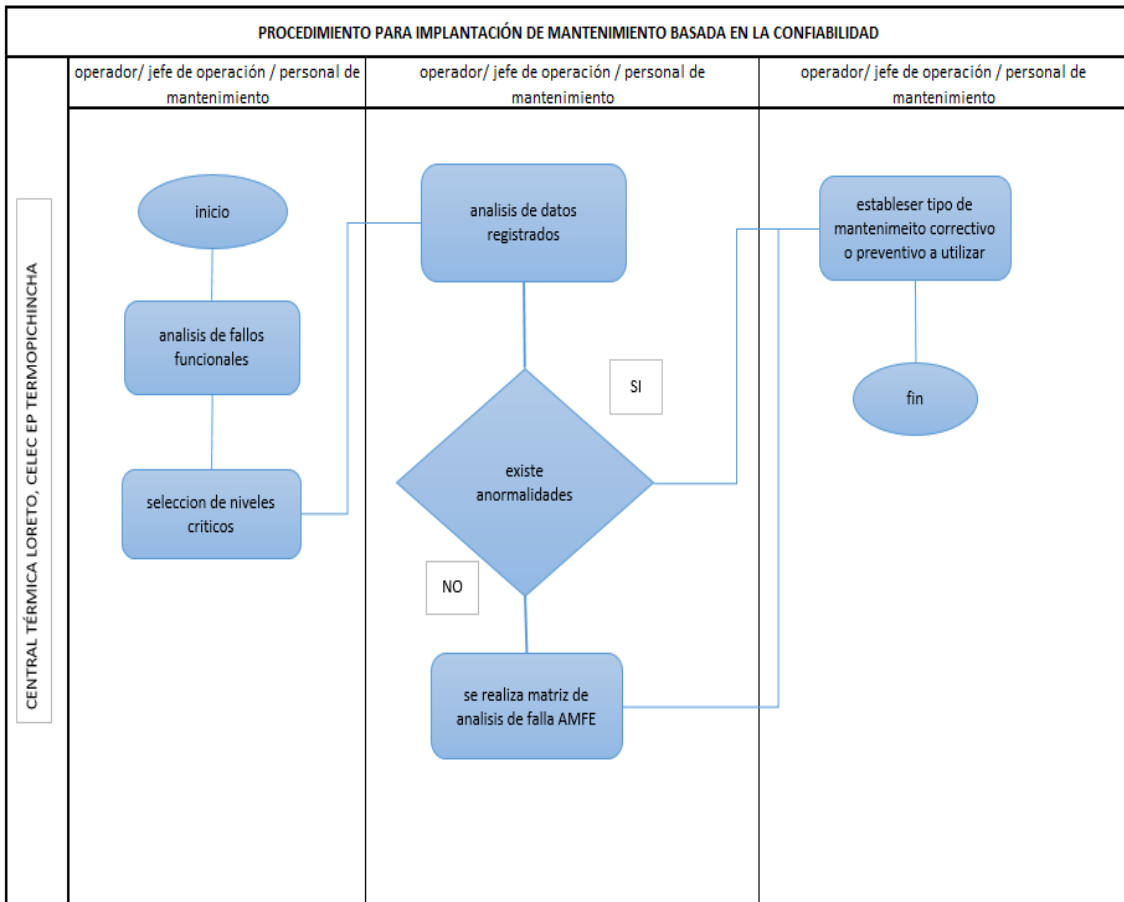
6.14.2 La Metodología RCM (reliability center maintenance)

Es la actividad de mantener todo equipo o instalación desempeñando sus funciones deseadas

Tomar en atención información de anexo 9


Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 37 Procedimiento para RCM



Elaborado por: El investigador

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 2		

6.15 Seguridad y salud ocupacional

El área de Seguridad Industrial de la CELEC EP TERMOPICHINCHA, continúa con el proceso de implementación del Sistema de Gestión en Seguridad Industrial y Salud acorde con lo que dispone la Legislación Nacional vigente (Celec EP, 2018)

Uno de los pilares fundamentales para el desarrollo empresarial es la capacitación y concienciación a todo el personal sobre seguridad industrial y en este sentido se han impartido cursos enfocados a control de incendios, evacuación y rescate, primeros auxilios, manejo de químicos y sustancias peligrosas, planes de emergencias, seguridad vial, manipulación de cargas (Celec EP, 2018).

Se realizó la evaluación técnica de los riesgos de seguridad de las centrales con la adquisición de los instrumentos técnicos para la medición de los riesgos físicos a los que están expuestos nuestros colaboradores, dando inicio a la valoración de los mismos, hasta la fecha, se evaluó la dosimetría de ruido de los operadores, la iluminación de las salas de máquinas, medición de campo electromagnético, medición de stress térmico, así como también, en cumplimiento con las normas y legislación nacional vigente respecto a riesgos existentes, se actualizaron los procesos de señalización, planes de respuesta a emergencias en las centrales de Guangopolo, Santa Rosa, La Propicia, Pedernales y Miraflores (Celec EP, 2018).

Dentro del programa de investigación de accidentes e incidentes, se da estricto cumplimiento al seguimiento de las acciones preventivas para evitar que vuelvan a repetirse el mismo tipo de accidentes (Celec EP, 2018).

Dentro del plan de contingencia contra incendios se realiza continuamente una actualización de conocimientos para preparación y prevención de desastres (Celec EP, 2018).

Revisar anexos 33, 34, 35,36, 37, 48 y 51

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

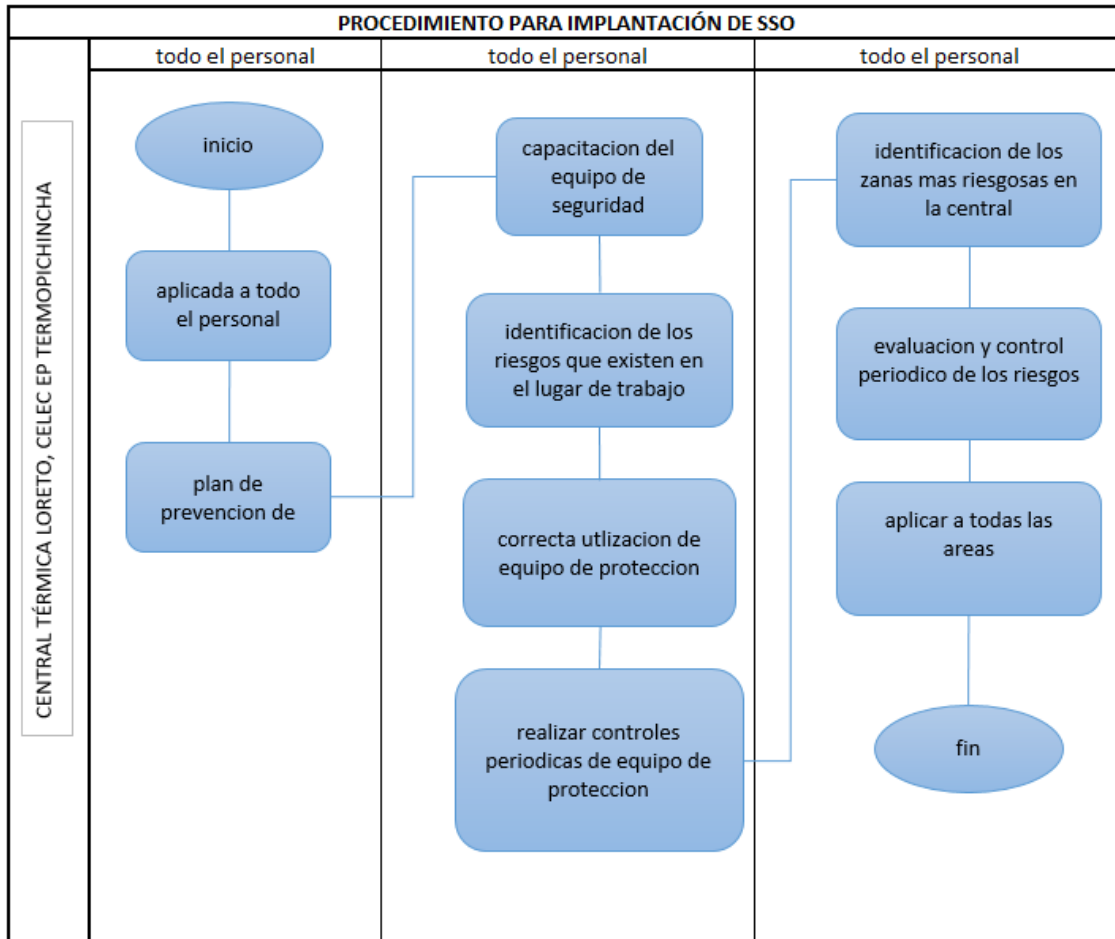
Tabla 38 Estadística de accidentes

Estadísticas	Objetivo	Actual
Días trabajados sin accidentes	365	235
Índice general de accidentes	0	0

Elaborado por: El investigador


Fuente: (Celec EP, 2018)

Tabla 39 Procedimiento para implantación de SSO



Elaborado por: El investigador

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MEDIO AMBIENTE	 CELEC EP Corporación Eléctrica del Ecuador UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 1 de 3		

6.16 Medio ambiente

Dentro de las estrategias que CELEC EP Termo pichincha desarrolla está la expansión y diversificación de la generación eléctrica, en este sentido lleva adelante el desarrollo de proyectos térmicos e hidroeléctricos. La gestión social en los proyectos ha implicado desarrollar procesos de socialización en las comunidades ubicadas en las áreas de influencia; establecer relacionamientos comunitarios permanentes; conocer y sistematizar inquietudes, entre otros aspectos (Celec EP, 2018).

El Gobierno Nacional ante la necesidad de dotar de autonomía energética a la ciudad de Quito ante posibles contingentes en la línea de transmisión Totoras-Santa Rosa, surgió el Proyecto Guango polo II. Este proyecto generará 50 MW, con tecnología de punta, eficiente y que cumple con la normativa nacional e internacional en emisiones al ambiente (Celec EP, 2018).

El Proyecto de Generación Termoeléctrica Guango polo II contempla relaciones laborales, mejoramiento de calidad de vida y desarrollo humano (Celec EP, 2018).

En este sentido un aspecto importante es la generación de empleo a nivel local a través de la contratación de mano de obra calificada y no calificada necesaria en las diferentes fases del proyecto. Los beneficiarios directos son las comunidades ubicadas en las áreas de influencia del Proyecto, con las cuales, además, se han establecido relaciones de cooperación bajo el enfoque de cogestión, cofinanciamiento y participación (Celec EP, 2018).

La sostenibilidad social del proyecto plantea que, a la par del mejoramiento de la infraestructura eléctrica, es prioritario generar acciones orientadas al desarrollo integral de las poblaciones involucradas en los proyectos implementados desde la gestión pública.

Paralelamente a lo mencionado, el alcance, naturaleza y esquema de gestión ambiental, establece una participación mayoritaria y empoderamiento de las comunidades locales, como actores y beneficiarios de los programas de educación, salud comunitaria, reforestación, protección de áreas sensibles, entre otros, todos orientados a mantener la

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Código: PRC.CTL.18.01	CENTRAL TERMICA LORETO PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR MEDIO AMBIENTE	 CELEC EP <small>Corporación Eléctrica del Ecuador</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA</small>
Versión: 1.1		
Fecha: 1-08-2018		
Página: 2 de 3		

armonía entre desarrollo económico, desarrollo social y respeto al medio ambiente (Celec EP, 2018).

La práctica en el departamento de gestión social y ambiental

La Unidad de Negocio Termo pichincha es una unidad líder en generación térmica que forma parte de la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP (Celec EP, 2018).

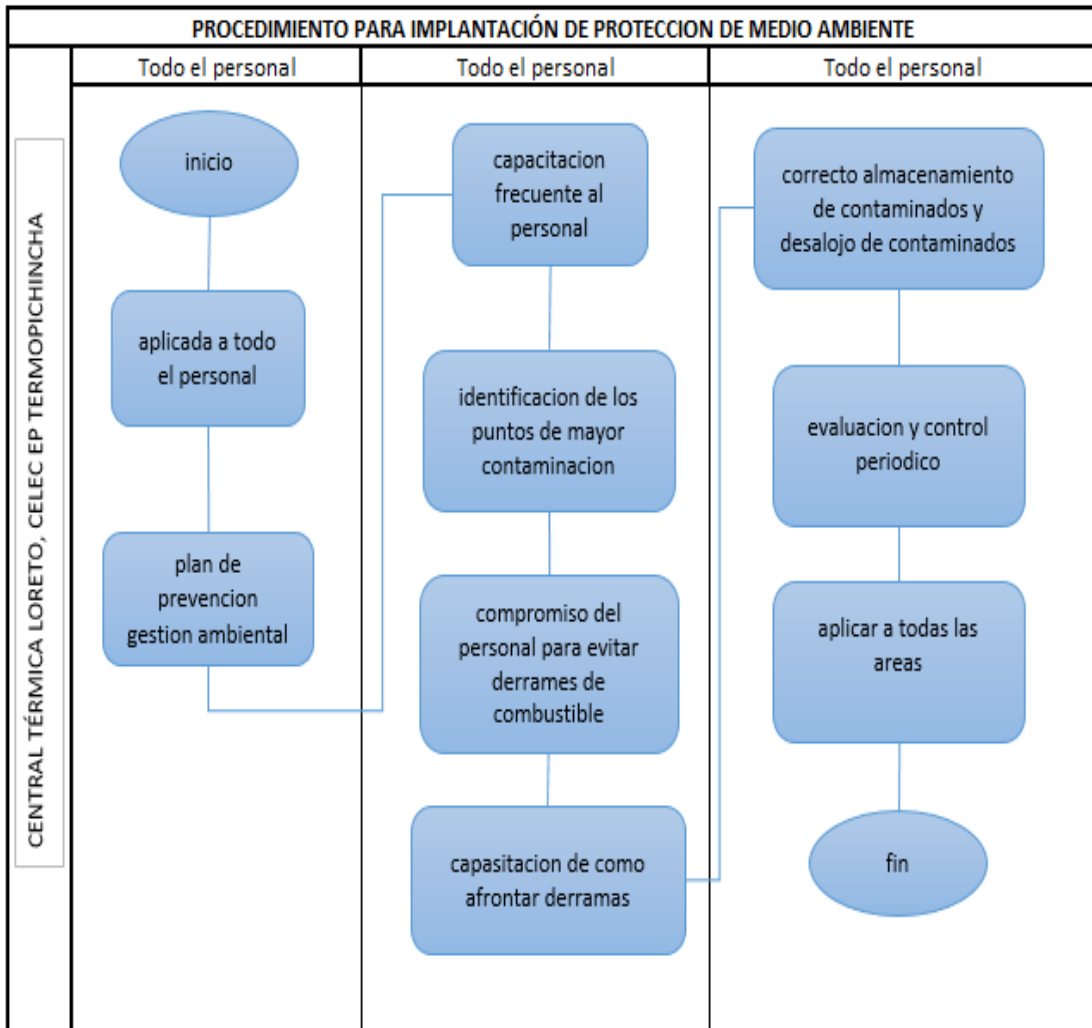
La Unidad de Negocio Termo pichincha cuenta con 20 generadoras térmicas, ubicadas en diferentes provincias del país: Pichincha, Los Ríos, Orellana, Sucumbió, y Galápagos. Dentro de su estructura organizacional cuenta con el Departamento de Gestión Social y Ambiental (Celec EP, 2018).

La Gestión Social implica procesos de socialización con las comunidades ubicadas en las áreas de influencia de cada central, es así que con la finalidad de fomentar la educación nos hemos relacionado directamente con diferentes instituciones educativas para darles a conocer la actividad de nuestras centrales de generación, y lo que hacen en bien de la comunidad; niñez, adolescencia y tercera edad (Celec EP, 2018).

Ver referencias anexo 38 y 39

Elaborado por: El investigador	Revisado por: Jefe de Operaciones	Aprobado por: Jefe de Operaciones
--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Tabla 40 Procedimiento para implantación de protección de medio ambiente



Elaborado por: El investigador

6.17 Herramienta que ayudara a dar seguimiento al cumplimiento de los objetivos propuestos

La central termoeléctrica Loreto, al pertenecer directamente a la unidad de negocios de CELEC EP TERMOPICHINCHA, mide su rendimiento mediante informes mensuales pre establecidos que los diversos jefes de producción y gerentes en las diferentes unidades de negocios solicitan mensualmente.

A los cuales ellos consideran los más importantes para tomar decisiones, los cuales son:

6.17.1 Disponibilidad

Se mide de forma porcentual y da a conocer lo disponible que fue la máquina para el trabajo, y cuyo valor se lo calcula con la siguiente formula.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(Dlm * 24) - (hmc + hmp + hipa + hipd)}{(Dlm * 24)} * 100 \%$$

Ecuación 12

Ejemplo de cálculo de disponibilidad.

Datos:

Días laborados al mes (**Dlm**) = 30 días

Horas de mantenimiento correctivo (**hmc**) = 0 horas

Horas de mantenimiento programado (**hmp**) = 4 horas

Horas de indisponibilidad por arranque (**hipa**) = 0 horas

Horas de indisponibilidad por disparos (**hipd**) = 0 horas

Se reemplaza datos en la Ecuación 12

$$Didponibilidad = \frac{(30 * 24) - (0 + 4 + 0 + 0)}{(30 * 24)} * 100 \%$$

$$Disponibilidad = 99,44 \%$$

6.17.2 Confiabilidad

Se mide de forma porcentual dando a conocer lo confiable que fue la máquina para el trabajo, y cuyo valor se lo calcula con la ecuación 11.

$$Confiabilidad = \frac{((Dlm * 24) - hmp) - (hmc + hipa + hipd)}{((Dlm * 24) - hmp)} * 100 \%$$

Ecuación 13

Ejemplo de cálculo de confiabilidad.

Datos:

Días laborados al mes (**Dlm**) = 30 días

Horas de mantenimiento correctivo (**hmc**) = 0 horas

Horas de mantenimiento programado (**hmp**) = 4 horas

Horas de indisponibilidad por arranque (**hipa**) = 0 horas

Horas de indisponibilidad por disparos (**hipd**) = 0 horas

Remplazo datos en la Ecuación 13

$$Confiabilidad = \frac{((30 * 24) - 4) - (0 + 0 + 0)}{((30 * 24) - 4)} * 100 \%$$

$$Confiabilidad = 100 \%$$

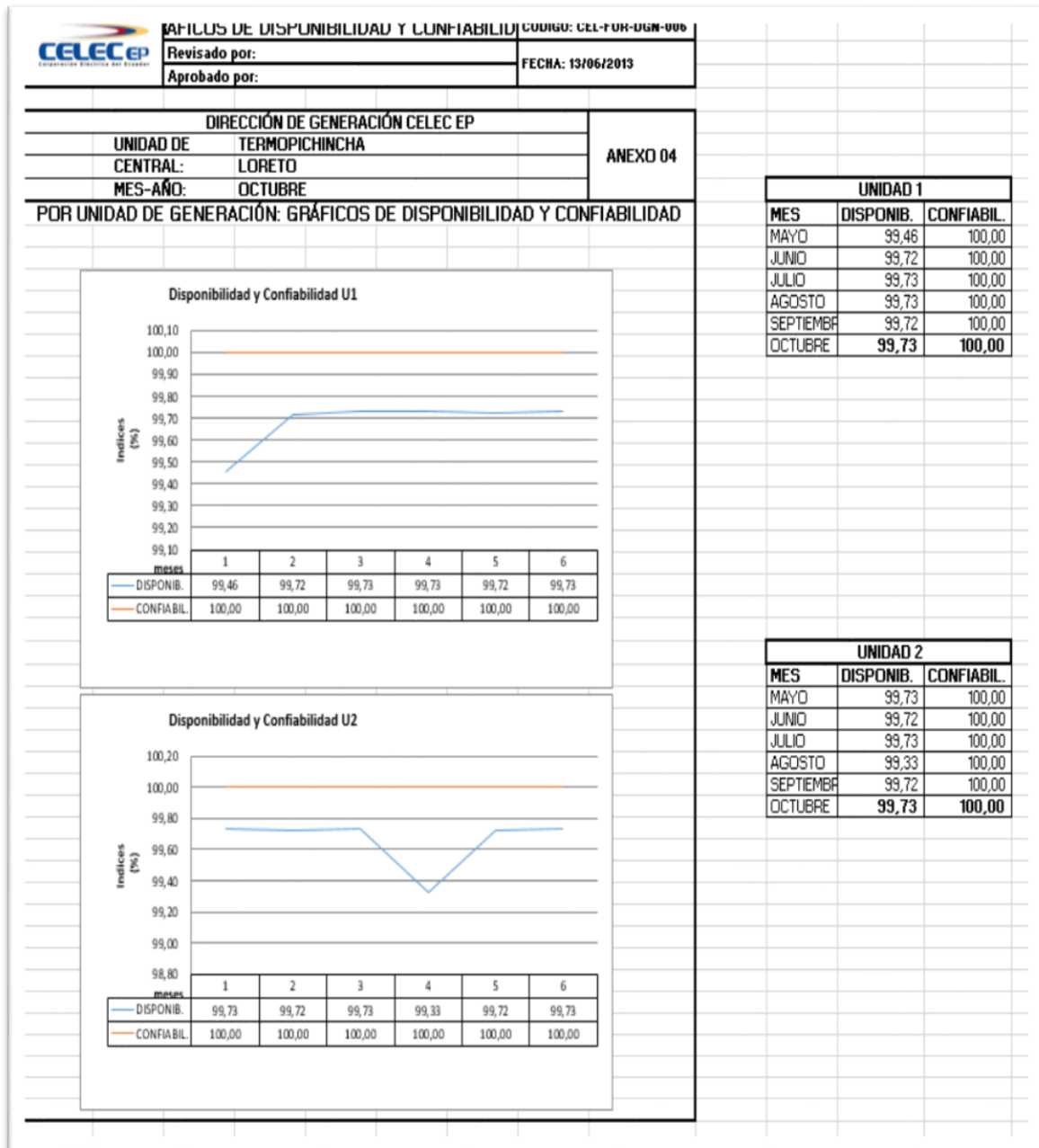


Figura 55 Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad de los meses antes de implementar gestión de mantenimiento

Elaborado por: El investigador

En la Figura 55 se indica el nivel de disponibilidad y confiabilidad que presentan las maquinas antes de comenzar el proceso de implementación de modelo de gestión de mantenimiento.

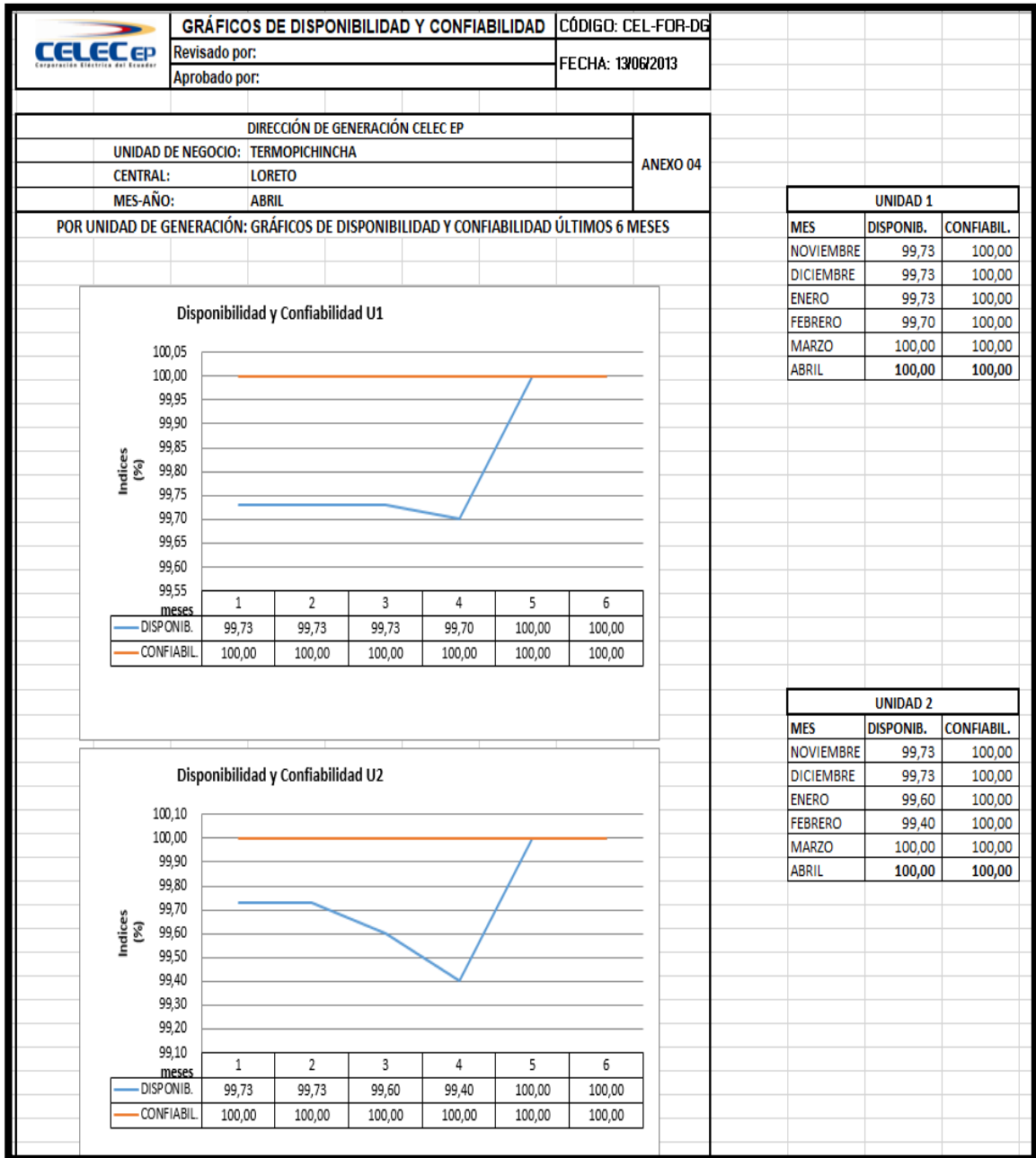


Figura 56 Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad de los meses durante la implementación del modelo de gestión de mantenimiento

Elaborado por: El investigador

En la Figura 56 se puede apreciar la mejora que se han logrado en los meses posteriores, con la implementación de nuestro estudio.

Con los resultados observados en las figuras 55 y 56, se puede observar el beneficio que ha logrado el modelo de gestión de mantenimiento implementado y la notable mejora en sus resultados mensuales.

6.17.3 Rendimiento

Se mide de forma porcentual y permite apreciar el rendimiento que tiene la máquina en el trabajo, y cuyo valor se lo calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Kilovatios Generados al Mes por la Máquina})}{(\text{Cantidad de Diesel Consumido para Generar})}$$

Ecuación 14

Esta fórmula se la utiliza en los informes diarios e informes mensuales, por lo que el valor determinado en esta ecuación es la más importante para tomar en cuenta por que refleja directamente el estado de la máquina.

Ejemplo de cálculo de rendimiento mensual.

Datos:

Kilovatios generados en el mes = 75900 **Kw**

Cantidad de diésel consumido para generar al mes = 7473 **Glns**

Remplazo datos en la Ecuación 14

$$\text{Rendimiento Mensual} = \frac{(75900 \text{ Kw})}{(7473 \text{ Glns})}$$

$$\text{Rendimiento Mensual} = 10.16 \frac{\text{Kw}}{\text{Glns}}$$

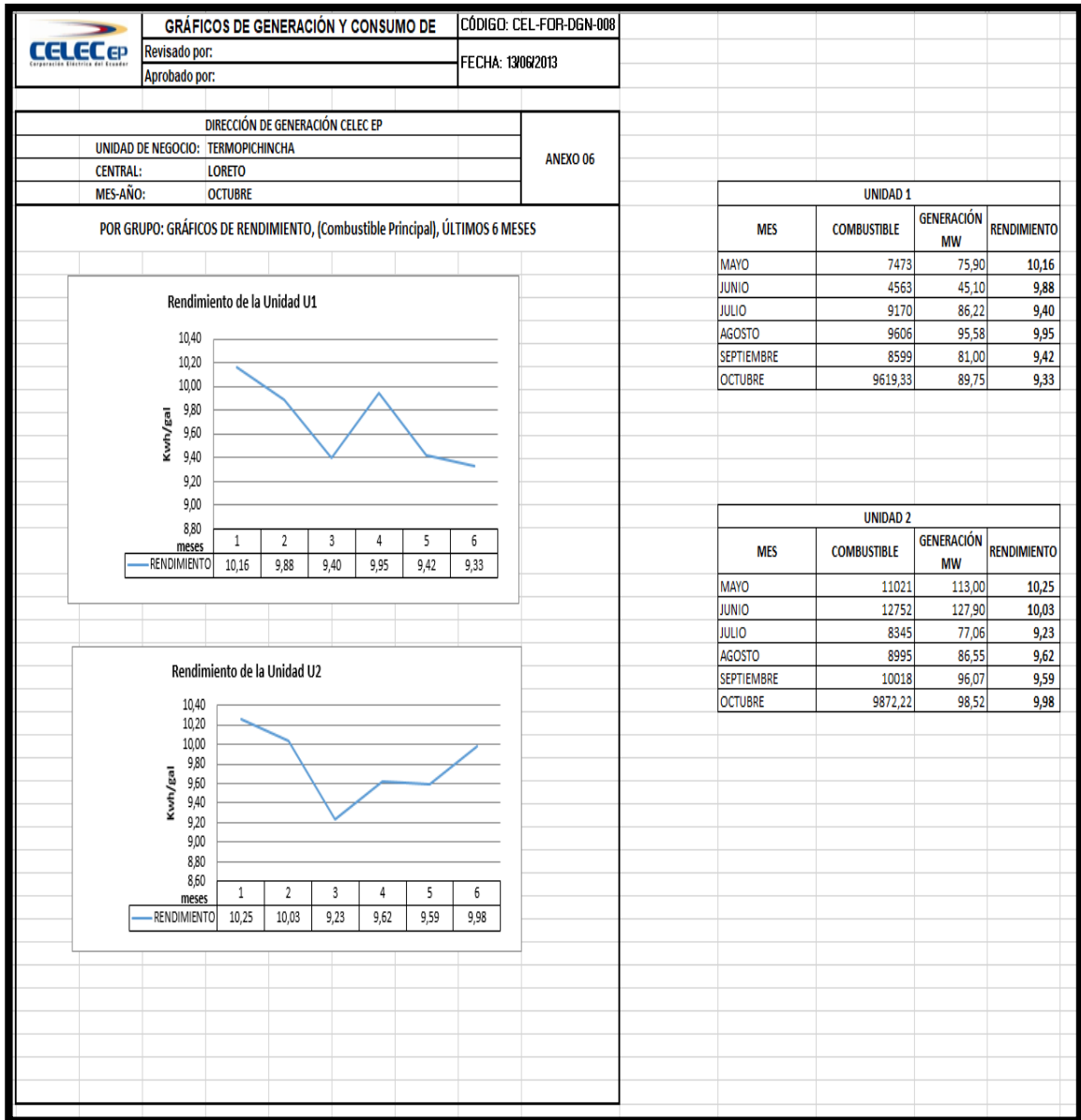


Figura 57 Informe mensual de rendimiento de los meses antes de implementar gestión de mantenimiento
Elaborado por: El investigador

En la Figura 57 observamos el rendimiento de las unidades 1 y 2 antes de implementar el modelo de gestión de mantenimiento.

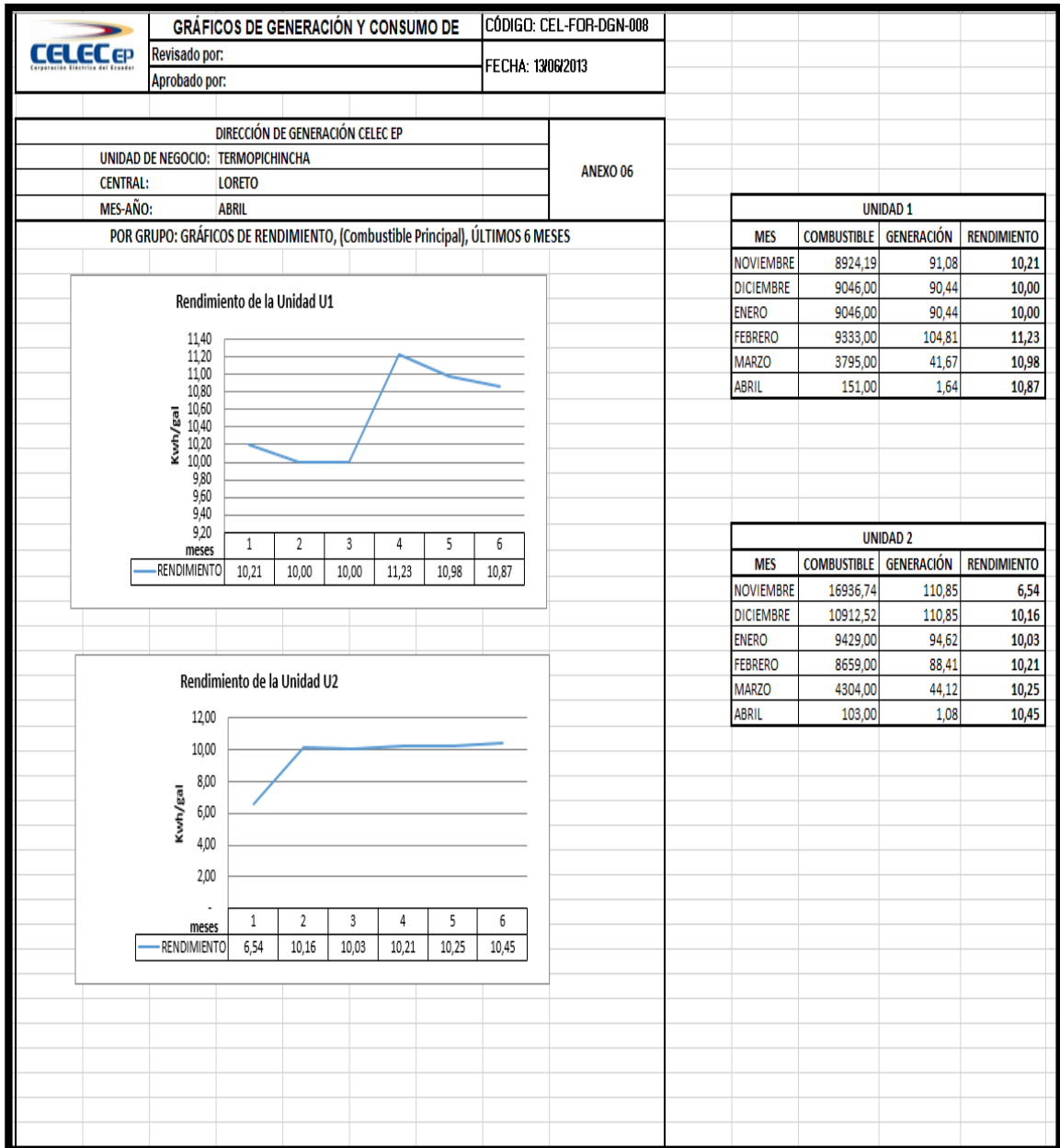


Figura 58 Informe mensual de rendimiento de los meses durante la implementación del modelo gestión de mantenimiento

Elaborado por: El investigador

En la Figura 58 se puede apreciar la mejora en el nivel de rendimiento durante los meses que se implementó el modelo de gestión de mantenimiento de producción total, notando como este incide directamente en el rendimiento de las máquinas.

Es notable ver la diferencia que se encuentran en las figuras 57 y 58, el incremento en el rendimiento que ha logrado mejorar el modelo de gestión implementado es notable, dando a conocer sus ventajas como herramienta para incrementar y mejorar los niveles de rendimientos mensuales.

Ejemplo de cálculo de rendimiento diario.

Datos:

Kilovatios generados en el día = 5280 **Kw**

Cantidad de diésel consumido para generar al día = 528 **Glns**

Remplazo datos en la Ecuación 14

$$\mathbf{Rendimiento\ Mensual} = \frac{(5280\ Kw)}{(528\ Glns)}$$

$$\mathbf{Rendimiento\ Diario} = 10 \frac{Kw}{Glns}$$


CENTRAL TERMICA LORETO					
REPORTE DIARIO DE OPERACIÓN FECHA: viernes, 9 de febrero de 2018					
CUADRO DE ENERGIA (MWh)					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL		
ACTIVA BRUTA	0,00	5,28	5,28		
REACTIVA BRUTA	0,00	2,00	2,00		
ACTIVA NETA	0,00	5,28	5,28		
REACTIVA NETA	0,00	2,00	2,00		
% DE CONSUMO DE AUXILIARES	0%	0%	0%		
CONSUMO DE AUX INTERNOS	0,00	0,00	0,00		
CONSUMOS DE COMBUSTIBLE (Glns)					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL	STOCK (NETO)	CAP DE ALMACE .TOTAL (NETO)
DIESEL	0	528	528	7233	20000,00
RENDIMIENTO	0,00	10,00	10,00		
CONSUMOS DE ACEITE (Glns)					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL	STOCK (NETO)	CAP DE ALMACE .TOTAL (NETO)
ACEITE DE SISTEMA	0,00	0,00	0,00	30,00	Nota: No se cuenta con un tanque de almacenamiento.
VOLUMEN MINIMO PARA OPERAR 4 DIAS SEGUIDOS (Glns)					
	CENTRAL	DIESEL	ACEITE		
	LORETO	8000	55		

Figura 59 Informe diario de reporte de operación
Elaborado por: El investigador

En la Figura 59 se observa el informe que se envía a diario, donde se registra el rendimiento que se produjo en el día de trabajo.

Con la determinación diaria del rendimiento se puede apreciar cómo afecta de manera positiva el modelo de gestión implementado, en cada día que se siga implementando, su incremento es evidente y su confiabilidad y disponibilidad también son afectados positivamente.

El modelo de gestión no solo se trata de procedimientos determinados en hojas de papel, hay que entender que se tiene que tomar acciones para realizarlas.

6.17.4 Hoja de registro diario

Este es una hoja de Excel que se ha creado mientras se ha ido implementando el modelo de gestión, logrando ser una herramienta de gran utilidad para el buen funcionamiento de la central, con este programa que es alimentado diariamente con datos que se obtienen en la operación de la central.

Esta herramienta ayuda a predecir posibles fechas para los mantenimientos menores como son el cambio de aceite y de filtros, ayudando a planificar con tiempo las herramientas y materiales necesarios para realizarlo con efectividad.

Ayuda a crear estrategias de operación para evitar las horas de indisponibilidad por mantenimiento en horarios que no afecten el normal funcionamiento de las máquinas.

Ayuda a tener un control eficiente de los niveles de combustible existentes en la central tanto en los tanques de almacenamiento, como en los tanques internos de las máquinas. Facilita el control diario de los niveles de rendimiento de cada día.

Ayuda a controlar los niveles de aceite necesarios para los mantenimientos y planificar con anticipación los niveles óptimos para la central.

Facilita la creación de los informes diarios y mensuales, además de permitir un mejor control de todos los datos de generación.

Herramienta que nació de la necesidad de mejora los niveles de control en la central, y se está proponiendo implementar a las demás centrales por las ventajas que ha logrado en la central Loreto y sobre todo a los operadores.

Hay que tener muy presente que esta es solo una herramienta que tiene que ser alimentada con datos diariamente, y si los datos que los ingrese son erróneos los resultados obtenido serán erróneos.

CENTRAL TERMICA LURELO				FECHA	jue 08-02-2018										
REGISTRO DE DATOS				8	FEBRERO	2018	Limpiar								
TPL - ENERGÍA GENERADA				COMBUSTIBLES											
UNID	ACTIVA	REACTIVA	REND	8375.8	INICIAL	8,388	Disponible	UNIDAD 1	SDMO	X1000UC214001492	dom 02/sep	MPG200H	CAMBI		
1	6282.946	1886.526	10.02	-12	CONSUMO	627	Disponible	UNIDAD 2	SDMO	X1000UC214001832	sáb 15/sep	MPG200H	CAMBI		
2				35	AJUSTE	48.00		UNIDAD 3	CUMMINS	C16K933316	sáb 00/ene				
3				7796.5	FINAL	7,761.0									
TOT	6282.946	1886.526	10.02		RENDIMIEN	10.02									
COMBUSTIBLES															
Tanque 1		Tanque 2		DESCARGA TQ1		DESCARGA TQ2		UNIDAD 1		UNIDAD 2		UNIDAD 3			
cm	Glns	cm	Glns	cm	Glns	cm	Glns	%	Glns	%	Glns	cm	Glns		
Inicial	242.8	6613.8	51.2	1393.7		0.0	0.0	70	206.2	55	162.0	0.0	0.0		
Final	242.8	6613.8	31.0	843.9		0.0	0.0	60	176.7	55	162.0	0.0	0.0		
Consumo	0.0	Consumo	549.8	Entrega	0.0	Entrega	0.0	Consumo	29.5	Consumo	0.0	Consumo	0.0		
				SUMAN	0.0	REGISTRO									
ENERGÍA - UNIDADES								ION8600		DIESEL		ACEITE	TOTAL		
UNID	ACTIVA		REACTIVA				ACTIVA	REACTIVA	UNID	TOTAL	Glns	STOCK INIC	30		
1	INICIAL	FINAL	TOTAL	INICIAL	FINAL	TOTAL	3906942.0	1518214.1	1	627.0		INGRESO			
2	280.9	288.7	7.8	55.7	56.8	1.2	3913225.0	1520009.0	2	0.0		CONSUMO	0		
3	645.9	645.9	0.0	128.5	128.5	0.0	6283.0	1795	3			STOCK FINA	30		
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.02			627.000	0				
	TOT		7.8	TOT		1.2									
HORAS GENERACIÓN															
UNID	TOTAL	INGRESA	SALE	TOTAL	INGRESA	SALE	TOTAL	INGRESA	SALE	TOTAL	INGRESA	SALE	TOTAL		
1	13.62	08:33	22:10	13.62			0.00			0.00			0.00		
2	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
3	0.00			0.00			0.00			0.00			0.00		
	13.62														

Figura 60 Hoja Excel de control diario

Elaborado por: El investigador

Código:		CENTRAL TÉRMICA LORETO				UNIDAD 2												
Versión: 1.1		REPORTE MENSUAL DE GENERACION				UNIDAD 2												
Fecha: 5-01-2015		MES / AÑO	febrero		2018													
Página: 1 de 1																		
UNIDAD 1																		
FECHA	ENERGÍA TPL (KV-h) (GAL)	POTENCIA ACTIVA (KV)		P. ACTIVA PONDERADA	POTENCIA REACTIVA (KVAR)		ENERGÍA TPL (KV-h) (GAL)	POTENCIA ACTIVA (KV)		P. ACTIVA PONDERADA	POTENCIA REACTIVA (KVAR)		ENERGÍA TPL TOTAL	REACTIVOS TPL TOTAL	REACTIVOS u1	REACTIVOS u2		
		MÁXIMA	MÍNIMA		MÁXIMA	MÍNIMA		MÁXIMA	MÍNIMA		MÁXIMA	MÍNIMA						
jue-01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6534,4	798,0	548,0	630,0	132,0	82,0	6534,4	1841,5	0,0	1841,5		
vie-02	6476,7	812,0	498,0	656,0	158,0	99,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6476,7	1953,3	1953,3	0,0		
sáb-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6587,6	817,0	422,0	598,0	136,0	80,0	6587,6	2233,3	0,0	2233,3		
dom-04	6692,6	808,0	444,0	623,0	189,0	94,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6692,6	2082,4	2082,4	0,0		
lun-05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6266,4	809,0	502,0	154,0	629,0	89,0	6266,4	2279,4	0,0	2279,4		
mar-06	6390,4	705,0	501,0	574,0	114,0	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6390,4	1906,5	1906,5	0,0		
mié-07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5799,6	625,0	515,0	552,0	135,0	59,0	5799,6	2367,3	0,0	2367,3		
jue-08	6282,9	705,0	448,0	586,0	152,0	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6282,9	1886,5	1886,5	0,0		
vie-09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5279,6	615,0	500,0	534,0	135,0	93,0	5279,6	1999,3	0,0	1999,3		
sáb-10	5022,2	745,0	501,0	559,0	114,0	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5022,2	1350,4	1350,4	0,0		
dom-11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5941,3	585,0	450,0	521,0	123,0	89,0	5941,3	2288,0	0,0	2288,0		
lun-12	6603,1	750,0	450,0	569,0	153,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6603,1	1476,6	1476,6	0,0		
mar-13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5277,7	595,0	300,0	449,0	125,0	0,0	5277,7	1977,8	0,0	1977,8		
mié-14	6874,9	691,0	550,0	636,0	147,0	76,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6874,9	1815,0	1815,0	0,0		
jue-15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5756,7	640,0	355,0	520,0	139,0	36,0	5756,7	2261,3	0,0	2261,3		
vie-16	5874,6	662,0	417,0	540,0	143,0	82,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5874,6	2184,0	2184,0	0,0		
sáb-17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5455,2	650,0	388,0	469,0	136,0	21,0	5455,2	2224,4	0,0	2224,4		
dom-18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5549,2	666,0	388,0	506,0	140,0	7,0	5549,2	1519,2	0,0	1519,2		
lun-19	6286,0	680,0	518,0	601,0	147,0	98,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6286,0	1929,2	1929,2	0,0		
mar-20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6306,8	803,0	482,0	634,0	158,0	108,0	6306,8	1590,3	0,0	1590,3		
mié-21	6752,9	806,0	556,0	674,0	141,0	108,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6752,9	1825,7	1825,7	0,0		
jue-22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6970,5	803,0	401,0	646,0	168,0	72,0	6970,5	2138,7	0,0	2138,7		
vie-23	7184,2	856,0	600,0	673,0	181,0	101,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7184,2	1997,7	1997,7	0,0		
sáb-24	4015,3	853,0	382,0	583,0	124,0	28,0	2825,6	301,0	295,0	299,0	52,0	38,0	6840,9	1622,7	839,3	783,4		
dom-25	4544,9	856,0	199,0	532,0	841,0	26,0	3773,1	301,0	198,0	234,0	59,0	25,0	8318,0	1974,5	1099,7	874,8		
lun-26	6589,0	805,0	557,0	668,0	149,0	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6589,0	2134,5	2134,5	0,0		
mar-27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6509,0	800,0	540,0	629,0	134,0	102,0	6509,0	2222,9	0,0	2222,9		
mié-28	6423,8	816,0	380,0	578,0	158,0	56,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6423,8	1873,5	1873,5	0,0		

Figura 62 Hoja de control generación

Elaborado por: El investigador

FECHA	GENERACION TOTAL CENTRAL GWH	GENERACION TOTAL CENTRAL GVAR	COMBUSTIBLE DISPONIBLE (*) DIESEL										
dom-25	8,32	1,97	7085,00										
lun-26	6,59	2,13	16405,00										
mar-27	6,51	2,22	15730,00										
mié-28	6,42	1,87	15063,00										
	176,85	54,96	278.117,00										
28			15.063										
		U1	U2	TOTAL									
Carga Máxima		0,86	0,82										
Carga Mínima		0,20	0,20										
promedio		0,53	0,51										
Carga Máxima Reactiva		0,84	0,63										
Carga Mínima Reactiva		0,03	0,01										
promedio		0,43	0,32										
Energía Bruta		92,01	84,83										
Consumo de Combustible Diesel		9.333	8.659	17.992,00									
Consumo Especifico		13.058,85	13.140,85										
Sincronismo Operación Normal		198,35	186,90										
Sincronismo Acumulado Mes Anterior		1.992,86	2.138,97	Asegurese de copiar los del mes anterior									
FINAL DE MES		2.191,21	2.325,87										
Disponible en Reserva		473,65	485,10										
Mantenimiento Programado/Preventivo		2,00	4,00										
Mantenimiento Correctivo/forzado/emergente		0,00	0,00										

Figura 64 Hoja de registro mensual

Elaborado por: El investigador

6.18 Conclusiones y recomendaciones

6.18.1 Conclusiones

- Mediante la implementación se estableció los parámetros de cada pilar del TPM, que ha sido de gran ayuda para la implementación del modelo de gestión de mantenimiento.
- Al comparar los rendimientos anteriores con los establecidos en el proceso de implementación del tema de investigación se logra determinar un cambio positivo en el rendimiento de la central, resultados que el jefe de operación ve con confianza, porque los mismos reportes de rendimiento que se observaron fueron entregados mensualmente durante el transcurso de la implementación del modelo de gestión.
- Por medio de este aprendizaje se creó una herramienta en Excel que ha facilitado dar continuidad al cumplimiento de las nuevas tácticas en la central, la misma que ha comenzado a ser adoptada en otras centrales para facilitar el control de los mantenimientos al igual que llevar un control diario del consumo de combustible y generación de energía eléctrica en la central la cual se indica en figura 60, una herramienta que ha sido de gran ayuda para los compañeros que laboran en la central.

6.18.2 Recomendaciones

- Se sugiere realizar conversaciones que ayuden a facilitar el buen ambiente laboral entre las diferentes áreas que laboran en las diversas centrales que pertenecen a la unidad de negocios termo pichincha CELEC EP.
- Es conveniente que el personal de operación se involucre cada vez más en el área de mantenimiento, porque ayudara a que todo el personal tenga el mismo conocimiento técnico.
- Se aconseja implementar este modelo de gestión de mantenimiento de producción total a las diversas centrales que conforman la unidad de negocios TERMOPICHINCHA CELEC EP, para mejorar el rendimiento de las centrales.
- También se debe considerar que las capacitaciones técnicas que son impartidas al personal sean constantemente evaluadas para saber el nivel de aprendizaje que han adquirido.

Bibliografía

- Amendola, L. (2003). Modelos mixtos en la gestión del mantenimiento. *Departamento de Proyectos de Ingeniería Universidad Politécnica de Valencia*, 1. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?start=10&q=am%C3%A9ndola+luis&hl=es&as_sdt=0,5
- Amendola, L. (2006). *Gestión de proyectos de activos industriales*. España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. Santiago, Chile: Ril Editores.
- Cáceres, B. (2004). Cómo incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento. *In VI Congreso Panamericano de ingeniería de Mantenimiento*, (pág. 1). Mexico. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36808574/Estrategias_para_Gerenciar_Mantenimiento_-_Congreso_Panamericano.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1530901389&Signature=lq88kCLNaLmeemfuTHlpPN%2BX%2F5Q%3D&response-content-disposition=
- Celec EP. (23 de 08 de 2018). <https://www.celec.gob.ec/>. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/>: <https://www.celec.gob.ec/termopichincha/>
- Corporacion Electrica del Ecuador. (2013). *Reglamento interno de trabajo de a empresa estrategica Corporacion Electrica del Ecuador*. Cuenca: CELEC EP. Obtenido de <https://www.celec.gob.ec/cocacodosinclair/images/lotaip/2015/8Agosto/regintr.pdf>
- del Consumidor, L. O. D. D. (2011). *Ley orgánica de defensa del consumidor*. EL CONGRESO NACIONAL. quito: eSilec Profesional. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32374976/Ley_organica_de_defensa_al_consumidor.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1535054079&Signature=FQRfZp8tJMCm9N4DvJ8s3Y7Smgs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLEY_ORGA

- desguacesvehiculos. (2011). *desguacesvehiculos*. Obtenido de desguacesvehiculos:
<http://www.desguacesvehiculos.es/mecanica/rendimiento-motor.html#ixzz5Q17FwMhq>
- DIEGOACOSTA. (11 de 11 de 2011). *http://www.eoi.es*. Obtenido de <http://www.eoi.es>:
<http://www.eoi.es/blogs/diegoacosta/2011/11/11/conceptos-de-gestion-de-operaciones-aplicado-al-empresas-desarrollo-de-software/>
- Esparza, C. D. (2015). *Modelo de gestion de mantenimeito para incrementar la calidad en el sevicio en el departamento de tension de STC de la ciudad de Mexico*. Mexico: Intituto Politecnico Nacional. Obtenido de <http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>
- G. Villegas, A. V. (2014). Implantación del Mantenimiento Productivo Total – TPM - en *12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* (pág. 1). Guayaquil: Departamentos de Ingeniería Mecánica y de Organización y Gerencia, Universidad EAFIT. Obtenido de <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP149.pdf>
- García, C. D. (23 de JULIO de 2015). Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la. *Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la*, 1-8. Mexico, D. F., MEXICO: UPIICSA. Obtenido de UPIICSA: <http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>
- Grajales, D. H. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et technica*, 30.
- H. Congreso Nacional. (26 de 09 de 2012). Código de trabajo. *Lexis*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/C%C3%B3digo-de-Tabajo-PDF.pdf>
- Hoyos, L. (31 de 05 de 2016). *prezi.com*. Obtenido de [prezi.com](https://prezi.com/qzmj61rkul2q/tipos-y-modelos-de-mantenimiento/):
<https://prezi.com/qzmj61rkul2q/tipos-y-modelos-de-mantenimiento/>
- Hung, A. J. (2009). *Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Ingeniería energética*.

- López, B. S. (2016). *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de *ingenieriaindustrialonline*: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/>
- Ministerio de finanzas del Ecuador. (s.f.). Reglamento de la ley organica del servicio publico. Obtenido de <file:///D:/DATOS%20DAMIAN/Downloads/REGLAMENTO%20LEY%20ORGANICA%20DE%20SERVICIO%20PUBLICO.pdf>
- MIRA, D. P. (2007). *GESTIÓN DE OPERACIONES*. Madrid: Escuela de negocios. Obtenido de <file:///D:/DATOS%20DAMIAN/Downloads/componente48042.pdf>
- Ortiz Useche, A., Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (Marzo de 2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61), 86-104. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/290/29026161004/>
- Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista Electrónica Ingeniería Primero*, 64-69. Obtenido de <http://files.udesprocesos.webnode.es/200000028-6743f683e7/manufactura%20esbelta%20toyota.pdf>
- Tutoriales, G. (12 de 01 de 2015). *Gestión de Operaciones*. Obtenido de Gestión de Operaciones: <https://www.gestiondeoperaciones.net/procesos/que-es-la-gestion-de-operaciones/>
- Vega, C. &. (2017). *Modelo de gestión de mantenimiento de producción total y su incidencia en el rendimiento operacional en el área de extrusión de balanceados para animales*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Maestría en Gestión de Operaciones. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26702>

Anexos

Anexo 1: Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad

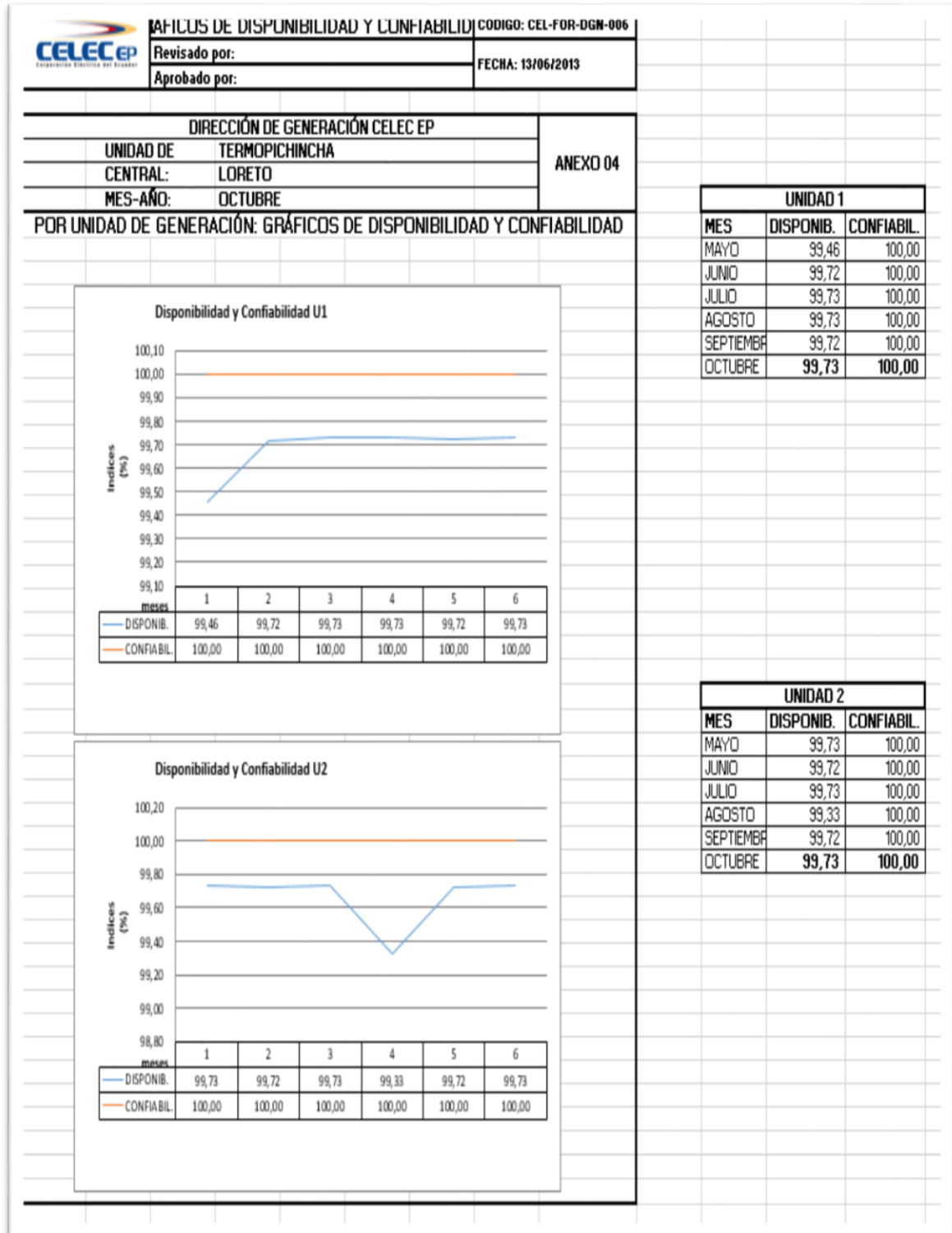


Figura 65 Informe mensual de disponibilidad y confiabilidad

Elaborado por: El investigador

Anexo 2: Cuestionario de preguntas

Instrucciones: Marque con una x la alternativa que considere adecuada

CUESTIONARIO DIRIGIDO A PERSONAL QUE LABORA EN LA CENTRAL TÉRMICA LORETO			
Área:		Fecha:.....	
#	PREGUNTA	SI	NO
1	¿Posee usted conocimiento sobre mantenimiento mecánico?		
2	¿Cree usted que se puede disminuir los tiempos de paralización por fallas en el proceso de generación eléctrica?		
3	¿Se dispone de los materiales y herramientas necesarias para dar solución a los diversos problemas que se presenten en la CT Loreto?		
4	¿Piensa usted que el área de mantenimiento es importante y que incide directamente en el buen funcionamiento de los grupos electrógenos?		
5	¿Conoce usted cuantas fallas en las maquinas se produce al mes que afectan el rendimiento de la central?		
6	¿Piensa usted que sea necesario implementar nuevos parámetros de control en el área de operación?		
7	¿Tiene usted conocimiento de otras técnicas o herramientas que ayuden a disminuir las horas de falla en la central?		
8	¿Cree usted que al no poder trabajar las maquinas a su máxima capacidad afecta al rendimiento?		
9	¿Tiene usted conocimiento sobre lo que trata la metodología de las 5 S?		
10	¿Sabe usted lo que significa mantenimiento autónomo?		
11	¿Conoce usted que es el mantenimiento de confiabilidad?		

¡GRACIAS POR LA COLABORACIÓN!!!

Anexo 3: Registro diario de operación hora - hora


Código:	CENTRAL TÉRMICA "LORETO"													
Versión: 1.5	REGISTRO DE OPERACIÓN													
Fecha: 05-12-2015														
Página: 1 de 1	UNIDAD	2	MARCA	SDMO	DÍA	02	MES	09	AÑO	2017				
HORA	GENERADOR						MOTOR							
	POTENCIA ACTIVA KW (AVG)	POTENCIA REACTIVA KVAR (AVG)	FACTOR POTENCIA	FRECUENCIA HZ	VOLTAJE ALTA V (AVG)	CORRIENTE A (AVG)	ACEITE		COMUSTIBLE		REFRIG	AIRE SOBREALIMENTA		VELOCIDAD
							PRESION PSI	TEMP °C	TEMP °C	% TD	TEMP °C	PRESION PSI	TEMP °C	RPM
9:00	438	77	0,96	60,00	457	548	106,31	78,74	49,89	100,0	73,02	28,57	38,97	1800
10:00	440	89	0,96	60,00	449	598	95,00	91,28	58,28	77,0	84,24	28,43	47,77	1800
11:00	499	126	0,96	60,00	433	683	89,63	96,91	64,20	60,0	90,15	30,60	50,90	1800
12:00	501	121	0,96	60,00	431	681	89,62	96,91	64,20	100,0	90,15	30,60	50,90	1800
13:00	503	126	0,96	60,00	440	687	88,91	97,31	62,81	86,0	90,52	30,60	51,60	1800
14:00	500	104	0,96	60,00	441	658	87,99	98,43	68,41	77,0	91,65	30,46	52,22	1800
15:00	504	112	0,96	60,00	441	659	88,46	98,45	68,45	65,0	91,58	30,43	52,24	1800
16:00	498	101	0,96	60,00	441	667	88,91	97,47	62,36	100,0	90,52	30,31	51,58	1800
17:00	500	99	0,96	60,00	431	695	92,24	92,78	60,04	85,0	85,34	30,75	46,24	1800
18:00	502	103	0,96	60,00	435	687	91,98	92,78	60,04	75,0	85,34	30,75	46,21	1800
19:00	624	122	0,96	60,00	423	858	87,46	97,63	59,37	100,0	90,87	34,81	49,89	1800
19:30	625	128	0,96	60,00	425	851	87,45	97,62	59,37	94,0	90,87	34,81	49,89	1800
20:00	621	125	0,96	60,00	421	861	87,46	97,65	59,37	90,0	90,87	34,81	49,89	1800
21:00	581	112	0,97	60,00	431	782	90,21	94,64	58,67	70,0	87,18	33,65	45,24	1800
22:00	582	115	0,96	60,00	446	751	89,63	95,01	60,75	50,0	87,92	33,94	45,89	1800
23:00														
24:00														
MÁXIMO	625	128												
MÍNIMO	438	77												
POND	521													

Figura 66 Registro diario de operación

Elaborado por: El investigador

Anexo 4: Orden de trabajo




 CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR UNIDAD DE NEGOCIO TERMOPICHINCHA		ORDEN DE TRABAJO No. 20-01-2016																																										
AREA: MECANICA	FECHA Y HORA: 20/01/2016 17:00	TIPO DE MANTENIMIENTO: CORRECTIVO																																										
UNIDAD / SISTEMA: UNIDAD 1 Loreto	EQUIPO / ELEMENTO: MOTOR	CODIGO:																																										
DESCRIPCION DEL TRABAJO/ACTIVIDAD: Baketeado y limpieza de enfriador de aceite de la Unidad 1 MTU Limpieza de radiador y protecciones del ventilador, cambio de aceite y filtros		Nº SOLICITUD DE BODEGA :																																										
PERSONA ENCARGADA: JOSE OLMEDO	RESPONSABLE SUPERVISOR: Ing. JOSE SOSA																																											
PROCEDIMIENTO(S) ENTREGADO(S): MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES MTU																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TIEMPO EMPLEADO (H H)</th> </tr> <tr> <th>NOMBRE DEL TRABAJADOR</th> <th>HORA INICIO</th> <th>HORA FIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JOSE OLMEDO</td> <td>08:00</td> <td>17:00</td> </tr> <tr> <td>JORGE VASQUEZ</td> <td>08:00</td> <td>17:00</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		TIEMPO EMPLEADO (H H)			NOMBRE DEL TRABAJADOR	HORA INICIO	HORA FIN	JOSE OLMEDO	08:00	17:00	JORGE VASQUEZ	08:00	17:00													<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MATERIALES GASTADOS</th> </tr> <tr> <th>CANTIDAD</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>Lbs. Guaípe</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Gal. Desengrasante</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Gal de aceite</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Filtros de aceite/combustible</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Filtro de aire</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Silicon</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	MATERIALES GASTADOS		CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	10	Lbs. Guaípe	15	Gal. Desengrasante	30	Gal de aceite	4	Filtros de aceite/combustible	1	Filtro de aire	1	Silicon		
TIEMPO EMPLEADO (H H)																																												
NOMBRE DEL TRABAJADOR	HORA INICIO	HORA FIN																																										
JOSE OLMEDO	08:00	17:00																																										
JORGE VASQUEZ	08:00	17:00																																										
MATERIALES GASTADOS																																												
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN																																											
10	Lbs. Guaípe																																											
15	Gal. Desengrasante																																											
30	Gal de aceite																																											
4	Filtros de aceite/combustible																																											
1	Filtro de aire																																											
1	Silicon																																											
FECHA INICIO DEL TRABAJO: 18/01/2016	FECHA FIN DEL TRABAJO: 20/01/2016	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</th> </tr> <tr> <th>CODIGO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Tanque de 55 Gal</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Juego de llaves mixtas</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Juego de desarmadores</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Hidrolavadora</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Compresor portatil</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		CODIGO	DESCRIPCIÓN	1	Tanque de 55 Gal	1	Juego de llaves mixtas	1	Juego de desarmadores	1	Hidrolavadora	1	Compresor portatil																												
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS																																												
CODIGO	DESCRIPCIÓN																																											
1	Tanque de 55 Gal																																											
1	Juego de llaves mixtas																																											
1	Juego de desarmadores																																											
1	Hidrolavadora																																											
1	Compresor portatil																																											
FIRMA DE EJECUCIÓN:  NOMBRE: Jose Olmedo		FIRMA DE AUTORIZACIÓN:  NOMBRE: Ing. Jose Sosa																																										
RESULTADOS DEL TRABAJO:																																												
<input checked="" type="checkbox"/> Funcionamiento óptimo después de las pruebas	<input checked="" type="checkbox"/> Entrega a Operación en periodo de prueba y observación																																											
<input checked="" type="checkbox"/> Entrega para Operaciones sin restricciones	<input type="checkbox"/> Entrega para Operación y posterior ajuste																																											
<input type="checkbox"/> Entrega para Operaciones con restricciones	<input checked="" type="checkbox"/> Programar próximo mantenimiento																																											
APUNTES TÉCNICOS:																																												
RECOMENDACIONES PARA OPERACIÓN: APLICAR LOS PROCEDIMIENTOS DESCRITO EN EL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL GRUPO MTU																																												

Figura 67 Orden de trabajo
Elaborado por: El investigador

Anexo 5: hoja de localización de defectos

5 Localización de defectos

5.1 Descripciones de fallos

Motor no gira al arrancarlo

Componente	Causa	Medida
Batería	Vacía o defectuosa	Cargar o sustituir (véase documentación del fabricante).
	Conexiones de cable defectuosas	Comprobar el firme asiento de las conexiones de cable (véase documentación del fabricante).
Arrancador	Cableado del motor o arrancador defectuoso	Comprobar el firme asiento de las conexiones de cable, avisar al servicio.
Cableado del motor	Defectuoso	Comprobar (→ Página 224).
Mando del motor/generador	Asiento de grupos de construcción o de conexiones de enchufe posiblemente suelto	Efectuar un control visual (véase documentación del fabricante).
Regulador del motor	Asiento de conexiones de enchufe posiblemente suelto	Controlar las conexiones por enchufe (→ Página 227).
Motor	Bloqueado (no es posible girarlo a mano)	Avisar al servicio.

Motor gira al arrancarlo, pero no se enciende

Componente	Causa	Medida
Arrancador	Gira débilmente: Batería vacía o defectuosa	Cargar o sustituir la batería (véase documentación del fabricante).
Cableado del motor	Defectuoso	Comprobar (→ Página 224).
Sistema de combustible	Aire en el sistema de combustible	Purgar el aire del sistema de combustible (→ Página 186).
Regulador del motor	Defectuoso	Avisar al servicio.


Motor se enciende de forma irregular

Componente	Causa	Medida
Inyección de combustible	Válvula de inyección defectuosa	Sustituir (→ Página 176).
	Bomba de inyección defectuosa	Sustituir (→ Página 173).
Cableado del motor	Defectuoso	Comprobar (→ Página 224).
Sistema de combustible	Aire en el sistema de combustible	Purgar el aire del sistema de combustible (→ Página 186).
Regulador del motor	Defectuoso	Avisar al servicio.

Figura 68 Hoja de localización de defectos

Elaborado por: El investigador

Anexo 6: Datos generales de la compañía

 SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS

REPÚBLICA DEL ECUADOR

SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS DEL ECUADOR
REGISTRO DE SOCIEDADES

DATOS GENERALES DE LA COMPAÑÍA

RAZÓN O DENOMINACIÓN	COMPAÑÍA DE GENERACION TERMOELECTRICA PICHINCHA TERMOPICHINCHA S.A.		
NOMBRE COMERCIAL:			
EXPEDIENTE:	87360	RUC:	1791412877001
FECHA DE CONSTITUCIÓN:	29/01/1999	PLAZO SOCIAL:	29/01/2098
NACIONALIDAD:	ECUADOR	TIPO DE CIA:	ANÓNIMA
OFICINA:	QUITO	SITUACIÓN LEGAL:	CANC. DE INSCRIPCIÓN ANOTADA EN RM

DIRECCIÓN LEGAL

PROVINCIA: PICHINCHA **CANTÓN:** QUITO **CIUDAD:**

DIRECCIÓN POSTAL

PROVINCIA: PICHINCHA **CANTÓN:** QUITO **CIUDAD:** QUITO

PARROQUIA: QUITO **CALLE:** AV. 6 DE DICIEMBRE **NÚMERO:** N26-235

INTERSECCIÓN/MZ. AV. ORELLANA **CIUDADELA:**

CONJUNTO: **BLOQUE:**

NÚMERO DE OFICINA: **EDIFICIO/C.C.:** TRANSELECTRIC

REFERENCIA / UBICACIÓN:

PISO: P4 **TELÉFONO1:** 2520482 **TELÉFONO2:**

FAX: 2520387 **CORREO ELECTRÓNICO 1:** pespinel@termopichincha.com.ec

CASILLERO POSTAL: **CORREO ELECTRÓNICO 2:**

CELULAR: **PERTENECE A M.V.:** NO **SITIO WEB:**

ACTIVIDAD ECONÓMICA

CIU V.4.: D3510.01

OBJETO SOCIAL: PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

CAPITAL A LA FECHA


CAPITAL SUSCRITO: 7284280.0000 **CAPITAL:** 8763520.0000 **VALOR X ACCIÓN:** 40.0000

ADMINISTRADORES DE LA COMPAÑÍA

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	NACIONALIDAD	CARGO	FECH. NOMB.	PERIODO	FECHA DE REG.	No. DE REGISTRO	ART.	RL/ADM
1702786383	JACOME ZAMBRANO EDGAR VINICIO	ECUADOR	PRESIDENTE	30/03/07 0:00	2	22/08/2008	9399	15	RL
1800841387	SALAZAR MAYORGA MANUEL DE JESUS	ECUADOR	PRIMER VICEPRESIDENTE	30/05/05 0:00	2	03/06/2005	5036	34	ADM

FECHA DE EMISIÓN: 19/05/2017 00:00:00

Es obligación de la persona o servidor público que recibe este documento validar su autenticidad ingresando al portal web www.supercias.gob.jp/portaldeinformación/verifica.php con el siguiente código de seguridad:


D24C0723912

19/05/2017 15:28:23

Figura 69 Datos generales de la compañía

Elaborado por: El investigador

Anexo 7: Ubicación geográfica de la central térmica Loreto

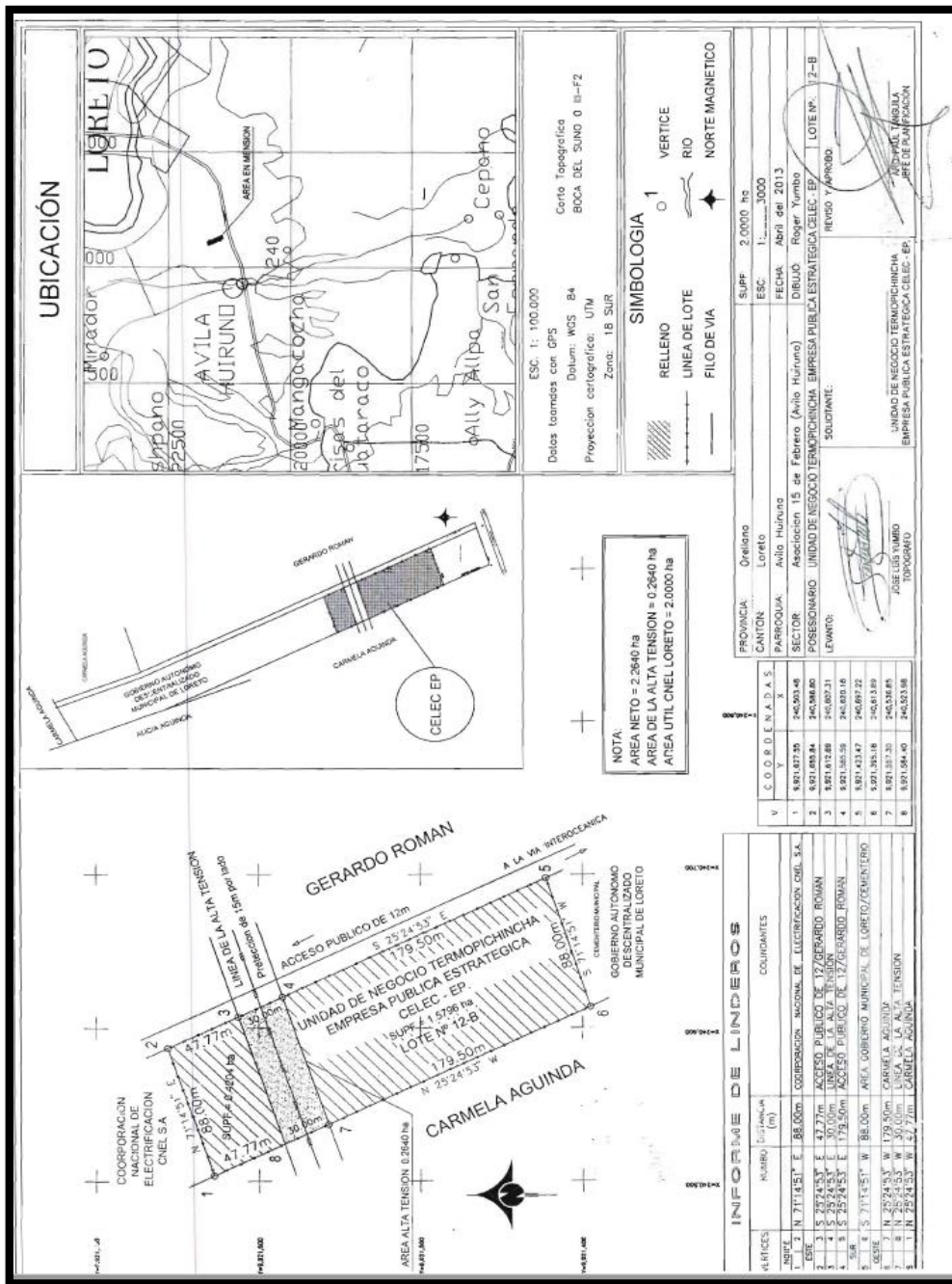


Figura 70 Ubicación geográfica de la central térmica Loreto

Elaborado por: El investigador

Anexo 8: Exposición general del producto

La ilustración vale análogamente para 8/12/16/18V 2000 Gxy (motor con refrigeración del aire de carga por aire)

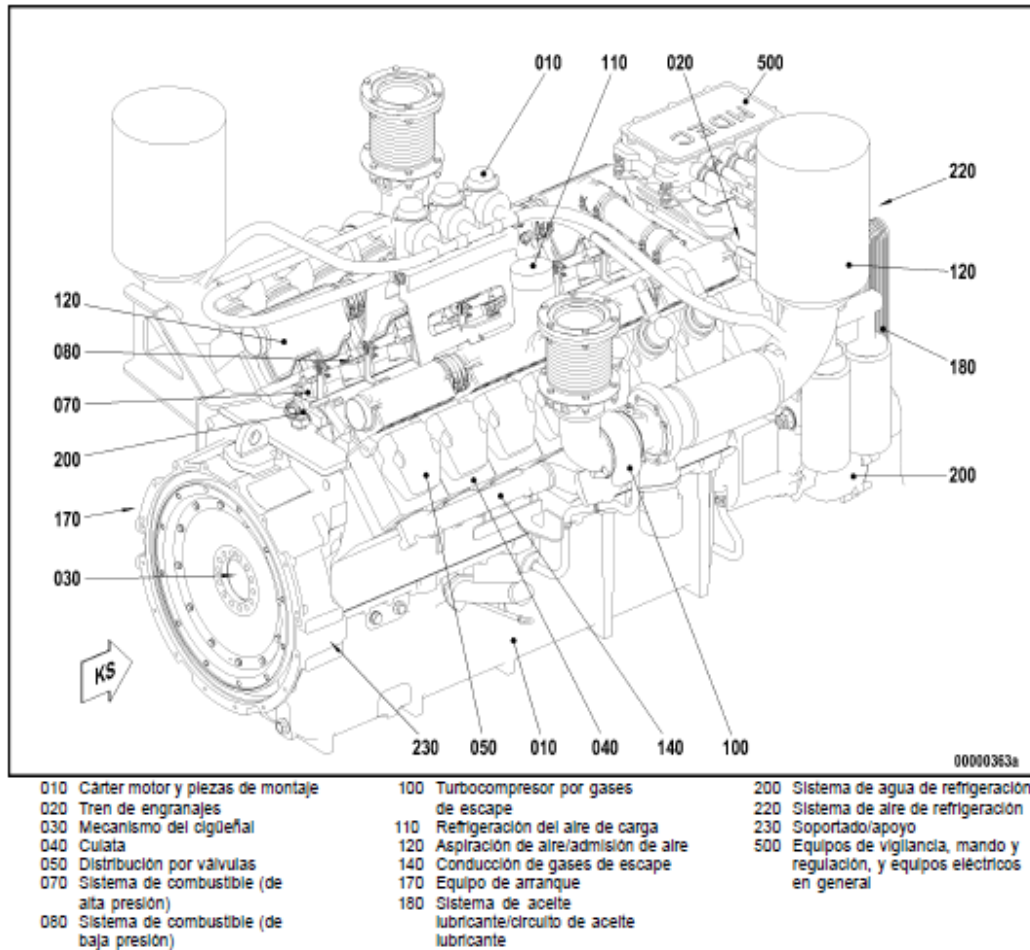


Figura 71 Visión del conjunto motor 1

Elaborado por: El investigador

La ilustración vale análogamente para 8/12/16/18V 2000 Gxy (motor con refrigeración del aire de carga por agua)

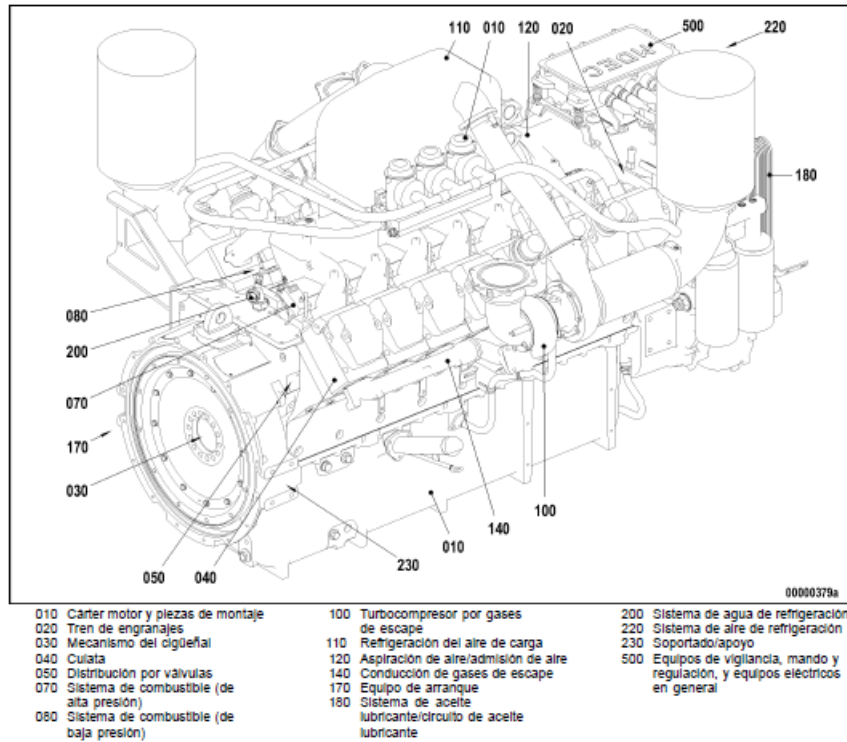


Figura 72 Visión del conjunto motor 2

Elaborado por: El investigador

Designación de tipo del motor

Explicación de la designación de tipo del motor 8/12/16/18V 2000 Gxy

8/12/16/18	Número de cilindros
V	Disposición de los cilindros: motor en V
2000	Serie
G	Aplicación
X	Segmento de aplicación (2, 4, 6, 8)
Y	Nivel de construcción (0, 1, 2,...)

Figura 73 Designación del tipo de motor

Elaborado por: El investigador

Para designar los lados del motor, éste se considera por principio desde el lado de accionamiento KS.
 Para designar los cilindros (según DIN ISO 1204), los del lado izquierdo del motor se denominan con A y los del lado derecho con B. Cada fila de cilindros se numeran correlativamente, comenzando con el núm. 1 por el extremo KS del motor.
 También las numeraciones correlativas de otros componentes comienzan con el núm. 1 por el extremo KS del motor.

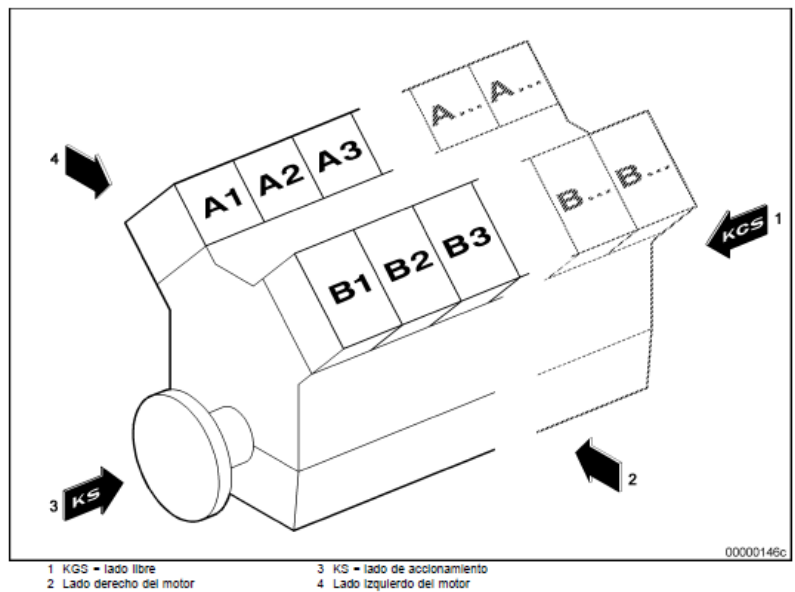
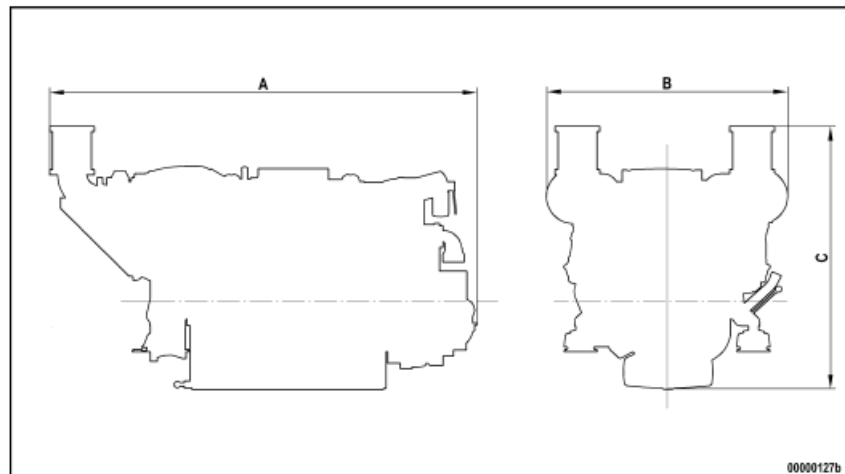


Figura 74 Designación de los lados del motor

Elaborado por: El investigador

Motor – Dimensiones principales



Tipo de motor	12V 2000 Gxy	16V 2000 Gxy	18V 2000 Gxy
Largo (A)	aprox. 2020 mm	aprox. 2365 mm	aprox. 2400 mm
Ancho (B)	aprox. 1580 mm	aprox. 1580 mm	aprox. 1580 mm
Alto (C)	aprox. 1690 mm	aprox. 1925 mm	aprox. 1805 mm

Figura 75 Dimensiones del motor

Elaborado por: El investigador

Anexo 9: Modelo de matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE)


MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa.	Sistema.					Ent.						
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA											
Planta:	Central Termica Loreto	Equipos principales: Motor de combustion interna			Facilitador:	Oscar Damian Nuñez B.						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla											\$0,00	

Figura 76 Modelo de matriz de análisis de modo de fallo y efecto (AMFE)

Elaborado por: El investigador

Anexo 10: Modelo de matriz (AMFE), tanque de almacenamiento de combustible

MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa:		Sistema:			Ent.							
Organización:		Tanque de almacenamiento de combustible			Facilitador:							
Planta:		Equipos principales:			Oscar Damian Nuñez B.							
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Almacenar combustible	A	No amacena combustible	A1	Falla en las valvulas de coneccion	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	0
				A2	Deterioro de las paredes del tanque	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	48	400	30	0	0
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												0

Figura 77 Modelo de matriz (AMFE), tanque de almacenamiento de combustible

Elaborado por: El investigador

Anexo 11: Modelo de matriz (AMFE), motor de combustión interna


MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa:	Sistema.			Ent.								
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA											
Planta:	Central Termica Loreto			Equipos principales: Motor de combustión interna								Facilitador: Oscar Damian Nuñez B.
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/falla
1	Permite el movimiento al eje del generador	A	No arranca	A1	Taponamiento del enfriador de aceite	5	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	72	400	15	0	144075
				A2	Rotura de la bomba mecánica de combustible	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	96	400	15	0	38415
				A3	Elementos de filtro sucio o atascado	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	2	400	15	0	815
				A4	Batería dañada o con baja carga.	2	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	4	400	7,5	0	3215
				A5	Rotura de carter	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	120	400	15	0	48015
		B	Bajo rendimiento	B1	Susiedad en las aletas del radiador	3	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	28845
				B2	Susiedad en el enfriador de aceite	3	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	28845
				B3	Turbo dañado	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	9615
				B4	Avena en inyectores	1	Evidente: No evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	5	400	15	0	2015
		C	Mala operación	C1	No hay aceite suficiente en el carter	6	Evidente: No evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	0,5	400	15	0	1290
				C2	No hay refrigerante suficiente en el radiador	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	0,5	400	15	0	215
				C3	Deposito de combustible vacío	2	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	0,25	400	7,5	0	215
				C4	Sobre carga de trabajo o trabajo en parametros fuera de lo normal	7	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	0,25	400	7,5	0	752,5
		D	Mala calidad en los repuestos y lubricantes	D1	Piston dañado	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	120	400	30	0	48030
				D2	viscosidad del aceite inadecuado	24	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	2	400	15	0	19560
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla											\$373.917,50	

Figura 78 Modelo de matriz (AMFE), motor de combustión interna

Elaborado por: El investigador

Anexo 12: Modelo de matriz (AMFE), generador de energía eléctrica

MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa:			Sistema:			Ent.						
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA											
Planta:	Central Termica Loreto		Equipos principales:	Generador de energia electrica		Facilitador:	Oscar Damian Nuñez B.					
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$ /hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Permite la generacion de energia electrica	A	No genera	A1	Varistor quemado	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	3	400	15	0	1215
				A2	Diodos quemados	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	2	400	15	0	815
				A3	falla de aislamiento de vovinados	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	9615
				A4	Falla en la tarjeta reguladora de voltage AVR	1	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	15	0	9615
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												21260

Figura 79 Modelo de matriz (AMFE), generador de energía eléctrica

Elaborado por: El investigador

Anexo 13: Modelo de matriz (AMFE), disyuntor de la unidad

MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa.			Sistema.			Ent.						
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA											
Planta:	Central Termica Loreto		Equipos principales:	Disyuntor de al unidad		Facilitador:	Oscar Damian Nuñez B.					
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	captar la diferencia entre la corriente entrante y la de retorno y se desconecta.	A	No se conecta.	A1	Boton de reset accionado	7	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	0,25	400	7,5	0	752,5
				A2	Daño del disyuntor	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	4	400	15	0	0
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												752,5

Figura 80 Modelo de matriz (AMFE), disyuntor de la unidad

Elaborado por: El investigador

Anexo 14: Modelo de matriz (AMFE), transformador de energía

MATRIZ DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLO Y EFECTO (AMFE)												
HOJA DE REGISTRO RCM												
Empresa.			Sistema.			Ent.						
Organización:	CELEC EP TERMOPICHINCHA											
Planta:	Central Termica Loreto		Equipos principales:	TRANFORMADOR		Facilitador:	Oscar Damian Nuñez B.					
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de Falla	Frecuencia de eventos por año Fallas / año	Efecto de falla	TPPR horas	Imp.Prod. \$/hora	Costo Directo por falla \$ /falla	Imp. SHA \$ /falla	Riesgo \$ /falla
1	Elevar el voltaje de la electricidad generada en una central eléctrica a los niveles necesarios para transmitir la electricidad de manera eficiente.	A	No funciona.	A1	Falla en los cambiadores de los taps	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	30	80000	0
				A2	Sobrecargas	0	Evidente: Si evidente Afecta SHA: Si Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:si	24	400	30	80000	0
TOTAL DE RIESGOS \$ /falla												0

Figura 81 Modelo de matriz (AMFE), transformador de energía

Elaborado por: El investigador



TUBERÍA SIN COSTURA Y ACCESORIOS CÉDULA 40 Y 80




Composición Química %			
C. Max	Mn	P. Max	S. Max
0,3	1,2	0,05	0,06





Especificaciones Generales

ASTM A 53 GRB Conducción fluidos y gases en minería, petroquímica, pesca y en general

API 5L Tubos para industria petrolera

ASTM A 106 Tubos para servicio a altas temperaturas

Recubrimiento Negro o Galvanizado

Largo Normal 6,00 m

Otros Largos Previa Consulta

Acabado Natural

Otro Acabado Previa Consulta

Propiedades Mecánica					
Resistencia Mecánica		Punto de Fluencia		Elongación %	
Kg/mm2	Psi	Kg/mm2	Psi	Min	
42,2	60000	24,6	35000	30 - 35	

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	s	e	t	R	AREA SECCIÓN	PESOS	INERCIA (cm4)		MOMENTO RESISTENCIA (cm3)		
	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	kg/m	Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y	
IPE 80	80	46	3,80	5,20	5	7,64	6,00	80	8,49	20,00	3,69	
IPE 100	100	55	4,10	5,70	5	10,30	8,10	171	15,90	34,20	5,79	
IPE 120	120	64	4,40	6,30	5	13,20	10,40	318	27,70	53,00	8,65	
IPE 140	140	73	4,70	6,90	7	16,40	12,90	541	44,90	77,30	12,30	
IPE 160	160	82	5,00	7,40	7	20,10	15,90	869	68,30	109,00	16,70	
IPE 180	180	91	5,30	8,00	7	23,90	18,90	1320	101,00	140,00	22,20	
IPE 200	200	100	5,60	8,50	9	28,50	22,40	1940	142,00	194,00	28,50	
IPE 220	220	110	5,90	9,20	9	33,40	26,20	2770	205,00	252,00	37,30	
IPE 240	240	120	6,20	9,80	12	39,10	30,70	3890	284,00	324,00	47,30	
IPE 270	270	135	6,60	10,20	12	45,90	36,10	5790	420,00	429,00	62,20	
IPE 300	300	150	7,10	10,70	15	53,80	42,20	8360	604,00	557,00	80,50	
IPE 330	330	160	7,50	11,50	15	62,60	48,10	11770	788,00	713,00	98,50	
IPE 360	360	170	8,00	12,70	118	72,70	57,10	16270	1040,00	934,00	123,00	
IPE 400	400	180	8,60	13,50	118	84,50	63,30	23190	1320,00	1160,00	146,00	
IPE 450	450	190	9,40	14,60	21	98,80	77,70	33740	1680,00	1500,00	176,00	
IPE 500	500	200	10,20	16,00	21	116,00	90,70	48200	2140,00	1930,00	214,00	
IPE 550	550	210	11,10	17,20	24	134,00	106,00	67120	2670,00	2440,00	254,00	

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	s	e	t	R	R1	AREA SECCIÓN	PESOS	INERCIA (cm4)		MOMENTO RESISTENCIA (cm3)	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	kg/m	Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
IPN 80	80	42	3,90	5,80	30,90	2,30	7,58	5,95	77	6,29	19,50	3,00
IPN 100	100	50	4,50	6,80	4,50	2,70	10,80	8,32	171	12,20	34,20	4,88
IPN 120	120	58	5,10	7,70	5,10	3,10	14,20	11,20	328	21,50	54,70	7,41
IPN 140	140	66	5,70	8,60	5,70	3,40	18,30	14,40	573	35,20	81,90	10,70
IPN 160	160	74	6,30	9,50	6,30	3,80	22,80	17,90	935	54,70	117,00	14,80
IPN 180	180	82	6,90	10,40	6,90	4,10	27,90	21,90	1450	81,20	161,00	19,80
IPN 200	200	90	7,50	11,30	7,50	4,50	33,50	26,30	2140	117,00	214,00	26,00
IPN 220	220	98	8,10	12,20	8,10	4,90	39,60	31,10	3080	162,00	278,00	33,10
IPN 240	240	106	8,70	13,10	8,70	5,20	46,10	36,20	4250	221,00	354,00	41,70
IPN 260	260	113	9,40	14,10	9,40	5,60	53,40	41,90	5740	288,00	442,00	51,00
IPN 300	300	125	10,80	16,20	10,80	6,50	69,10	54,20	9800	451,00	653,00	72,20
IPN 340	340	137	12,20	18,30	12,20	7,30	86,80	68,10	15700	647,00	923,00	98,40
IPN 360	360	143	13,60	19,60	13,00	7,80	97,10	76,20	19610	818,00	1091,00	114,00
IPN 400	400	155	14,40	21,60	14,40	8,60	118,00	92,60	29210	1160,00	1460,00	149,00
IPN 450	450	170	16,20	24,30	16,20	9,70	147,00	115,00	45850	1730,00	2040,00	203,00
IPN 500	500	185	18,00	27,00	18,00	10,80	180,00	141,00	68740	2480,00	2750,00	268,00
IPN 550	550	200	19,00	30,00	19,00	11,90	213,00	167,00	99180	3490,00	3610,00	349,00

www.dipacmanta.com

TUBERÍA SIN COSTURA

Figura 82 Tabla de tubería DIPAC
Elaborado por: El investigador

Anexo 16: Formato de recepción de combustible

CELEC- TERMOPICHINCHA "AGUARICO - LORETO"
RECEPCION DE COMBUSTIBLE- DIESEL ELECTRICO 2.

F-09-P-07-02-S-02 VERSION 1.0

DIESEL 2 RECEPCION No 23

DIA MES AÑO 2014

PROCEDENCIA SHUSHUFINDI HORA DE INGRESO _____
HORA DE SALIDA _____

CONTRATISTA JARRIN CARRERA DESPACHO No _____
FACTURA No _____
FECHA DE EMBARQUE _____
HORA DE EMBARQUE _____

TRANSPORTISTA _____ PLACAS _____
TANQUE No _____ TANQUE No _____
NIVEL INICIAL _____
NIVEL FINAL _____

TANQUE No. 1 KILOLITROS TANQUE No. _____
LECTURA INICIAL _____ CANT.GALONES INICIAL _____
LECTURA FINAL _____ CANT. GALONES FINAL _____

NAT. CORREGIDOS CORRECCION _____

TOTAL DESPACHADO 10000 TOTAL DESPACHADO _____
TOTAL RECIBIDO _____ TOTAL RECIBIDO _____
DIFERENCIA _____ DIFERENCIA _____

OBSERVACIONES: CANTIDAD RECIBIDA A TRAVEZ DE VARILLAJE DEL AUTOTANQUE Y AFORO INICIAL Y FINAL
DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

SELLOS ARRIBA No SELLOS _____
 SELLOS ABAJO No SELLOS _____

OPERADOR DE TURNO: _____

BODEGA RECIBI CONFORME TRANSPORTISTA ENTREGUE CONFORME

NOMBRE ENRIQUE URGILEZ NOMBRE _____
FIRMA _____ FIRMA _____

OPERADOR LORETO
RECIBI CONFORME

Miguel Alvarez S.
Jefe de Recepción

Figura 83 Formato de recepción de combustible
Elaborado por: El investigador

Anexo 17: Reporte diario de operación


CENTRAL TERMICA LORETO					
REPORTE DIARIO DE OPERACIÓN					
FECHA: viernes, 8 de septiembre de 2017					
CUADRO DE ENERGIA (MWh)					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL		
ACTIVA BRUTA	5,44	0,00	5,44		
REACTIVA BRUTA	3,08	0,00	3,08		
ACTIVA NETA	5,44	0,00	5,44		
REACTIVA NETA	3,08	0,00	3,08		
% DE CONSUMO DE AUXILIARES	0%	0%	0%		
CONSUMO DE AUX INTERNOS	0,00	0,00	0,00		
CONSUMOS DE COMBUSTIBLE (Glns)					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL	STOCK (NETO)	CAP DE ALMACE . TOTAL (NETO)
DIESEL	509	0	509	13193	20000,00
RENDIMIENTO	10,69	0,00	10,69		
CONSUMOS DE ACEITE (Glns)					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL	STOCK (NETO)	CAP DE ALMACE . TOTAL (NETO)
ACEITE DE SISTE	0,00	0,00	0,00	60,00	Nota: No se cuenta con un tanque de almacenamiento.
VOLUMEN MINIMO PARA OPERAR 4 DIAS SEGUIDOS (Glns)					
	CENTRAL	DIESEL	ACEITE		
	LORETO	8000	55		
HORAS DE INDISPONIBILIDAD DIARIA					
UNIDAD	SALIDA		ENTRADA		OBSERVACIONES
	Fecha	Hora	Fecha	Hora	
HORAS DE OPERACIÓN DIARIA					
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	TOTAL	OBSERVACIONES	
GENERACIÓN	13,30	0,00	13,30		
DISPONIBLE	10,70	24,00	34,70		
MANTENIMIENTO	0,00	0,00	0,00		
PARO FORZADO	0,00	0,00	0,00		
HORÓMETRO INICIAL	11738,08	6380,98	18119,06		
HORÓMETRO FINAL	11738,08	6394,70	18132,78		
ÚLTIMO MANTENIMIENTO	11602,51	6293,15	17895,66		

Figura 84 Registro diario de operación

Elaborado por: El investigador

Anexo 18: Informe de rendimiento mensual

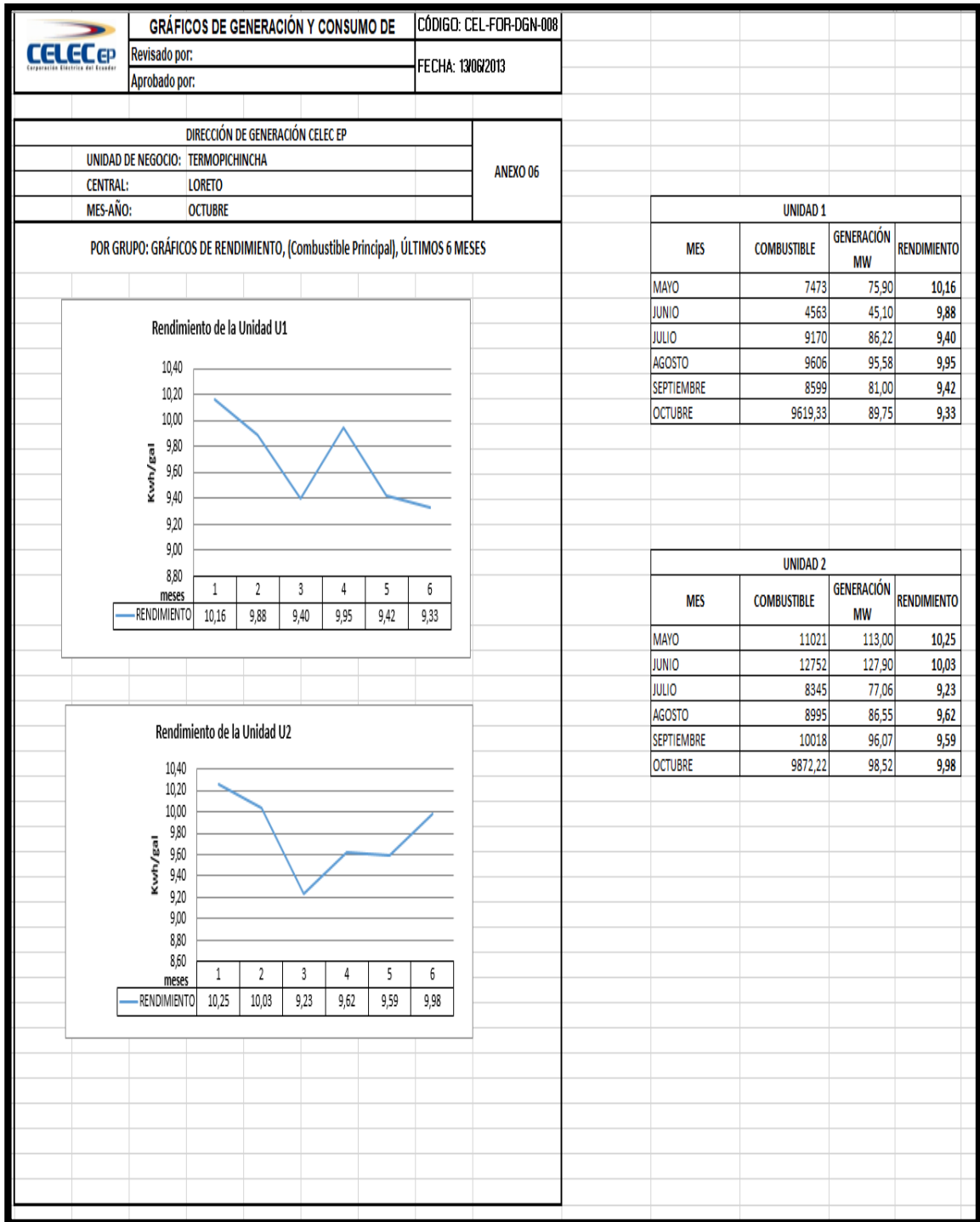


Figura 85 Informe de rendimiento mensual

Elaborado por: El investigador

Anexo 19: Información y cotización de una unidad SDMO



Guayaquil, 19 de junio de 2017

Ingeniero
José Sosa
Central Loreto
Ciudad

Aprovechando la presente para saludarlo, e informarle el precio del grupo electrógeno para la Central Logroño.

1.- INFORMACION TECNICA

Especificaciones Mecánicas	Marca	MTU
	Modelo	16V 2000 G85
	Numero de Cilindros	16, V 90°
	Cilindraje (litros)	31.80
	Aspiración	Turbo Intercooler Aire/Aire
	Sistema de Inyección	Common Rail
	Gobernación	Electrónica, ADEC. Regulación $\pm 0.25\%$
	Refrigeración	Radiador
	Sistema Eléctrico	24 voltios
	Control de Emisiones	Tier 2
	Consumo (gl/hr, Prime 75%)	50.27
	Dimensiones estim. (Largo x ancho x alto)	6058 x 2500 x 2600 mm.
Peso estimado.	11872 kg.	

Especificaciones Eléctricas	Potencia Standby Kw (KVA)	1015 kW (1269 kVA)
	Potencia Prime Kw (KVA)	923 kW (1154 kVA)
	Corriente Máxima	1526 amps.
	Voltaje L-L/L-N	Y:480/277
	Fases	3Ø
	Factor de Potencia	0.8
	Frecuencia	60 Hz.
	Regulación de Voltaje	$\pm 0.5\%$
	Aislamiento	Clase H

Accesorios	Incluye	
	* Dos Baterías de 12 voltios.	* Chasis de Acero Estructural.
	* Breaker Principal.	* Flexible de Escape.
	* Contenedor para uso a la intemperie, con puertas de acceso al grupo electrógeno.	
	* Tanque de Combustible en el chasis del equipo.	

Prime Power - Potencia disponible a carga variable, con uso limitado de horas, con un factor de carga promedio en 24 horas de 70% de la potencia prime indicada. Se permite una sobrecarga del 10% durante 1 hora cada 12 horas de operación.

Standby Power - Potencia disponible a carga variable en remplazo de la red Publica. No se permite sobrecarga.
Las especificaciones están sujetos a cambio sin previo aviso.

Instrumentación	Modelo	ComAp IL-NT MRS 16
	* Tablero Digital con pantalla LCD gráfica retro iluminada, 2 LEDs y 10 botones.	
	* Modalidad OFF / MANUAL / AUTO.	
	* Botón de parada de emergencia.	
	* Mediciones de generación reales (RMS): U1, U2, U3, I1, I2, I3, Hz, kW, kWh, kVA, PF.	
	* Mediciones del motor mediante comunicación CAN con el computador del motor: RPM, presión de aceite, temperatura de refrigerante, voltaje de batería, contador de horas, contador de arranques, nivel de combustible (opcional), consumo de combustible, carga, temperatura de aceite, etc.	

GUAYAQUIL - AV. JUAN TANCA MARENGO Km. 5.5 - TELF.: 593-4-3083000 - 593-4-3083844 -- WWW.SVF-INTERNATIONAL.COM

Figura 86 Información técnica

Elaborado por: El investigador



- * Protecciones de generador (alarma y/o apagado): sobre / baja frecuencia, sobre / bajo voltaje, asimetría de voltaje y corriente, sobrecorriente, sobrecarga.
- * Protecciones del motor (alarma y/o apagado): baja presión de aceite, alta temperatura de refrigerante, alto / bajo voltaje de batería, sobre revoluciones, sobre arranque, bajo nivel de combustible (opcional).
- * Temporizador de precalentamiento y enfriamiento.
- * Equipo totalmente programable desde el panel frontal.
- * Histórico de eventos.

2.- OFERTA ECONOMICA

ITEM	Equipos	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Grupo Electrogeno G1269MTSTCA8T4802 1069 KVA Standby 1154 KVA Prime 480VAC – 60 Hz	1	\$ 263,540.00	\$ 263,540.00
SUBTOTAL				\$ 263,540.00
I.V.A. 12%				\$ 31,624.80
TOTAL				\$ 295,164.80

Los precios y disponibilidad están sujetos a cambio sin previo aviso. Además, estos precios no incluyen: seguros y transporte o cualquier variación que hubiere con el Impuesto al Valor Agregado o tributos al comercio exterior. Esta cotización está sujeta al artículo No 148 del código de comercio. Los valores y condiciones incluidos en esta cotización tienen el carácter de confidenciales y deben ser usados por el destinatario de la cotización exclusivamente para evaluar el negocio propuesto quedándole expresamente prohibida la divulgación a terceros de todo o parte de la misma. En caso de que la cotización no contenga un plazo de validez diferentes expresamente planteado; ó, en caso de que un plazo de vigencia haya sido requerido de manera específica, por favor notar que esta cotización tendrá una vigencia de 30 días desde la fecha de recepción. Nuestra compañía cumple con nuestro código de Ética y Valores.

Forma de Pago: Contado.
 Tiempo de entrega: 110-120 días.
 Validez: 30 días.
 Garantía: 12 meses o 6,000 horas luego de la entrega, contra defectos de fabricación.

- Esta oferta incluye
- ❖ Transporte a la Central Logroño.
 - ❖ Comisionamiento
- Exclusiones
- Todo aquello no mencionado expresamente en esta oferta.

Sin otro particular, quedamos a su entera disposición para cualquier consulta o aclaración que deseen formularnos.

Atentamente,

Daniel del Hierro

Gerente de Ventas
 Telf.: 593-4-3083000, ext.: 110
 E-mail: DdelHierro@SVF-Ecuador.com
 Móvil: 0982762637

Cc.: File /

Figura 87 Cotización de máquina
Elaborado por: El investigador

Anexo 20: Calculo de la gestión actual de mantenimiento

#	Rendimiento mensual (x)	% de gestión de mantenimiento actual (y)	
1	14	100	
2	10,16	72,38	
3	9,88	67,78	
4	9,4	52,15	
5	9,95	69,27	
6	9,42	54,61	
7	9,33	50,56	
mantenimientos nesesarios al mes mayo			
horometro inicial:2410,57 horometro final:2683,00	mantenimientos previstos cada mes	mantenimietos realizados	% realizado
manteninimientos autonomo diarios	31	9	29,03
cambio de aceite	2	2	100,00
limpieza de radiador	1	1	100,00
limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00
cambio de filtros de aceite	2	2	100,00
cambio de filtros de combustible	2	2	100,00
limpieza de maquina	4	2	50,00
cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00
TOTAL	45	20	72,38

Figura 88 Cálculo de la gestión actual parte 1

Elaborado por: El investigador

mantenimientos nesesarios al mes junio			
horometro inicial:11020,54 horometro final:11290,90	mantenimientos previstos cada mes	mantenimietos realizados	% realizado
manteninimientos autonomo diarios	30	18	60,00
cambio de aceite	2	2	100,00
limpieza de radiador	1	0	0,00
limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00
cambio de filtros de aceite	2	2	100,00
cambio de filtros de combustible	2	2	100,00
limpieza de maquina	4	2	50,00
cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00
revison de refrigerante	1	1	100,00
TOTAL	45	29	67,78
mantenimientos nesesarios al mes julio			
horometro inicial:11290,90 horometro final:11503,80	mantenimientos previstos cada mes	mantenimietos realizados	% realizado
manteninimientos autonomo diarios	31	8	25,81
cambio de aceite	2	2	100,00
limpieza de radiador	1	1	100,00
limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00
cambio de filtros de aceite	2	2	100,00
cambio de filtros de combustible	2	2	100,00
limpieza de maquina	4	0	0,00
cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00
revison de refrigerante	1	1	100,00
calibracion de valbulas	1	0	0,00
cambio correas de transmicion	1	0	0,00
filtros de aire	1	0	0,00
TOTAL	49	18	52,15

Figura 89 Cálculo de la gestión actual parte 2

Elaborado por: El investigador

mantenimientos nesarios al mes agosto			
horometro inicial:11503,80 horometro final:11738,10	mantenimientos previstos cada mes	mantenimietos realizados	% realizado
manteninimientos autonomo diarios	31	15	48,39
cambio de aceite	2	2	100,00
limpieza de radiador	1	1	100,00
limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00
cambio de filtros de aceite	2	2	100,00
cambio de filtros de combustible	2	2	100,00
limpieza de maquina	4	1	25,00
cambio de filtro separador de agua	2	1	50,00
revision de refrigerante	1	1	100,00
TOTAL	46	25	69,27
mantenimientos nesarios al mes septiembre			
horometro inicial:11738,10 horometro final:11934,30	mantenimientos previstos cada mes	mantenimietos realizados	% realizado
manteninimientos autonomo diarios	31	20	64,52
cambio de aceite	2	2	100,00
limpieza de radiador	1	1	100,00
limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00
cambio de filtros de aceite	2	2	100,00
cambio de filtros de combustible	2	2	100,00
limpieza de maquina	4	2	50,00
cambio de filtro separador de agua	2	1	50,00
revision de refrigerante	1	1	100,00
calibracion de valbulas	1	0	0,00
cambio correas de transmicion	1	1	100,00
filtros de aire	1	0	0,00
bomba de inyeccion de combustible	1	0	0,00
lipieza de inyectores	1	0	0,00
TOTAL	51	32	54,61

Figura 90 Cálculo de la gestión actual parte 3

Elaborado por: El investigador

mantenimientos nesarios al mes octubre			
horometro inicial:11738,10 horometro final:12111,0	mantenimientos previstos cada mes	mantenimietos realizados	% realizado
manteninimientos autonomo diarios	31	10	32,26
cambio de aceite	2	2	100,00
limpieza de radiador	1	0	0,00
limpieza de enfriador de aceite	1	0	0,00
cambio de filtros de aceite	2	2	100,00
cambio de filtros de combustible	2	2	100,00
limpieza de maquina	4	1	25,00
cambio de filtro separador de agua	2	2	100,00
revision de refrigerante	1	1	100,00
calibracion de valbulas	1	0	0,00
filtros de aire	1	1	100,00
bomba de inyeccion de combustible	1	0	0,00
lipieza de inyectores	1	0	0,00
TOTAL	50	21	50,56

Figura 91 Cálculo de la gestión actual parte 4

Elaborado por: El investigador

Anexo 21: Tablas de fabricante

4.1.2 Matriz del plan de mantenimiento

0-5.250 horas de servicio

Posición	Límite años	Horas de servicio [h]																						
		a diario	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250	2.500	2.750	3.000	3.250	3.500	3.750	4.000	4.250	4.500	4.750	5.000	5.250	
Marcha del motor	-	X																						
Filtro de aceite de motor	2																							
Sistema de purga del bloque motor	-		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de purga del bloque motor	-			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filtro de combustible	2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distribución por válvulas	-				X			X				X				X						X		
Refrigerador de retorno del líquido refrigerante	1				X			X				X				X						X		
Transmisión por correas	2													X										
Filtro de aire	3													X										
Válvulas de inyección de combustible	-													X										
Cámaras de cilindros	4													X										
Tubuladura de inyección	-																							
Bomba(s) de inyección de combustible	-																							
Conductos de alta presión de combustible	-																							
Válvula de sostenimiento de presión del combustible	-																							
Reparación de componentes	-																							
Culata	-																							
Reparación de componentes ampliada	18																							

TM 00 00000001-001

Figura 92 Matriz del plan de mantenimiento parte 1

Elaborado por: El investigador

5.500-10.750 horas de servicio

Posición	Limite años	Horas de servicio [h]																						
		5.500	5.750	6.000	6.250	6.500	6.750	7.000	7.250	7.500	7.750	8.000	8.250	8.500	8.750	9.000	9.250	9.500	9.750	10.000	10.250	10.500	10.750	
Marcha del motor	-																							
Filtro de aceite de motor	2																							
Sistema de purga del bloque motor	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de purga del bloque motor	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filtro de combustible	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Distribución por válvulas	-		X			X			X			X			X			X			X			
Refrigerador de retorno del líquido refrigerante	1		X				X			X			X			X			X					
Transmisión por correas	2		X												X									
Filtro de aire	3		X												X									
Válvulas de inyección de combustible	-		X												X									
Cámaras de cilindros	4		X												X									
Tubuladura de inyección	-		X																					
Bomba(s) de inyección de combustible	-		X																					
Conductos de alta presión de combustible	-		X																					
Válvula de sostenimiento de presión del combustible	-		X																					
Reparación de componentes	-																					X		
Culata	-																					X		
Reparación de componentes ampliada	18																							

TM 01 0000 0001 - 001

Figura 93 Matriz del plan de mantenimiento parte 2

Elaborado por: El investigador

11.000-16.000 horas de servicio

Posición	Limite años	Horas de servicio [h]																						
		11.000	11.250	11.500	11.750	12.000	12.250	12.500	12.750	13.000	13.250	13.500	13.750	14.000	14.250	14.500	14.750	15.000	15.250	15.500	15.750	16.000		
Marcha del motor	-																							
Filtro de aceite de motor	2																							
Sistema de purga del bloque motor	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sistema de purga del bloque motor	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Filtro de combustible	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Distribución por válvulas	-	X			X			X			X			X			X			X			X	
Refrigerador de retorno del líquido refrigerante	1	X			X			X			X			X			X			X			X	
Transmisión por correas	2				X												X							
Filtro de aire	3				X												X							
Válvulas de inyección de combustible	-				X												X							
Cámaras de cilindros	4				X												X							
Tubuladura de inyección	-				X																			
Bomba(s) de inyección de combustible	-				X																			
Conductos de alta presión de combustible	-				X																			
Válvula de sostenimiento de presión del combustible	-				X																			
Reparación de componentes	-																							
Culata	-																							
Reparación de componentes ampliada	18																						X	

Figura 94 Matriz de plan de mantenimiento parte 3

Elaborado por: El investigador

Anexo 22: Tabla t-student

TABLA DE LA t-STUDENT

Esta tabla nos da los valores de a tales que $P[t(df) \geq a] = p$

donde $t(df)$ sigue una distribución t-Student con df grados de libertad



DF	VALORES DE P							
	0,400	0,250	0,150	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	0,3249	1,0000	1,9628	3,0777	6,3137	12,7082	31,8210	63,6559
2	0,2887	0,8165	1,3962	1,8856	2,9200	4,3027	6,9645	9,9250
3	0,2767	0,7649	1,2498	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8408
4	0,2707	0,7407	1,1896	1,5332	2,1318	2,7765	3,7469	4,6041
5	0,2672	0,7267	1,1558	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,2648	0,7176	1,1342	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	0,2632	0,7111	1,1192	1,4149	1,8948	2,3848	2,9979	3,4995
8	0,2619	0,7064	1,1081	1,3968	1,8595	2,3080	2,8965	3,3554
9	0,2610	0,7027	1,0997	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	0,2602	0,6998	1,0931	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	0,2596	0,6974	1,0877	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	0,2590	0,6955	1,0832	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	0,2586	0,6938	1,0795	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	0,2582	0,6924	1,0763	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	0,2579	0,6912	1,0735	1,3406	1,7531	2,1315	2,6025	2,9467
16	0,2576	0,6901	1,0711	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208
17	0,2573	0,6892	1,0690	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982
18	0,2571	0,6884	1,0672	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784
19	0,2569	0,6876	1,0655	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609
20	0,2567	0,6870	1,0640	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453
21	0,2566	0,6864	1,0627	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314
22	0,2564	0,6858	1,0614	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188
23	0,2563	0,6853	1,0603	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073
24	0,2562	0,6848	1,0593	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7970
25	0,2561	0,6844	1,0584	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874
26	0,2560	0,6840	1,0575	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787
27	0,2559	0,6837	1,0567	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707
28	0,2558	0,6834	1,0560	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633
29	0,2557	0,6830	1,0553	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564
30	0,2556	0,6828	1,0547	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500
35	0,2553	0,6816	1,0520	1,3062	1,6896	2,0301	2,4377	2,7238
40	0,2550	0,6807	1,0500	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045
45	0,2549	0,6800	1,0485	1,3007	1,6794	2,0141	2,4121	2,6896
50	0,2547	0,6794	1,0473	1,2987	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
60	0,2545	0,6786	1,0455	1,2958	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603
70	0,2543	0,6780	1,0442	1,2938	1,6669	1,9944	2,3808	2,6479
80	0,2542	0,6776	1,0432	1,2922	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387
90	0,2541	0,6772	1,0424	1,2910	1,6620	1,9867	2,3685	2,6316
100	0,2540	0,6770	1,0418	1,2901	1,6602	1,9840	2,3642	2,6259
120	0,2539	0,6765	1,0409	1,2886	1,6576	1,9799	2,3578	2,6174
150	0,2538	0,6761	1,0400	1,2872	1,6551	1,9759	2,3515	2,6090
200	0,2537	0,6757	1,0391	1,2858	1,6525	1,9719	2,3451	2,6006
300	0,2536	0,6753	1,0382	1,2844	1,6499	1,9679	2,3388	2,5923
1E+09	0,2533	0,6745	1,0364	1,2816	1,6449	1,9600	2,3263	2,5758

Figura 95 Tabla t-student
Elaborado por: El investigador

Anexo 23: Medidas

118

Mantenimiento

4.1.3 Medidas

Calificación	Intervalo		Posición	Medidas	Task
	[h]	[a]			
QL1	a diario	-	Marcha del motor	<p>Comprobar el nivel de aceite de motor (→ Página 203).</p> <p>Comprobar visualmente la estanqueidad y el estado general del motor (→ Página 107).</p> <p>Comprobar el desagüe del refrigerador del aire de sobrealimentación (en tanto exista) (→ Página 197).</p> <p>Controlar el Indicador de mantenimiento del filtro de aire (→ Página 200).</p> <p>Comprobar los taladros de descarga de la(s) bomba(s) de agua (→ Página 211).</p> <p>Controlar respecto a ruidos de funcionamiento anómalos, color de los gases de escape y vibraciones (→ Página 107).</p> <p>Eliminar agua y suciedad del prefiltro de combustible (en tanto exista) (→ Página 191).</p> <p>Comprobar la posición del indicador de depresión del prefiltro de combustible (en tanto exista) (→ Página 190).</p>	<p>W0500</p> <p>W0501</p> <p>W0502</p> <p>W0503</p> <p>W0505</p> <p>W0506</p> <p>W0507</p> <p>W0508</p>
QL1	-	2	Filtro de aceite de motor	Reemplazar los filtros de aceite del motor durante cada cambio del aceite del motor, lo más tardar después del valor límite años (→ Página 206).	W1008
QL1	250	-	Sistema de purga del bloque motor	Sustituir el inserto de papel o de tejido de punto (en tanto exista) del separador fino de neblina de aceite (→ Página 164).	W1139
QL1	500	-	Sistema de purga del bloque motor	Limpiar las telas metálicas del sistema de purga del bloque motor (→ Página 166).	W1140
QL1	500	2	Filtro de combustible	Sustituir el filtro de combustible o el elemento filtrante de combustible (→ Página 188).	W1001
QL1	1000	-	Distribución por válvulas	Controlar la holgura de válvula (→ Página 168).	W1002
QL1	1000	1	Refrigerador de retorno del líquido refrigerante	Refrigerador de retorno del líquido refrigerante: Controlar los elementos del refrigerador si presentan suciedad en su exterior (ver la documentación del fabricante).	W1010
QL1	3000	2	Transmisión por correas	Comprobar el estado y la tensión de la correa motriz, sustituir en caso de necesidad (→ Página 216), (→ Página 219).	W1003
QL1	3000	3	Filtro de aire	Sustituir el filtro de aire (→ Página 198).	W1005
QL1	3000	-	Válvulas de inyección de combustible	Sustituir las válvulas de inyección de combustible (→ Página 176).	W1006
QL1	3000	4	Cámaras de cilindros	Comprobar con endoscopio las cámaras de cilindros (→ Página 160).	W1011
QL1	6000	-	Tubuladura de inyección	Sustituir la tubuladura de inyección en la culata (→ Página 183).	W1178
QL1	6000	-	Bombas de inyección de combustible	Sustituir las bombas de inyección de combustible (→ Página 172).	W1007
QL1	6000	-	Conductos de alta presión de combustible	Sustituir los conductos de alta presión de combustible (→ Página 183).	W1298
QL1	6000	-	Válvula de sostenimiento de presión del combustible	Sustituir la válvula de sostenimiento de presión del combustible (→ Página 181).	W1056
QL3	10000	-	Reparación de componentes	Antes de empezar con los trabajos de mantenimiento, purgar el líquido refrigerante y lavar los circuitos del líquido refrigerante.	W2000

TM 01 0000 0001-001

M015560/04S 08-03

© MTU

Figura 96 Medidas
Elaborado por: El investigador

Anexo 24: Rutinas de inspección y monitoreo

		RUTINAS DE INSPECCIÓN Y MONITOREO			
ACTIVIDADES				PERIODICIDAD	RESPONSABLE
OPERACIÓN	MOTOR				
	1	Controlar Temperaturas y Presion de Aceite Lubricante, Agua, Combustible y Aire.	3 Horas.	Operador	
	2	Visualizar Fugas o licoes de Aceite, Agua, Combustible y Aire.	1 Hora.	Operador	
	3	Control de parámetros del sistema scada	30 Minutos.	Operador	
	4	Registro de Datos Operativos de Generación.	1 Hora.	Operador	
	5	Chequear sonidos extraños y vibraciones en bombas y motores.	6 Horas.	Operador	
	6	Visualizar niveles de aceite en los Carter de motores y separadoras	Diario.	Operador	
	7	Inspección de temperatura ambiente de interior de la máquina	Diario.	Operador	
	AUXILIARES				
	1	Control de niveles en tanques de almacenamiento de combustible.	Diario.	Operador	
	2	Visualizar Fugas o licoes de Aceite, Agua, Combustible, Aire, Vapor y Desechos Contaminados.	Diario.	Operador	
	3	Verificar funcionamiento de bombas de precalentamiento	Diario.	Operador	
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Figura 97 Rutinas de inspección y monitoreo

Elaborado por: El investigador

Anexo 25: Trabajo estándar cambio de inyectores.


CÓDIGO: F12-Primeriza VERSIÓN: 10 FECHA: 08/06/2016		Central de Generación: LORETO Tipo de Documento: TRABAJO ESTÁNDAR						
PERIODO DE RETENCIÓN: 1 AÑO		ORGANIZACIÓN DE MTO RESPONSABLE: MECÁNICO						
CÓDIGO TE:	BMB-CMB-000	DESCRIPCIÓN TE:	CAMBIO DE BOMBA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE		RESPONSABLE:			
N.º OP	OPERACIONES				CUALIF. PERSONAL	CNTD.	HRS	
10	VERIFICAR MAQUINA APAGADA Y ARRANQUE DESACTIVADO				MECÁNICO 4	1	0.1	
20	MARCAR LA POSICION DE LOS CABLES DE LA BOMBA DE INYECCION. DESCONECTAR LOS CABLES UNA VEZ MARCADOS.				MECÁNICO 4	1	0.1	
30	REMOVER LA LINEA DE COMBUSTIBLE				MECÁNICO 4	1	0.1	
40	DESENROSCAR LOS TORNILLOS DE SEGURIDAD DE LA BOMBA DE INYECCION. APROXIMADAMENTE 6 MM				MECÁNICO 4	1	0.1	
50	AFLOJAR LA BOMBA DE INYECCION				MECÁNICO 4	1	0.2	
60	REMOVER LOS TORNILLOS DE SEGURIDAD DE LA BOMBA COMPLETAMENTE				MECÁNICO 4	1	0.1	
70	ROMOVER LA BOMBA DE INYECCION				MECÁNICO 4	1	0.1	
80	REMOVER LOS ANILLOS DE SELLO DE LA BOMBA DE INYECCION Y CUBRIR TODO ADECUADAMENTE				MECÁNICO 4	1	0.1	
90	INSTALACION - RETIRE LAS CUBIERTAS DE LA BOMBA NUEVA Y LIMPIE LAS SUPERFICIES Y EL RODILLO.				MECÁNICO 4	1	0.1	
100	CUBRA EL ANILLO DE ESTANQUEIDAD CON GRASA E INSERTE LA BOMBA DE INYECCION				MECÁNICO 4	1	0.1	
110	CUBRA EL RODILLO CON ACEITE DEL MOTOR				MECÁNICO 4	1	0.1	
120	LIMPIE LA CARA DE SELLADO Y LOS ORIFICIOS DE COMBUSTIBLE EN EL CARTER				MECÁNICO 4	1	0.1	
130	USANDO EL DISPOSITIVO DE BLOQUEO, AJUSTE LA LEVA DE LA BOMBA EN EL ARBOL DE LEVAS AL CIRCULO BASE				MECÁNICO 4	1	0.2	
140	INSTALE LA BOMBA DE INYECCION OBSERVANDO LAS MARCAS DE INSTALACION.				MECÁNICO 4	1	0.1	
150	COLOQUE LOS TORNILLOS DE SEGURIDAD DE LA BOMBA DE INYECCION. UTILICE LA HERRAMIENTA DE TORQUE 60Nm + 12Nm.				MECÁNICO 4	1	0.1	
160	INSTALE LA LINEA DE COMBUSTIBLE				MECÁNICO 4	1	0.1	
170	USE LA LLAVE INGLESA PARA EL AJUSTE DE LAS TUBERIAS UN TORQUE ENTRE 34Nm + 3Nm.				MECÁNICO 4	1	0.2	
180	INSTALE LOS CABLES ELECTRICOS DE CONTROL DE LA BOMBA. AJUSTE LOS TORNILLOS CON UN TORQUE ENTRE 1.0Nm + 0.2Nm				MECÁNICO 4	1	0.1	
					MECÁNICO 4	1	0.1	
COD. HERRAMIENTAS	HERRAMIENTAS	CNTD.	COD. REPUESTOS	REPUESTOS	CNTD.	COD. MATERIALES	MATERIALES	CNTD.
	CAJA DE HERRAMIENTAS MECANICAS	1		BOMBA DE INYECCION MTU	1	P02.033.RE0001	RETAZOS - TRAPOS	2
	LLAVE MIXTA 30 mm	1			1			
	LLAVE MIXTA 32 mm	1			1			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		AUTORIZADO POR:		ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN:		
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO		JEFE DE OPERACION MANTENIMIENTO		JEFE DE ZONA CENTRAL				

Figura 98 Trabajo estándar bomba de inyección

Elaborado por: El investigador

Anexo 26: Trabajo estándar


CÓDIGO: F-102-100-010		Central de Generación: LORETO						
VERSIÓN: 1.0		Tipo de Documento: TRABAJO ESTÁNDAR						
FECHA: 08/06/2015								
PERIODO DE RETENCIÓN: 1 AÑO								
CÓDIGO TE:	BMB-CMB-BC5	DESCRIPCIÓN TE:	CAMBIO DE BOMBA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE		ORGANIZACIÓN DE MTTO RESPONSABLE:	MECÁNICO		
N.-OP	OPERACIONES					CUALIF. PERSONAL	CNTD.	HRS
10	DESMONTAR CÁMERAS COMBUSTIBLE DE BOMBA BAJA PRESION COMBUSTIBLE					MECÁNICO 4	1	0.125
20	AFLOJAR LOS TRES PERNOS DE SUJECION DE LA BOMBA					MECÁNICO 4	1	0.25
30	EXTRAER LA BOMBA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE					MECÁNICO 4	1	0.125
40	DESMONTAR ACOPLE DE MATRIMONIO DE LA BOMBA ANTIGUA					MECÁNICO 4	1	0.25
50	INSTALAR ACOPLE DE MATRIMONIO EN LA NUEVA BOMBA					MECÁNICO 4	1	0.125
60	COLOCAR ACOPLE MATRIMONIO POSICION DE SINCRONIZACION CON PIÑON DISTRIBUCION					MECÁNICO 4	1	0.125
70	INSTALAR LA NUEVA BOMBA DE BAJA DE PRESION					MECÁNICO 4	1	0.25
80	APRETAR LOS TRES PERNOS DE LA BOMBA					MECÁNICO 4	1	0.25
90	INSTALAR CÁMERAS DE LA BOMBA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE					MECÁNICO 4	1	0.125
100	PURGAR EL AIRE DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE					MECÁNICO 4	1	0.25
COD. HERRAMIENTAS	HERRAMIENTAS	CNTD.	COD. REPUESTOS	REPUESTOS	CNTD.	COD. MATERIALES	MATERIALES	CNTD.
	CAJA DE HERRAMIENTAS MECANICAS	1	P01.002.BM0110	BOMBA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE MTU	1	P02.033.RE0001	RETAZOS - TRAJOS	2
	LLAVE MIXTA 30 mm	1	P02.004.EM0853	EMPAQUE DE BOMBA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE	1			
	LLAVE MIXTA 32 mm	1	P02.004.EM0854	EMPAQUE DE BOMBA DE BAJA PRESION DE COMBUSTIBLE	1			
ELABORADO POR: SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO		REVISADO POR: JEFE DE OPERACION MANTENIMIENTO			AUTORIZADO POR: JEFE DE ZONA / CENTRAL		ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	

Figura 99 Cambio de bomba de baja presión

Elaborado por: El investigador

Anexo 27: Trabajo estándar cambio de bandas de ventilador


CÓDIGO: F-102-100-010		Central de Generación: LORETO						
VERSIÓN: 1.0		Tipo de Documento: TRABAJO ESTÁNDAR						
FECHA: 08/06/2015								
PERIODO DE RETENCIÓN: 1 AÑO								
CÓDIGO TE:	MCIN-CMB-BV5	DESCRIPCIÓN TE:	CAMBIO DE BANDAS DE VENTILADOR		ORGANIZACIÓN DE MTTO RESPONSABLE:	MECÁNICO		
N.-OP	OPERACIONES					CUALIF. PERSONAL	CNTD.	HRS
10	DESMONTAR LOS PROTECTORES DEL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.75
20	DESMONTAR EL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.5
30	AFLOJAR EL PERNO DE REGULACION DE LA POLEA DEL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.125
40	AFLOJAR LOS CUATRO PERNOS DE SUJECION DE LA POLEA					MECÁNICO 4	2	0.125
50	RETIRAR LAS 5 BANDAS DEL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.25
60	LIMPIAR TODOS LOS ELEMENTOS DESMONTADOS					MECÁNICO 4	2	1
70	COLOCAR LAS NUEVAS BANDAS DEL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.25
80	REGULAR LA TENSION DE LAS BANDAS Y AJUSTAR EL PERNO DE REGULACION					MECÁNICO 4	2	0.125
90	AJUSTAR LOS CUATRO PERNOS DE SUJECION DE LA POLEA					MECÁNICO 4	2	0.125
100	INSTALAR EL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.25
110	COLOCAR LOS PROTECTORES DEL VENTILADOR					MECÁNICO 4	2	0.75
120	REGULAR LA DISTANCIA ENTRE EL PROTECTOR Y VENTILADOR Y AJUSTAR LOS PERNOS DE SUJECION					MECÁNICO 4	2	0.5
130	COLOCAR LOS PROTECTORES DE LAS BANDAS DEL ALTERNADOR					MECÁNICO 4	2	0.125
COD. HERRAMIENTAS	HERRAMIENTAS	CNTD.	COD. REPUESTOS	REPUESTOS	CNTD.	COD. MATERIALES	MATERIALES	CNTD.
	CAJA DE HERRAMIENTAS MECANICAS	1	P01.017.BN0068	KIT DE BANDAS DE VENTILADOR	1	P02.033.RE0001	LITRO DE DESENGRASANTE	8
							RETAZOS - TRAJOS	2
							GUANTES DE NITRILLO	2
ELABORADO POR: SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO		REVISADO POR: JEFE DE OPERACION MANTENIMIENTO			AUTORIZADO POR: JEFE DE ZONA / CENTRAL		ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 22/02/08	

Figura 100 Cambio de bandas de ventilador

Elaborado por: El investigador

Anexo 28: Trabajo estándar limpieza enfriador de aceite.

CÓDIGO FMS: PMS-001		Central de Generación:		LORETO		CELEC EP CORPORACIÓN ELECTRO ELÉCTRICA DEL PICHINCHA			
VERSIÓN: 1.0		Tipo de Documento:							
FECHA: 08/04/2016		TRABAJO ESTÁNDAR							
PERIODO DE RETENCIÓN: 1 AÑO									
CÓDIGO TE:	MOIN-LMP-EAS	DESCRIPCIÓN TE:	LIMPIEZA DE ENFRIADOR DE ACEITE	ORGANIZACIÓN DE MTTO RESPONSABLE:	MECÁNICO				
N. OP	OPERACIONES						CUALIF. PERSONAL	CNTD.	HRS
10	DRENAJER EL REFRIGERANTE DEL RADIADOR						MECÁNICO 4	2	1
20	AFLOJAR LOS 4 PERNOS HEXAGONALES DEL ENFRIADOR DE ACEITE						MECÁNICO 4	1	0.25
30	DESMONTAR EL ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR						MECÁNICO 4	2	0.125
40	LIMPIAR INTERNAMENTE EL ENFRIADOR DE ACEITE						MECÁNICO 4	2	4
50	CAMBIAR LOS CUATRO O-RING DEL ENFRIADOR						MECÁNICO 4	1	0.125
60	INSTALAR EL ENFRIADOR DE ACEITE						MECÁNICO 4	2	0.25
70	APRETAR LOS PERNOS DEL ENFRIADOR DE ACEITE						MECÁNICO 4	1	0.125
80	LLENAR EL REFRIGERANTE DEL RADIADOR						MECÁNICO 4	2	1
90	VERIFICAR QUE NO EXISTAN FUGAS DE ACEITE Y REFRIGERANTE						MECÁNICO 4	2	0.25
COD. HERRAMIENTAS	HERRAMIENTAS	CNTD.	COD. REPUESTOS	REPUESTOS	CNTD.	COD. MATERIALES	MATERIALES	CNTD.	
	CAJA DE HERRAMIENTAS MECANICAS	1	P102.002.A00376	O-RING ENFRIADOR DE ACEITE	4		LITROS DE DESENGRASANTE	10	
	EMBUDO	1				P102.033.RE0001	RETAZOS - TRAJOS	1	
	TANQUE VACIO DE 55 GAL	1					GRASA	1	
	HIDROLAVADORA	1					SOLVENTE	4	
							GUANTES DE NITRIL	2	
ELABORADO POR: SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO		REVISADO POR: JEFE DE OPERACION MANTENIMIENTO			AUTORIZADO POR: JEFE DE ZONA CENTRAL		ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 23/02/16		

Figura 101 Limpieza de enfriador de aceite

Elaborado por: El investigador

Anexo 29: Hoja técnica del motor

CELEC EP CORPORACIÓN ELECTRO ELÉCTRICA DEL PICHINCHA						HOJA DE DATOS TÉCNICOS DEL OBJETO FUNCIONAL/SERIAL		HOJA: 1 / 1	
1. FUNCIONAL				4.1. REGISTRO FOTOGRAFICO DEL EQUIPO		4.2. REGISTRO FOTOGRAFICO DE PLACA DATOS			
NOMBRE: MOTOR 01									
CÓDIGO (TAG): CT-LRT-PGEE01-U01-MCI-MTR-MTR01									
2. SERIAL									
NOMBRE: MOTOR DE COMBUSTION INTERNA A DIESEL 16 CILINDROS EN V DE 4 TIEMPOS 1115 kW 1800 rpm Dp 130 mm Cp 150 mm									
CÓDIGO INVENTARIO: CH02.017.MC0012									
N.SERIE: 536 111 979									
3. DATOS TÉCNICOS									
	NÚMERO SERIE	TIPO DE OBJETO	CÓDIGO DE ATRIBUTO	ATRIBUTOS	UNIDAD DE MEDIDA	CARACTERES NUMÉRICO	CARACTERES ALFANUMÉRICOS	OBSERVACIONES	
1	536 111 979	MCIN	M-MRC	MARCA	*		MTU		
2	536 111 979	MCIN	M-MDL	MODELO	*		16V2000G85		
3	536 111 979	MCIN	M-AFB	AÑO DE FABRICACIÓN	*	2013			
4	536 111 979	MCIN	M-NFB	NOMBRE DE FABRICANTE	*		MTU Friedrichshafen		
5	536 111 979	MCIN	M-NSR	NÚMERO DE SERIE	*		536 111 979		
6	536 111 979	MCIN	M-LFB	LUGAR DE FABRICACIÓN	*		GERMANY		
7	536 111 979	MCIN	M-TP	TIPO	*		COMBUSTION INTERNA		
8	536 111 979	MCIN	M-CMB	COMBUSTIBLE	*		DIESEL		
9	536 111 979	MCIN	M-CCL	CONFIGURACIÓN DE CILINDROS	ADM		EN V		
10	536 111 979	MCIN	M-NCL	NÚMERO DE CILINDROS	ADM	16			
11	536 111 979	MCIN	M-NCC	NÚMERO DE CICLOS	ADM	4			
12	536 111 979	MCIN	M-PTN	POTENCIA	kW	1115			
13	536 111 979	MCIN	M-RVL	REVOLUCIONES	rpm	1800			
14	536 111 979	MCIN	M-DPS	DIÁMETRO DEL PISTÓN	mm	130			
15	536 111 979	MCIN	M-DPSIN	DIÁMETRO DEL PISTÓN (pulgadas)	in				
16	536 111 979	MCIN	M-CRR	CARRERA DEL PISTÓN	mm	150			
17	536 111 979	MCIN	M-CRRIN	CARRERA DEL PISTÓN (pulgadas)	in				

Figura 102 Hoja técnica del objeto funcional motor

Elaborado por: El investigador

Anexo 30: Aplicación de procedimientos de operación.



		APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN		
ITEM	EQUIPO (SISTEMA/SUBSISTEMA)	SECUENCIA DE ACTIVIDADES	RESPONSABLE / EJECUTOR DE LA ACTIVIDAD	DOCUMENTOS HABILITANTES
1		Recibir despachos, re-despachos (mensual, semanal o diario) o llamada del CENACE, para inicio de generación	Operador	
2		Registrar llamada en Bitácora de Operación de cada unidad.	Operador	
3		Preparar la máquina para el arranque: comprobar condiciones del sistema de almacenamiento y transferencia de combustibles, sistema de enfriamiento y de lubricación.	Operador	
4		En generación normal, todos los sistemas se energizan, desde el transformador de principal alimentado desde nuestra propia generación o desde el SNI.	Operador	
5		Ante un black out, los sistemas quedan sin energizar. No se dispone de black start. Se verifican condiciones de las Unidades luego del evento. Se registra en bitácora y se emite documentos o informes de falla.	Operador	
6	Sistema de recepción, almacenamiento y transferencia de combustibles y lubricantes.	Los tanqueros ingresan a la Central pasan a la bahía de descarga cercana al tanque de almacenamiento, el operador de turno es el encargado de recepción, revisa contenido antes de la descarga mediante varillaje del producto en el tanquero, el chofer del vehículo y el operador conectan el tanquero a los tanques 1 ó 2 de diesel, se revisa el circuito de descarga. Se recibe documentación de la descarga; Se registra volumen de combustible descargado mediante aforo y se registra la descarga. Los documentos son enviados a bodega payamino.	Operador	
7	Sistema de aire	Sistema de aire integrado en la unidad. Se verifica estados de los filtros de aire. Se los reemplaza si es de ser necesario	Operador	
8	Sistema de enfriamiento.	Sistema de enfriamiento incorporado en la unidad. Se verifica el volumen de refrigerante existente, se lo compensa en caso de ser necesario.	Operador	
9	Sistema de lubricación.	Sistema de lubricación propio de la unidad. Se confirma el estado del lubricante tanto en volumen adecuado como en tiempo de uso.	Operador	
10	Sistema de combustible	Diariamente mientras se encuentra en generación llena los tanque diarios de combustible de las unidades. Confirma volumen cada hora y revisa posibles liqueos a lo largo del circuito de transferencia.	Operador	

Figura 103 Aplicación de procedimientos de operación.

Elaborado por: El investigador

Anexo 31: Acciones y maniobras de operación.



		ACCIONES Y MANIOBRAS PREVENTIVAS DURANTE LA OPERACIÓN			
ACTIVIDADES				PERIODICIDAD	RESPONSABLE
OPERACIÓN	MOTOR				
	1	Compensar de niveles de agua y aceite.	100 Horas.	Operador	
	2	Limpeza de partes y equipos.	100 Horas	Operador	
	3	Verificar parámetros y funcionamiento de los sistemas auxiliares.	50 Horas	Operador	
	4	Toma de muestras de aceite, agua y combustible.	14 días	Operador	
	5	Reporte de daños o averías	eventual	Operador	
	6	Mantenimientos básicos, Cambios de aceite, y filtros.	200 Horas	Operador+Personal mantenimiento	
	7	Purgado de agua en filtro separador	50 Horas.	Operador	
	8	Transferencias de combustible a la unidad	2 Horas	Operador	
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	AUXILIARES				
	1	Recepción de Aceite nuevo	200 Horas	Operador	
	2	Purgado de agua en filtro separador en el tanque	100 Horas	Operador	
	3	Toma de muestras de combustible en tanque de almacenamiento.	14 días	Operador	
	4	Toma de Datos y Reporte de averías.	Diarias.	Operador	
	5	Almacenamiento de desechos contaminados	200 horas	Operador	
	6				
	7				
	8				
9					
10					
11					
12					

Figura 104 Acciones y maniobras de operación.

Elaborado por: El investigador

Anexo 32: Rutinas de inspección y monitoreo.



		RUTINAS DE INSPECCIÓN Y MONITOREO			
ACTIVIDADES				PERIODICIDAD	RESPONSABLE
OPERACIÓN	MOTOR				
	1	Controlar Temperaturas y Presion de Aceite Lubricante, Agua, Combustible y Aire.	3 Horas.	Operador	
	2	Visualizar Fugas o liqueos de Aceite, Agua, Combustible y Aire.	1 Hora.	Operador	
	3	Control de parámetros del sistema scada	30 Minutos.	Operador	
	4	Registro de Datos Operativos de Generación.	1 Hora.	Operador	
	5	Chequear sonidos extraños y vibraciones en bombas y motores.	6 Horas.	Operador	
	6	Visualizar niveles de aceite en los Carter de motores y separadoras	Diario.	Operador	
	7	Inspección de temperatura ambiente de interior de la máquina	Diario.	Operador	
	AUXILIARES				
1	Control de niveles en tanques de almacenamiento de combustible.	Diario.	Operador		
2	Visualizar Fugas o liqueos de Aceite, Agua, Combustible, Aire, Vapor y Desechos Contaminados.	Diario.	Operador		
3	Verificar funcionamiento de bombas de precalentamiento	Diario.	Operador		
4					
5					
6					
7					
8					
9					

Figura 105 Rutinas de inspección y monitoreo

Elaborado por: El investigador

Anexo 33: Posturas



Figura 106 Posturas

Elaborado por: El investigador

Anexo 34: Pausas Planificadas

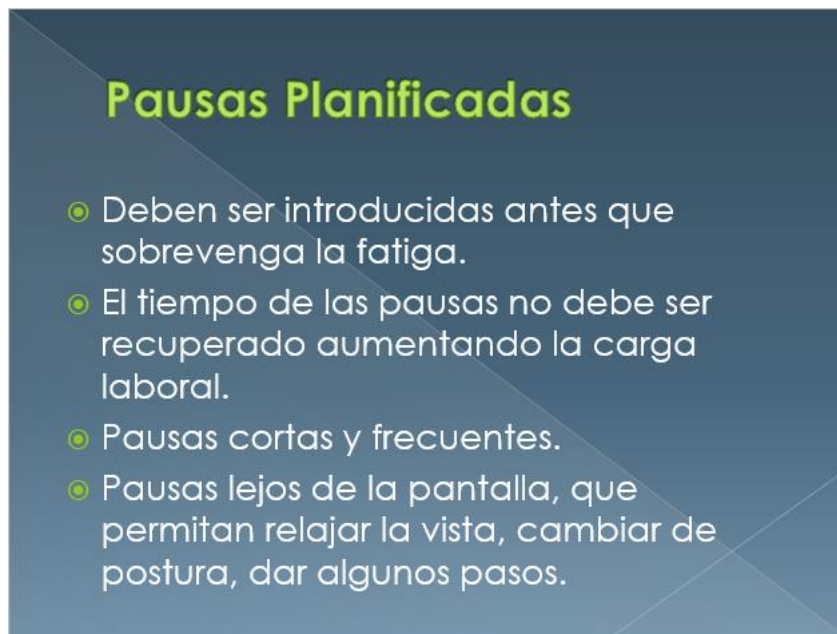


Figura 107 Pausas planificadas

Elaborado por: El investigador

Anexo 35: Aspectos del trabajo en la oficina



Figura 108 Aspectos del trabajo en la oficina

Elaborado por: El investigador

Anexo 36: Lista de chequeo OCRA

LISTA DE CHEQUEO OCRA PROCEDIMIENTO ABREVIADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE SOBRECARGA DE LOS MIEMBROS SUPERIORES EN LAS TAREAS REPETITIVAS.

Realizado por:	Fecha:
----------------	--------

RECUPERACIÓN	
NOMBRE Y BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	
¿Cuántos puestos de trabajo existen idénticos al descrito y cuántos puestos, aún sin ser idénticos, son muy similares al analizado?	
¿En cuántos turnos es utilizado el/los puesto/s de trabajo?	
¿Cuántos trabajadores en total (considerando el número de puestos de trabajo idénticos o muy similares, y los turnos de trabajo) y de que sexo (n. Masculinos y n. Femeninos) operan en el puesto de trabajo analizado?	
% de tiempo de utilización real del puesto de trabajo en un turno. Puede suceder que un puesto sea utilizado parcialmente en un turno de trabajo.	

	DESCRIPCIÓN	MINUTOS
DURACIÓN DEL TURNO	Oficial	(1)
	Efectivo	
PAUSA OFICIAL	De contrato	(2)
OTRAS PAUSAS (Distintas a la oficial)		
PAUSA PARA COMER	Oficial	(3)
	Efectivo	
TRABAJO NO REPETITIVO (ej: limpieza, abastecimiento, etc.)	Oficial	(4)
	Efectivo	
TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO	(1)-(2)-(3)-(4)=(5)	(5)
No. De tramos (o ciclos)	Programados	(6)
TIEMPO NETO DEL CICLO (seg.)	(5)*60/(6)=(7)	(7)
TIEMPO DEL CICLO OBSERVADO o PERÍODO DE OBSERVACIÓN (seg.)		(8)

TIPO DE INTERRUPTIÓN DEL TRABAJO EN CICLOS CON PAUSAS U OTRAS TAREAS DE CONTROL VISUAL. (elija una respuesta, pueden escogerse valores intermedios)	
0	Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (incluyendo pausa para comer); o bien, el tiempo de recuperación está dentro del ciclo.
2	Existen dos interrupciones en la mañana y dos por la tarde (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 - 10 minutos en el turno de 7 - 8 horas, ó como mínimo 4 interrupciones además de la pausa para comer, ó 4 interrupciones de 8 - 10 minutos en el turno de 6 horas.
3	Existen 2 pausas de una duración mínima de 8 - 10 minutos cada una en el turno de 6 horas (sin pausa para comer); o bien, 3 pausas más una pausa para comer en el turno de 7 - 8 horas.
4	Existen 2 interrupciones (más una pausa para comer) de una duración mínima de 8 - 10 minutos en el turno de 7 - 8 horas (o 3 pausas pero ninguna para comer); o bien, en el turno de 6 horas, una pausa de al menos 8-10 minutos.
6	En el turno de 7 horas, sin pausa para comer, existe solo una pausa de al menos 10 minutos; o bien, en el turno de 8 horas existe una única pausa para comer, la cuál no cuenta como horas de trabajo.
10	No existen pausas reales, excepto algunos minutos (menos de 5) en el turno de 7 - 8 horas.

Hora de inicio Hora de término

Indicar la duración del turno en minutos _____ y diseñar la distribución de las pausas en el turno.

.....RECUPERACIÓN

Figura 109 Lista de chequeo OCRA

Elaborado por: El investigador

Anexo 37: Diagrama de flujo para una emergencia

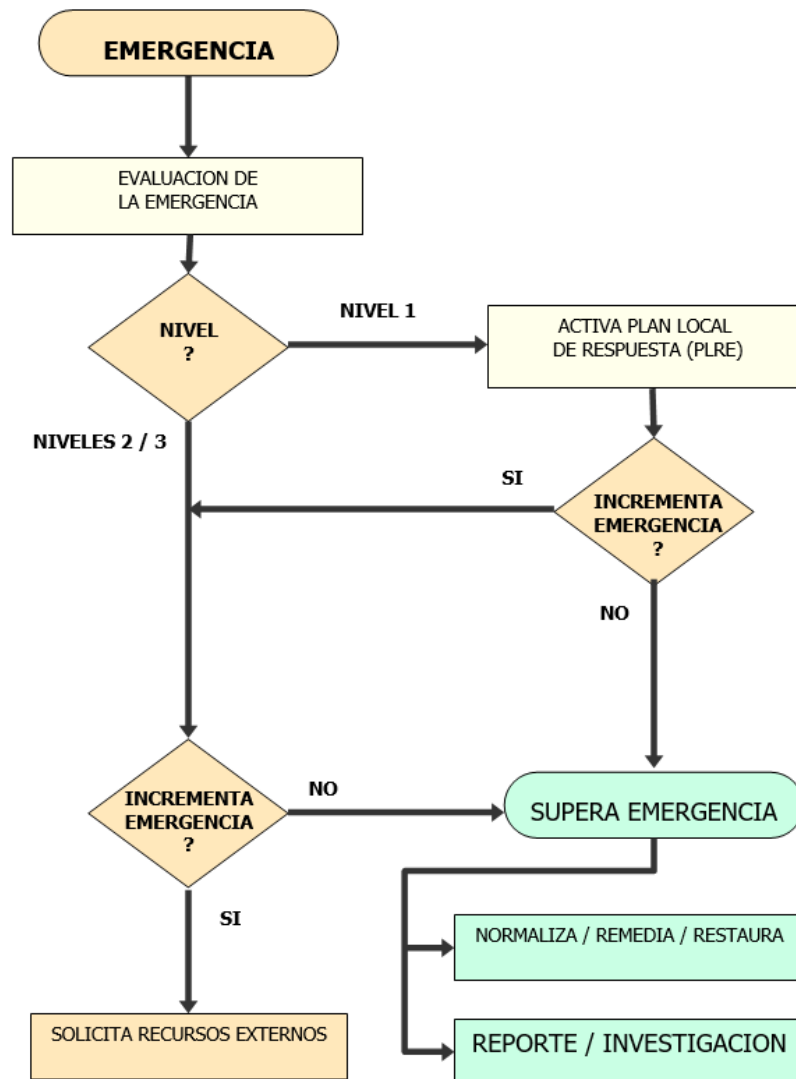


Figura 110 Diagrama de flujo para una emergencia

Elaborado por: El investigador

Anexo 38: Ficha y plan de manejo ambiental.



**Figura 111 Ficha y plan de manejo ambiental
Elaborado por: El investigador**

Anexo 39: Ficha ambiental



**FICHA AMBIENTAL
SUBESTACIÓN LORETO**

**FASES DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y RETIRO**

Diciembre 2014

**Figura 112 Ficha ambiental
Elaborado por: El investigador**

Anexo 40: Otro tipo de matriz que trabaja CELEC EP Matriz

CODIGO F:000X0000000000		CENTRAL DE GENERACION:		LORETO		CELEC EP TERMOELECTRICA DEL CAJON TERMOELECTRICA DEL CAJON	
VERSION: 10		TIPO DE DOCUMENTO:		ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (AMEF)			
FECHA: 17 de Mayo del 2017						DOCUMENTO N°:	
PERIODO DE RETENCION: 1800						DIM-ING-RCM-AMEF-01	
AREA: SGP						REV: 0	
SISTEMA	UNIDAD DE GENERACION TERMICA MCI 01	COD. UBICACION	CT-LRT-PGEE01-U01	FACULTADOR:	HAYDÉ JUJANA	FECHA ELABORACION	8/8/2017
SUB SISTEMA	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	COD. UBICACION	CT-LRT-PGEE01-U01-MCI	AUDITOR:		FECHA APROBACION	8/8/2017
FUNCIONES		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE FALLA	
1	TRANSMITIR POTENCIA MECÁNICA (TORQUE Y VELOCIDAD ANGULAR DE 1800 RPM) A UN GENERADOR SINCRÓNICO TRIFÁSICO	1A. NO TRANSMITE POTENCIA MECÁNICA	1A1	Baja presión en el cilindro mayor 300 psi	1A1.1	Saliente: Afecta Seguridad y Ambiente; Efecto operacional (síntomas): Acción correctiva:	
			1A2	Baja presión en los filtros de diesel (mayor 30 psi).	1A1.2	Rotura del acoplamiento de la bomba de transferencia; No hay diesel en tanque diario	
			1A3	Presencia de aceite en los multiples de escape	1A1.3	Desgaste de sellos de guías de válvulas	
			1A4	Pérdida de voltaje en la bobina de bomba de inyección	1A1.4	Ausencia de voltaje en los solenoides de las bombas inyectoras	
			1A5	Bajo voltaje de las baterías	1A1.5	Deterioro interno de las baterías (cortocircuitadas); Alternador averiado	
			1A6	Saturación en filtros de combustible	1A1.6	Presencia de suciedad en el combustible	
		1B. TRANSMITE BAJA POTENCIA MECÁNICA	1B1	1B1.1	obstrucción de los conductos del enfriador de aceite; taponamiento de los filtros de aceite		
			1B2	1B2.1	Desgaste de rines y camisas		
			1B3	1B3.1	Desgaste de la bomba de transferencia; taponamiento de los filtros; combustible con impurezas		
			1B4	1B4.1	obstrucción de los conductos del enfriador de aceite; taponamiento de los filtros de aceite		
			1B5	1B5.1	Desgaste de rines y camisas		
			1B6	1B6.1	Desgaste de la bomba de transferencia; taponamiento de los filtros; combustible con impurezas		

Figura 113 Matriz que utiliza CELEC EP

Elaborado por: El investigador

Anexo 41: Contexto operacional Loreto

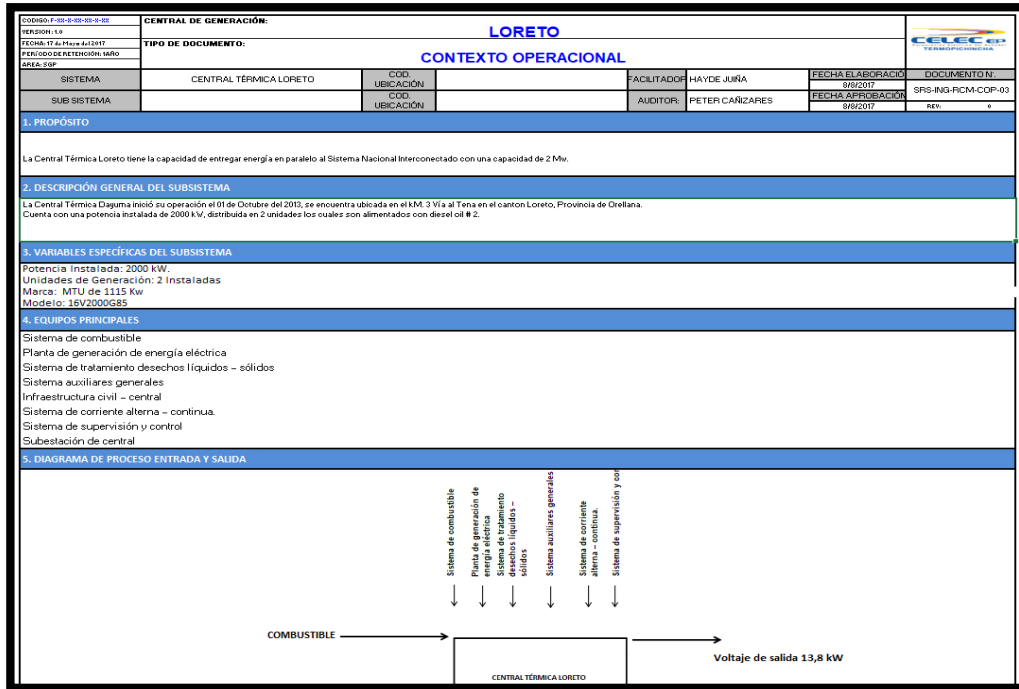


Figura 114 Contexto operacional Loreto

Elaborado por: El investigador

Anexo 42: Diagrama de función de central térmica Loreto

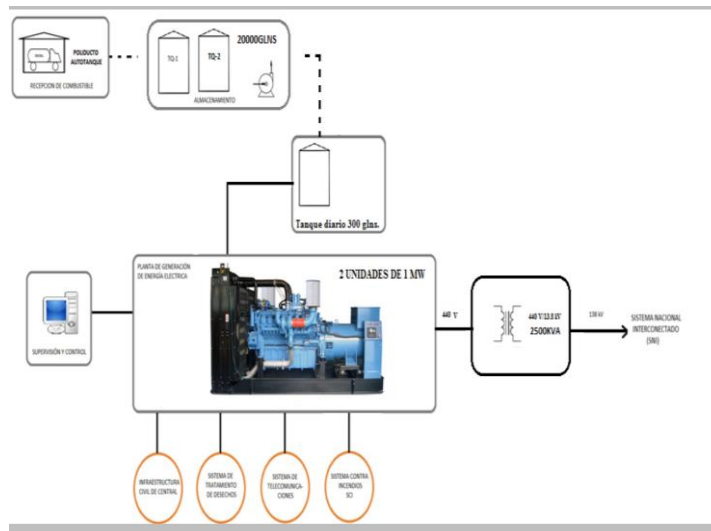


Figura 115 Diagrama de función de central Loreto

Elaborado por: El investigador

Anexo 43: Fotografía de la central térmica Loreto



Figura 116 Fotografía de la central térmica Loreto

Elaborado por: El investigador



Figura 117 Mancha de aceite

Elaborado por: El investigador



Figura 118 Fuga de combustible
Elaborado por: El investigador



Figura 119 Recepción de combustible
Elaborado por: El investigador



Figura 120 Bodega de material contaminado y químicos
Elaborado por: El investigador



Figura 121 Motor de combustión interna
Elaborado por: El investigador

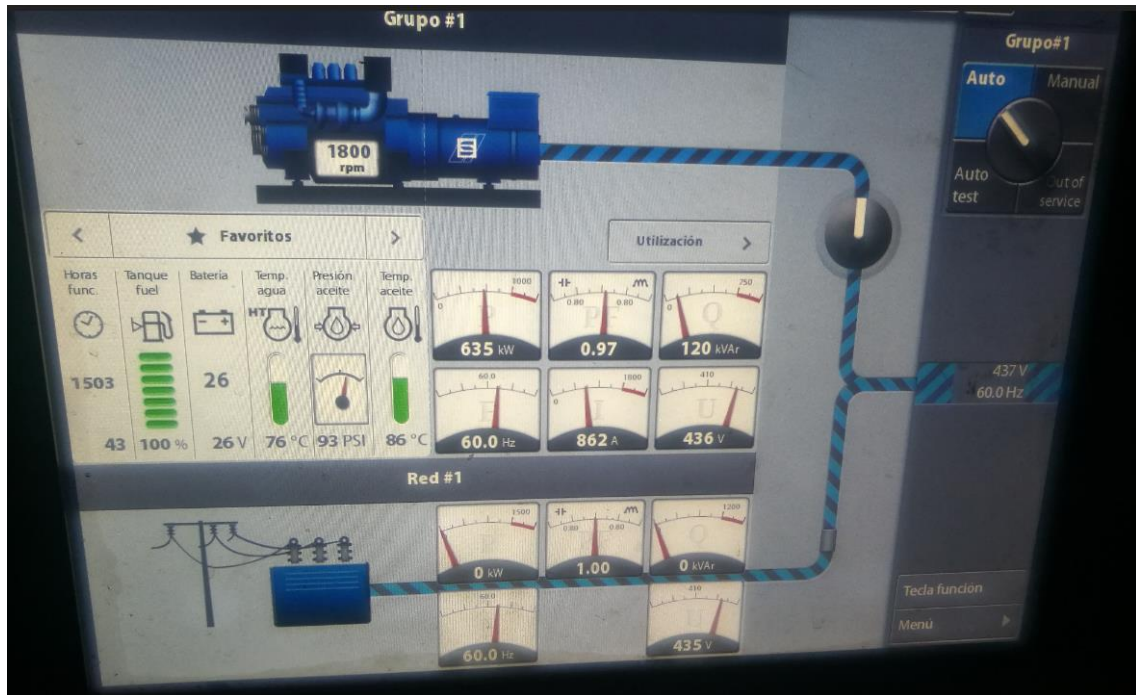


Figura 122 Pantalla de control de las unidades

Elaborado por: El investigador



Figura 123 Unidad de generación

Elaborado por: El investigador

Anexo 44: Estructura del personal de operación



		ESTRUCTURA PERSONAL OPERACIÓN			
NOMBRE Y APELLIDO	CARGO	SITUACIÓN (TEMPORAL/PERMANENTE)	ESPECIALIZACIÓN	HABILIDADES	
Gonzalo Guaman	Operador	Permanente.	Eléctrico	Operación, mecánica y electricidad, informática	
Oscar Nuñez	Operador	Permanente.	Mec. Industrial	Operación, mecánica y electricidad.	
Mauricio Típan	Operador	Permanente.	Mecánica	Operación, mecánica y electricidad.	

Figura 124 Estructura del personal de operación

Elaborado por: El investigador

Anexo 45: Listado de repuestos y precios

LISTA DE REPUESTOS POR HORAS DE OPERACION MOTOR MTU 16V2000G85

N.º	CODIGO	N/P	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	MTTO 6000 HORAS	
					CANT.	V. TOTAL
1	P01.017.BN006 2	139973692	BANDA PARA ALTERNADOR MTU	\$ 99,54	1	\$ 99,54
2	P01.002.BM011 0	X53608200005	BOMBA DE BAJA PRESION COMBUSTIBLE MTU	\$ 540,39	1	\$ 540,39
3	8	X53507300001	BOMBA INYECCION	\$ 1.917,15	16	\$ 30.674,40
4	P01.011.CJ0241	5360320014	CAMISA RETENEDOR DELANTERO CIGUEÑAL	\$ 44,96	1	\$ 44,96
5	01.011.CH0004	5420382211	COJINETE DE BIELA INFERIOR STD	\$ 77,70	16	\$ 1.243,20
6	P01.011.CH000 3	5360382410	COJINETE DE BIELA SUPERIOR STD	\$ 61,18	16	\$ 978,88
7	P01.017.BN006 8	5229970092	CORREAS PARA VENTILADOR, JUG.	\$ 220,85	1	\$ 220,85
8	P01.020.DF0029 P02.004.EM074 9	5410180233 5611871680	DIAFRAGMA FILTRO GASES DEL CARTER EMPAQUE BOMBA DE AGUA	\$ 38,56 \$ 7,75	3 1	\$ 115,68 \$ 7,75
10	P02.004.EM085 3	5150193	EMPAQUE BOMBA BAJA PRESION COMBUSTIBLE	\$ 3,73	1	\$ 3,73
11	P02.004.EM085 4	5220910080	EMPAQUE BOMBA BAJA PRESION COMBUSTIBLE	\$ 4,66	1	\$ 4,66
12	P02.004.EM085 6	271511060000	EMPAQUE BOMBA DE ACEITE	\$ 10,22	1	\$ 10,22
13	P01.020.EM028 7	5410160920	EMPAQUE DE CABEZOTE MTU	\$ 121,32	16	\$ 1.941,12
14	1	5381420180	EMPAQUE DE TURBO	\$ 46,66	2	\$ 93,32
15	0	5220140322	EMPAQUE DEL CARTER	\$ 232,27	1	\$ 232,27
16	P02.004.EM075 2	180680	EMPAQUE FILTRO GASES DEL CARTER	\$ 10,28	3	\$ 30,84
17	P02.004.EM075 1	5411420180	EMPAQUE METALICO MULTIPLE ESCAPE	\$ 4,66	16	\$ 74,56
18	P02.004.EM070 6	5360780480	EMPAQUE METALICO RIEL DE COMBUSTIBLE	\$ 5,09	8	\$ 40,72
19	P02.049.KI0107 P02.004.EM098 9	5220980080 5501871280	EMPAQUE MULTIPLE DE ADMISION ACEITE TURBOCARGADOR	\$ 11,45 \$ 3,62	16 2	\$ 183,20 \$ 7,24
20	P02.004.EM099 0	271511030000	ACEITE TURBOCARGADOR	\$ 2,67	2	\$ 5,34
21	5221870080	5410532730	EMPAQUE TUBERIA LLENADO DE ACEITE	\$ 5,66	1	\$ 5,66
22	7	5410532730	GUIAS DE VALVULA MTU	\$ 11,47	64	\$ 734,08
23	P01.086.IN0018	X53507500005	INYECTOR MTU	\$ 394,13	16	\$ 6.306,08
24	P02.132.MA0009	X00035411	MATRIMONIO MTU	\$ 88,73	1	\$ 88,73
25	26	XP58725100008	O-RING (DAMPER)	\$ 160,83	2	\$ 321,66

Figura 125 Listado de repuesto y precios

Elaborado por: El investigador

Anexo 46: Calculo de máximos y mínimos


CÓDIGO: F-XXXXXX		CENTRAL DE GENERACIÓN:					 LORETO NIVELES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO					
FECHA: 29 de Diciembre 2014		LORETO										
VERSION: 1.0							TIPO DE DOCUMENTO:					
PERIODO DE RETENCION: 1 AÑO		NIVELES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE INVENTARIO										
ÁREA:												
BODEGAS E INVENTARIOS		PUNTO DE REORDEN										
# ITEM	CÓDIGO DE BODEGA	DESCRIPCIÓN	PEDIDO PERIÓDICO					PUNTO DE REORDEN				
			NIVEL DE SERVIDIO	99,4	FACTOR DE SEGURIDAD (Z)		2,5	NIVEL MÁXIMO DE INVENTARIO	NIVEL MÍNIMO DE INVENTARIO (Punto de Reorden)	STOCK DE SEGURIDAD (1 año)	STOCK DE SEGURIDAD (6 meses)	CANTIDAD A PEDIR
			NIVEL MÁXIMO DE INVENTARIO	NIVEL MÍNIMO DE INVENTARIO (Pedido periódico)	STOCK DE SEGURIDAD (2 años)	STOCK DE SEGURIDAD (6 meses)	CANTIDAD A PEDIR	NIVEL MÁXIMO DE INVENTARIO	NIVEL MÍNIMO DE INVENTARIO (Punto de Reorden)	STOCK DE SEGURIDAD (1 año)	STOCK DE SEGURIDAD (6 meses)	CANTIDAD A PEDIR
1	F07.008.GE0001	GENERADOR ELECTROGENO	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2
2	P01046.TC0019	UNIDAD DE CONTROL ELECTRONICA ECU ADEC PARA MOTOR MTU 16V200	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
3	F01103.KI0008	KIT DIAGNOSTICO MOTOR MTU MFS 2000, INCLUYE (1 SOFTWARE DE LA U	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
4	P01108.TA0013	TURBOCARGADOR V5361000012	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
5	F01053.PG0057	REGULADOR DE VOLTAJE, CONJUNTO DE DIODOS Y VARIATOR ALT-491-K	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	-3
6	F01002.EM0164	BOMBA DE AGUA S222003001	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	-3
7	F01157.PD0017	RADIADOR DE AGUA ENFRIADO POR AIRE PARA MOTOR MTU 16V 2000 G85	0	0	0	0	-12	0	0	0	0	-12
8	F07.012.PF0008	PROBADOR DE INYECTOR 826588252100	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
9	F01103.KI0007	KIT DIAGNOSTICO MOTOR MTU MFS 1000, INCLUYE (1 CAJA TRADUCTORA	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
10	F01053.PG0036	REGULADOR DE VOLTAJE LEROY SOMERS RA48 AREF RA50	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
11	F07.012.HE0006	REMOVEDOR DEL SELLO DEL CIGUEÑAL NP F6785514	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
12	F07.012.HE0005	HERRAMIENTA DE FIJACION NP F6554636	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
13	F01182.AL0016	ALTERNADOR 24 VOLTIOS 0089549802	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
14	F01036.MC0045	MOTOR DE APRIANQUE 24V X00007906	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
15	F01002.EM0108	BOMBA INYECCION V53507300001	0	0	0	0	-30	0	0	0	0	-30
16	F01147.PU0022	FUENTE DE DICDO GP491(KIT)	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
17	F07.012.ME0001	MEDIDOR DE COMPRESION 550588032100	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
18	F01001.PD0228	ROLLOMAN POLEA DEL VENTILADOR N276 206412402018	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	-2
19	F01002.EM0031	BOMBA CENTRIFUGA DE 2 HP, CON MOTOR TRIFASICO 440V, ROTOR DE B	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
20	F07.012.AL0001	ALICATE PARA EXTRAER PROPULSOR F30378037	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2
21	F07.012.IN0002	INSTALADOR EXTRACTOR DE CAMISA 541588013000	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
22	F01013.EJ0003	EJE POLEA DEL VENTILADOR S222080207	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	-2
23	F01115.MA0013	MANDRIL DE SUJECION NP F3037881	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1

Figura 126 Calculo de máximo y mínimo de repuestos

Elaborado por: El investigador

Anexo 47: Checklist


RUTINAS DE OPERACIÓN		CENTRAL TERMOELÉCTRICA		 <small>COMPANHIA ELÉCTRICA DO EQUADOR</small> <small>UNIDAD DE NEGOCIO TERMOELECTRICA</small>	
LORETO		Gonzalo Guaman			
OPERADOR TURNO SALIENTE	Gonzalo Guaman				
OPERADOR TURNO ENTRANTE		Oscar Damian Nuñez			
UNIDADES DE GENERACIÓN		Turno Saliente	Turno Entrante		
VERIFICAR NIVELES		U1	U2	U1	U2
Niveles de aceite en motor		✓	✓	✓	✓
Nivel de agua en el radiador		✓	✓	✓	✓
		OBSERVACIONES			
		Unidad 3 SDMU X1000UC2R00W32 No disponible. Daño mecánico en Motor MTU.			
VERIFICAR ESTADO ABIERTO/CERRADO		Cerrado	Cerrado		
Válvula de TANQUE NUMERO 1		✓	✓		
Válvula de TANQUE NUMERO 2		✓	✓		
Válvula de la entrada a la unidad 1		✓	✓		
Válvula de la entrada a la unidad 2		✓	✓		
Válvula de la entrada a la unidad 3 (NO DISPONIBLE)		✓	✓	SE ENCUENTRA SUSPENDIDA LA TUBERIA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE	
VERIFICAR FUGAS		Cerrado	Cerrado		
Fugas de agua en motor y/o radiador		✓	✓	✓	✓
Fugas de aceite en motor		✓	✓	✓	✓
Fugas de gases en multiples de escape, tuberías y silenciador		✓	✓	✓	✓
Fugas de diesel en motor, tanque de almacenamiento, tuberías		✓	✓	✓	✓
VERIFICAR OTROS		Realizado	Comprobado		
Verificar funcionamiento de aparatos de medición		✓	✓	el puerto de entrada para la conexión de la computadora esta quemado, en la unidad 1 y unidad 2	
AIRE ACONDICIONADO OFICINA (dañado)				El aire acondicionado de la oficina se encuentra dañado	
OTROS EQUIPOS					
VERIFICAR NIVELES		CANTIDAD	UNIDAD		
Nivel en tanque de almacenamiento de combustible TQ1		7490	GLNS		
Nivel en tanque de almacenamiento de combustible TQ2		8682	GLNS		
Nivel en tanque de almacenamiento de combustible Unidad 1		147	GLNS		
Nivel en tanque de almacenamiento de combustible Unidad 2		158	GLNS		
Nivel en tanque de almacenamiento de combustible Unidad 3		233	GLNS		
Nivel en tanque de aceite		9	GLNS		
VERIFICAR ESTADO ABIERTO/CERRADO		Cerrado	Cerrado		
Válvula de la bomba de combustible en el cubeto		✓	✓		
Estado del cubeto		✓	✓		
VERIFICAR LIMPIEZA - OFICINA		Realizado	Comprobado		
Verificar limpieza de basureros		✓	✓		
Verificar limpieza de oficina		✓	✓		
Verificar limpieza de baño		✓	✓		
Verificar limpieza de la nevera		✓	✓		
Verificar limpieza del dispensador de agua		✓	✓		
VERIFICAR LIMPIEZA - OTROS		Realizado	Comprobado		
Verificar limpieza en cubeto		✓	✓		
Verificar fundas en los Basureros		✓	✓		
Limpieza general de máquinas		✓	✓		
combustible de la camioneta				La camioneta # 63 perteneciente a la central Loreto se encuentra en la central payamino.	
limpieza de la camioneta					
Verificar que este lleno de agua el reservorio de la central		✓	✓		
Estado de la maleza.		✓	✓	la maleza esta alta	
OBSERVACIONES GENERALES DE LA PLANTA:					
El vidrio de la oficina está roto.					
La camioneta # 63 perteneciente a la central Loreto se encuentra en la central payamino.					
La pantalla del celular de la central Loreto se encuentra trisada, y comienza afectar el correcto funcionamiento del celular.					
El aire acondicionado de la oficina se encuentra dañado y fue llevado por los mecánicos a la central payamino para su revisión, esto ya se reporto desde hace un año atrás, al momento se envió un informe para dar de baja el equipo dirigida a LUCIA CUBILLOS.					
ACCIONES TOMADAS:					
Se envía email a jefe superior dando a conocer el inconveniente.					
Se envió un informe para dar de baja el aire acondicionado de la central Loreto dirigido a LUCIA CUBILLOS.					
Se reporta el daño del teléfono celular al jefe inmediato mediante correo.					

Figura 127 Checklist operación

Elaborado por: El investigador

Anexo 48: Sistema contra incendio Extintores




Código:	CENTRAL TÉRMICA LORETO										
Versión: 1.0	SISTEMA CONTRA INCENDIOS . EXTINTORES										
Fecha: 19-06-2017	MES / AÑO	febrero	2018								
Página: 1 de 1											
FICHA DEL EXTINTOR											
N° Extintor:	 Tipo de Carga ó agente	 Marca:	 Foto:								
1	P.Q.S. ABC	KJ									
 Cliente	 Ubicación	 Peso:									
Central Loreto	Sala de Control	3,3 kg									
 Fecha Recepción:	 Fecha Mantenimiento:	 Fecha Vencimiento:									
sep / 2015	dic / 2016	dic / 2017									
 Descripción:											
 PARÁMETROS A OBSERVAR				 1° Inspección	 2° Inspección	 3° Inspección	 4° Inspección	 5° Inspección			
				 SI	 NO	 SI	 NO	 SI	 NO	 SI	 NO
MANÓMETRO INDICA CARGADO (ZONA VERDE)				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LIBRE DE OBSTÁCULOS				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BUENA UBICACIÓN				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZONA Y/O EXTINTOR NUMERADO				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PICTOGRAMA DE CLASE DE FUEGO LEGIBLE				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PICTOGRAMA DE CLASE DE FORMA DE USO LEGIBLE				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ETIQUETA DE CARGA LEGIBLE				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUESTRA TIPO DE CARGA DE AGENTE IGNÍFUGO				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POSEE COLGADOR PARA PARED				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POSEE PASADOR y/O Precinto DE SEGURIDAD EN BUEN ESTADO				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MANGUERA EN BUEN ESTADO				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LA TOBERA, PISTÓN O PISTOLA ESTA EN ÓPTIMAS CONDICIONES				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ABRAZADERA O SUJETADOR DE MANGUERA EN BUEN ESTADO				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CILINDRO / BOTELLA / CARTUCHO IMPULSOR EN BUEN ESTADO				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PINTURA DE BOTELLA Y CARTUCHO IMPULSOR EN BUEN ESTADO				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POSEE RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN EN BUEN ESTADO				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTROS				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Observaciones:		 Fecha:	2-jul	9-jul	23-jul						
El extintor ya sobrepasa el tiempo de mantenimiento permitido, se informa a Cristian quintanilla responsable de seguridad industrial		 Revisado por:	ODN	ODN	ODN						
 FIRMAS											

Figura 128 Control de extintores

Elaborado por: El investigador


Anexo 49: Informe de falla

cenace		CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA															
INFORME DE FALLA No.		LORETO-320															
1. EMPRESA DE GENERACIÓN CELEC EP UNIDAD DE NEGOCIO - TERMOPICHINCHA																	
1.1 CENTRAL LORETO																	
1.2 UNIDAD UNIDAD 1																	
2. FECHA: 15-feb-2018		3. HORA: 17:25															
4. EVENTO: 1º RED EXTERNA SIN VOLTAJE																	
5. ELEMENTO FALLADO: APERTURA DEL ALIMENTADOR DE LA ENTRADA A LORETO																	
<table border="0"> <tr> <td colspan="3"></td> <td colspan="2">Pertenece a su Empresa?</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>SI</td> <td>No <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>							Pertenece a su Empresa?					SI	No <input checked="" type="checkbox"/>				
			Pertenece a su Empresa?														
			SI	No <input checked="" type="checkbox"/>													
6. CAUSA PROBABLE: FALLA EN LA RED EXTERNA																	
7. CONDICIONES PREVIAS A LA FALLA:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">7.1 ELEMENTO FALLADO:</th> <th colspan="2">GENERACIÓN UNIDADES</th> <th>VOLTAJE</th> </tr> <tr> <th>MW</th> <th>MVAR</th> <th>KV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0,500</td> <td>0,101</td> <td>12,18</td> </tr> </tbody> </table>				7.1 ELEMENTO FALLADO:	GENERACIÓN UNIDADES		VOLTAJE	MW	MVAR	KV		0,500	0,101	12,18			
7.1 ELEMENTO FALLADO:	GENERACIÓN UNIDADES		VOLTAJE														
	MW	MVAR	KV														
	0,500	0,101	12,18														
7.2 PROBLEMAS CON POTENCIA																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DISMINUCION DE POTENCIA</th> <th colspan="2">MW</th> <th colspan="2">MVAR</th> </tr> <tr> <th>FECHA INICIO</th> <th>HORA INICIO</th> <th>FECHA FIN</th> <th>HORA FIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DURACION</td> <td>15-feb-18</td> <td>17:25</td> <td>15-feb-18</td> <td>17:31</td> </tr> </tbody> </table>				DISMINUCION DE POTENCIA	MW		MVAR		FECHA INICIO	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA FIN	DURACION	15-feb-18	17:25	15-feb-18	17:31
DISMINUCION DE POTENCIA	MW		MVAR														
	FECHA INICIO	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA FIN													
DURACION	15-feb-18	17:25	15-feb-18	17:31													
7.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESPEJADO</th> <th>LLUVIA</th> <th>BIENTO</th> <th>DESCAR. ATMOSF.</th> <th>OTROS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				DESPEJADO	LLUVIA	BIENTO	DESCAR. ATMOSF.	OTROS		X							
DESPEJADO	LLUVIA	BIENTO	DESCAR. ATMOSF.	OTROS													
	X																
8. CONSECUENCIAS SOBRE OTROS EQUIPOS DEBIDO A LA FALLA:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>EQUIPO</th> <th>CONSECUENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UNIDAD 1</td> <td>LA UNIDAD SALE DEL PARALELO</td> </tr> </tbody> </table>				EQUIPO	CONSECUENCIA	UNIDAD 1	LA UNIDAD SALE DEL PARALELO										
EQUIPO	CONSECUENCIA																
UNIDAD 1	LA UNIDAD SALE DEL PARALELO																
9. PROTECCIONES Y DISYUNTORES OPERADOS																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>HORA</th> <th>DISYUNTOR</th> <th>RELES</th> <th>ALARMAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17:25</td> <td></td> <td>81R</td> <td>DF/DT APERTURA DEL DISYUNTOR DE LA UNIDAD</td> </tr> </tbody> </table>				HORA	DISYUNTOR	RELES	ALARMAS	17:25		81R	DF/DT APERTURA DEL DISYUNTOR DE LA UNIDAD						
HORA	DISYUNTOR	RELES	ALARMAS														
17:25		81R	DF/DT APERTURA DEL DISYUNTOR DE LA UNIDAD														
10. HORA DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPO FALLADO: 17:31																	
11. MANIOBRAS Y OTRAS ACCIONES REALIZADAS:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>HORA</th> <th>LUGAR</th> <th>MANIOBRAS EJECUTADAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17:25</td> <td>CT LORETO</td> <td>RED DE DISTRIBUCIÓN EXTERNA SIN VOLTAJE EN UNA FASE</td> </tr> <tr> <td>17:28</td> <td>CT LORETO</td> <td>RETORNA EL VOLTAJE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN A NIVELES NORMALES</td> </tr> <tr> <td>17:31</td> <td>CT LORETO</td> <td>INGRESA LA UNIDAD</td> </tr> </tbody> </table>				HORA	LUGAR	MANIOBRAS EJECUTADAS	17:25	CT LORETO	RED DE DISTRIBUCIÓN EXTERNA SIN VOLTAJE EN UNA FASE	17:28	CT LORETO	RETORNA EL VOLTAJE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN A NIVELES NORMALES	17:31	CT LORETO	INGRESA LA UNIDAD		
HORA	LUGAR	MANIOBRAS EJECUTADAS															
17:25	CT LORETO	RED DE DISTRIBUCIÓN EXTERNA SIN VOLTAJE EN UNA FASE															
17:28	CT LORETO	RETORNA EL VOLTAJE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN A NIVELES NORMALES															
17:31	CT LORETO	INGRESA LA UNIDAD															
12. OSCIOGRAMAS DE LA PERTUBACION																	

Figura 129 Informe de falla

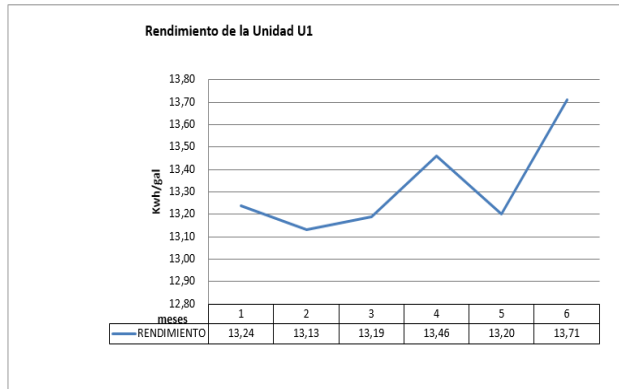
Elaborado por: El investigador

Anexo 50: Rendimiento inicial de los motores

	GRÁFICOS DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE		CÓDIGO: CEL-FOR-DGN-008
	Revisado por:		FECHA: 13/06/2013
	Aprobado por:		

DIRECCIÓN DE GENERACIÓN CELEC EP			ANEJO 06
UNIDAD DE NEGOCIO:	TERMOPICHINCHA		
CENTRAL:	LORETO		
MES-AÑO:	febrero 2015		

POR GRUPO: GRÁFICOS DE RENDIMIENTO, (Combustible Principal), ÚLTIMOS 6 MESES



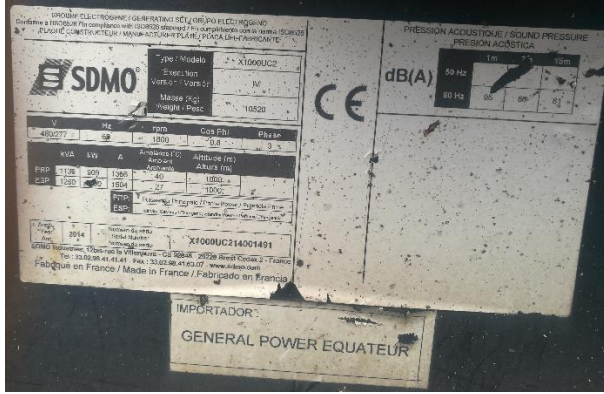
UNIDAD 1			
MES	COMBUSTIBLE	GENERACIÓN MWh	RENDIMIENTO
SEPTIEMBRE	19210,31	254420,00	13,24
OCTUBRE	16428,64	247100,00	13,13
NOVIEMBRE	20165,61	266010,00	13,19
DICIEMBRE	22011,23	296270,00	13,46
ENERO	16910,44	223280,00	13,20
FEBRERO	16421,37	225160,81	13,71

Figura 130 Rendimiento inicial de los motores

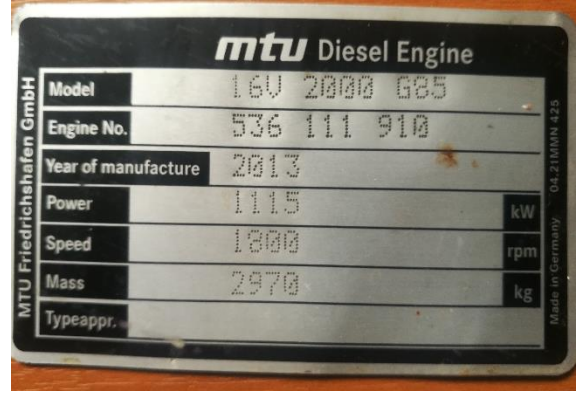
Elaborado por: El investigador

Anexo 52: Placas de las máquinas.

Unidad # 1



Placa de la unidad # 1

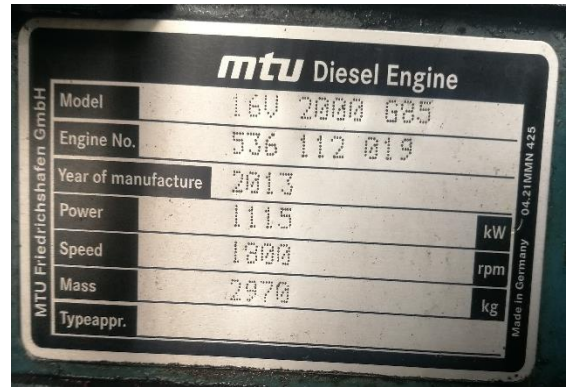


Placa del motor de la unidad # 1

Unidad # 2

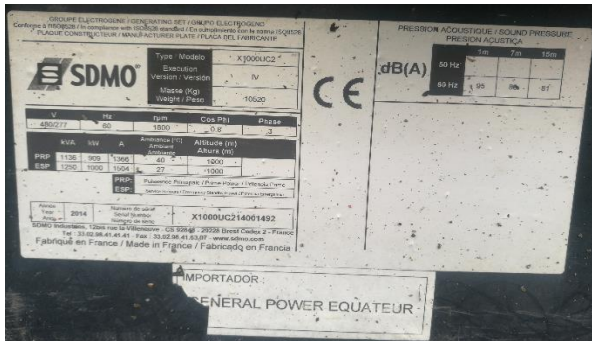


Placa de la unidad # 2

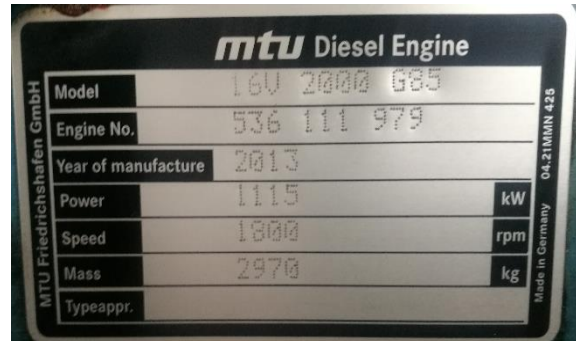


Placa del motor de la unidad # 2

Unidad # 3



Placa de la unidad # 3



Placa del motor de la unidad # 3