

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES.....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	2
1.4. OBJETIVO GENERAL	2
1.4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.5. ALCANCES.....	3
1.6. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	4
1.7. RESULTADOS ESPERADOS	4
1.8. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	6
2.1.1. PLANTA PANELES TENO.....	7
2.1.2. DESCRIPCIÓN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PLANTA PANELES MDP TENO.....	8
2.2. MANTENIMIENTO.....	9
2.2.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO	10
2.2.2. FUNCIONES BÁSICAS DEL MANTENIMIENTO	11
2.2.3. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	12
2.2.3.1. MANTENIMIENTO EN EL PRESENTE.....	14
2.2.3.2. MANTENIMIENTO HACIA EL FUTURO	15
2.2.4. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO.....	16
2.2.4.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	16
2.2.4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	16
2.2.4.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	16
2.2.4.4. MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	16
2.3. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD - RCM.....	17
2.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO O MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONDICIÓN	17
2.4.1. CURVA P-F.....	19
2.4.2. ETAPAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO	21
2.4.3. VENTAJAS Y POSIBLES INCONVENIENTES DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	21
2.4.4. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	22
2.4.4.1. ANÁLISIS DE IMPULSOS DE CHOQUE	23
2.4.4.2. ANÁLISIS POR ULTRASONIDO	24
2.4.4.3. ANÁLISIS DE VIBRACIONES	25

2.4.4.4. TERMOGRAFÍA	26
2.4.4.5. ANÁLISIS DE ACEITE.....	27
2.5. COMPONENTES EN EQUIPOS ROTATORIOS A EVALUAR	28
2.5.1. RODAMIENTOS	28
2.5.1.1. TIPOS DE RODAMIENTOS.....	28
2.5.2. LUBRICACIÓN	29
2.5.2.1. OBJETIVOS DE LA LUBRICACIÓN	30
2.6. EQUIPO SPM DE LEONOVA PARA EL MONITOREO DE LA CONDICIÓN DE RODAMIENTOS	30
2.6.1. PULSO DE CHOQUE.....	30
2.6.2. ANÁLISIS A TRAVÉS DE INSTRUMENTO SPM	32
2.6.2.1. FUNDAMENTO DE IMPULSOS DE CHOQUE.....	32
2.6.2.2. NORMALIZACIÓN DE LA MEDIDA	33
2.6.3. EQUIPO SPM LEONOVA INFINITY.....	36
2.6.3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO SPM.....	38
2.6.3.2. TÉCNICA LR/HR DE IMPULSOS DE CHOQUE	38
2.6.4. TÉCNICA LR/HR DE EQUIPO SPM PARA EL MONITOREO DE LA CONDICIÓN DE RODAMIENTOS	39
2.6.4.1. SEÑAL Y MEDICIÓN.....	39
2.6.4.2. DATOS DE ENTRADA.....	40
2.6.4.3. EVALUACIÓN DE LA MEDICIÓN.....	41
2.6.4.4. REGLAS PARA LOS PUNTOS DE MEDICION	44
CAPITULO III: IMPLEMENTACIÓN DE SPM EN EL MONITOREO DE LA CONDICIÓN	45
3. IMPLEMENTACIÓN DE SPM.....	46
3.1. LEVANTAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS PARA EL MONITOREO POR SPM	47
3.1.1. EQUIPOS CRÍTICOS PARA EL MONITOREO POR SPM.....	48
3.1.1.1. ESTUDIO DE CRITICIDAD.....	48
3.1.1.2. RECOPIACIÓN Y EVALUACIÓN DE DATOS TÉCNICOS PARA EL MONITOREO POR SPM	53
3.1.2. EQUIPOS CRÍTICOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL MONITOREO POR SPM	58
3.1.2.1. VENTILADORES ÁREA TRANSPORTE NEUMÁTICO.....	58
3.1.2.2. VENTILADORES ÁREA SECADO	63
3.1.2.3. VENTILADORES ÁREA PLANTA TÉRMICA.....	66
3.1.2.4. BOMBAS PARA ACEITE TÉRMICO ÁREA PLANTA TÉRMICA	69
3.1.2.5. BOMBAS PARA ACEITE TÉRMICO ÁREA PRENSA.....	72
3.1.2.6. BOMBAS PARA REFRIGERACIÓN DE PARRILLAS ÁREA PLANTA TÉRMICA....	75

3.1.2.7. CHIPER TRONCO ÁREA DESCORTEZADO Y ASTILLADO	78
3.1.2.8. CHIPER ÁREA ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE BIOMASA	81
3.1.2.9. MÓDULO DE LIJADORA ÁREA LIJADO	84
3.1.3. CONFIGURAR SOFTWARE DE SPM PARA EL MONITOREO	88
3.1.3.1. ESTABLECER RUTAS DE MEDICIÓN	88
3.1.4. PAUTA DE TRABAJO EN EL MONITOREO DE LA CONDICIÓN POR SPM.....	91
3.1.5. FORMATO DE INFORME PARA ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	92
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS	95
4.1. RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVÉS DEL MONITOREO POR SPM.....	96
4.1.1. PRIMEROS EQUIPOS PARA EL MONITOREO POR SPM	96
4.1.2. COMPONENTE CON INDICACIÓN DE DAÑO.....	97
4.1.3. RESULTADOS DE MEDICIÓN: EVALUACIÓN DE GRÁFICO LUBMASTER.....	98
4.1.3.1. ANÁLISIS DE GRÁFICO LR/HR.....	100
4.1.3.2. ANÁLISIS DE GRÁFICO N° LUB	103
4.1.3.3. ANÁLISIS DE GRÁFICO N° COND.....	105
4.1.3.4. ANÁLISIS DE GRÁFICO TEMPERATURA	108
4.1.4. EVIDENCIA PARA CORROBORAR LA EVALUACIÓN DE RESULTADOS	111
4.2. OPORTUNIDAD DE MEJORA.....	112
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	114
REFERENCIAS	117
BIBLIOGRAFÍA.....	118

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Áreas de negocio de Arauco (Fuente: Paneles Arauco).....	6
Imagen 2: Valores que definen a Arauco (Fuente: Paneles Arauco)	6
Imagen 3: Entrada de Planta de Paneles MDP, Teno (Fuente: Paneles Arauco)	7
Imagen 4: Vista isométrica de Planta de Paneles MDP, Teno (Fuente: Paneles Arauco)	7
Imagen 5: Esquema general de proceso de producción paneles o tableros MDP (Fuente: Paneles Arauco).....	8
Imagen 6: Tablero MDP (Medium Density Particleboard) (Fuente: Paneles Arauco)	9
Imagen 7: Evolución del Mantenimiento. [4].....	14
Imagen 8: Equilibrio Preventivo – Proactivo (Fuente: Revista Predictiva 21).....	19
Imagen 9: Curva P – F (Fuente: Revista Predictiva 21)	19
Imagen 10: Costos versus el progreso de la falla (Fuente: Revista Predictiva 21)	20
Imagen 11: Equipo de Ultrasonido [11]	24
Imagen 12: Equipo Analizador de Vibraciones [12]	25
Imagen 13: Cámara Termográfica [13]	26
Imagen 14: Equipos SPM, Colector de datos y transductor (Fuente: Catálogo SPM)	37
Imagen 15: Análisis de Impulsos de Choque (Fuente: Catálogo SPM).....	41
Imagen 16: Aumento de Valor HR (Fuente: Catálogo SPM)	42
Imagen 17: Valores normales de HR (Fuente: Catálogo SPM)	42
Imagen 18: Valores para el N° LUB de acuerdo al tipo de rodamiento (Fuente: Catálogo SPM)	42
Imagen 19: Aumento del valor LR por daño en pista externa de rodadura (Fuente: Catálogo SPM)	43
Imagen 20: Punto indicado para medición por SPM (Fuente: Catálogo SPM)	44
Imagen 21: Punto indicado para medición por SPM (Fuente: Catálogo SPM)	44
Imagen 22: Punto indicado para medición por SPM (Fuente: Catálogo SPM)	44
Imagen 23: Ficha para datos técnicos (Fuente: Propia)	47
Imagen 24: Punto adecuado para medición por SPM (Fuente: Propia).....	53
Imagen 25: Ubicación de rodamiento lado ventilador de un motor eléctrico (Fuente: Catálogo Motores SEW)...	54
Imagen 26: Placa de motor 125M01 área transporte neumático (Fuente: Propia).....	55
Imagen 27: Placa de motor 267M01 accionamiento Chiper tronco (Fuente: Propia).....	55
Imagen 28: Lámpara Estroboscópica SKF modelo TKRS 20 (Fuente: SKF)	56
Imagen 29: Termómetro Infrarrojo SKF modelo TKTL 10 (Fuente: SKF).....	57
Imagen 30: Figura general puntos de medición ventiladores transporte neumático (Fuente: Propia)	60
Imagen 31: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	61
Imagen 32: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	62
Imagen 33: Punto de medición RDLA y RDLV (Fuente: Propia).....	62
Imagen 34: Vista de descanso abierto (Fuente: Propia)	62
Imagen 35: Figura general puntos de medición ventiladores de área secado (Fuente: Propia)	63

Imagen 36: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	64
Imagen 37: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	65
Imagen 38: Punto de medición RDLA y RDLV (Fuente: Propia).....	65
Imagen 39: Figura general puntos de medición ventiladores de gases área planta térmica (Fuente: Propia).....	67
Imagen 40: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	68
Imagen 41: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	68
Imagen 42: Punto de medición RDLA (Fuente: Propia)	68
Imagen 43: Punto de medición RDLV (Fuente: Propia)	68
Imagen 44: Figura general puntos de medición bombas para circulación de aceite térmico (Fuente: Propia).....	70
Imagen 45: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	71
Imagen 46: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	71
Imagen 47: Punto de medición RBLA y RBLR (Fuente: Propia)	72
Imagen 48: Figura general puntos de medición bombas de recirculación AT área prensa (Fuente: Propia).....	73
Imagen 49: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	74
Imagen 50: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	74
Imagen 51: Punto de medición RBLA y RBLR (Fuente: Propia)	74
Imagen 52: Figura general puntos de medición bombas para refrigeración de parrillas (Fuente: Propia)	76
Imagen 53: Puntos de medición RMLL y RMLA (Fuente: Propia)	77
Imagen 54: Puntos de medición RBLA y RBLR (Fuente: Propia).....	77
Imagen 55: Descripción del sistema Chiper tronco (Fuente: Paneles Arauco).....	78
Imagen 56: Figura general puntos de medición sistema de accionamiento del Chiper de tronco (Fuente: Propia)	79
Imagen 57: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	80
Imagen 58: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	80
Imagen 59: Punto de medición RDLR (Fuente: Propia).....	80
Imagen 60: Figura general puntos de medición sistema accionamiento Chiper Biomasa (Fuente: Propia)	82
Imagen 61: Punto de medición RMLL (Fuente: Propia)	83
Imagen 62: Punto de medición RMLA (Fuente: Propia).....	83
Imagen 63: Punto de medición RDLR y RDLL (Fuente: Propia)	83
Imagen 64: Vista de los cabezales 1 y 2 lado libre de lijadora N300 (Fuente: Paneles Arauco)	84
Imagen 65: Vista de los cabezales 3, 4, 5, 6 lado accionamiento y lado libre de lijadora N320 (Fuente: Paneles Arauco).....	85
Imagen 66: Figura general puntos de medición de lijadora N300 y N320 (Fuente: Propia)	86
Imagen 67: Puntos de medición apoyo rodillo de lijado, lado libre de lijadora (Fuente: Propia).....	87
Imagen 68: Técnicas de medición en una bomba para distintas fallas (Fuente: Catálogo SPM).....	88
Imagen 69: Datos de entrada para cada tipo de medición (Fuente: Catálogo SPM).....	89
Imagen 70: Página 1 del informe tipo para una posible falla o indicación de componentes (Fuente: Propia)	93
Imagen 71: Página 2 del informe tipo para una posible falla o indicación de componentes (Fuente: Propia)	94

Imagen 72: Punto de medición de Ventilador Q-125M01 que se encuentra con detección de falla (Fuente: Propia)	97
Imagen 73: Punto de medición en descanso lado acople Q-125M01 (Fuente: Propia)	97
Imagen 74: Daño incipiente en pista interna de rodadura encontrado con equipo SPM (Fuente: Propia).....	111
Imagen 75: Punto de medición correcto (2) en descansos para la medición por SPM (Fuente: Propia)	111
Imagen 76: Rodamiento de rodillo a rótula de doble hilera (Fuente: SKF).....	112
Imagen 77: Disposición actual de grasera en descansos área transporte neumático (Fuente: Propia).....	112
Imagen 78: Disposición óptima de grasera para rodamientos de rodillos en doble hilera (Fuente: Propia)	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: N° Tipo de rodamientos para instrumento SPM (Fuente: Catálogo SPM)	40
Tabla 2: Tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 con factores de consecuencia (Fuente: Paneles Arauco)	50
Tabla 3: Factor de potencia (Fuente: Paneles Arauco)	50
Tabla 4: Factor de temperatura de trabajo (Fuente: Paneles Arauco)	50
Tabla 5: Extracto de Tabla con Análisis de Criticidad de Equipos (Fuente: Paneles Arauco, Departamento de Confiabilidad)	51
Tabla 6: Características Técnicas puntos de medición Ventiladores Transporte Neumático (Fuente: Propia)	61
Tabla 7: Características técnicas puntos de medición ventiladores área secado (Fuente: Propia)	64
Tabla 8: Características Técnicas puntos de medición Ventiladores Planta Térmica (Fuente: Propia)	67
Tabla 9: Características Técnicas puntos de medición bombas para circulación de aceite térmico (Fuente: Propia)	71
Tabla 10: Características técnicas puntos de medición bombas para aceite térmico (Fuente: Propia)	74
Tabla 11: Características técnicas puntos de medición bombas para refrigeración de parrillas (Fuente: Propia) ..	77
Tabla 12: Características técnicas puntos de medición sistema accionamiento del Chiper de tronco (Fuente: Propia)	79
Tabla 13: Características técnicas puntos de medición sistema accionamiento Chiper Biomasa (Fuente: Propia) ..	82
Tabla 14: Características técnicas puntos de medición lijadoras N300 y N320 (Fuente: Propia)	87
Tabla 15: Listado de las actividades necesarias para un trabajo correcto y seguro en el monitoreo de equipos por SPM (Fuente: Propia)	91
Tabla 16: Características técnicas de 8 equipos del transporte neumático (Fuente: Propia)	96
Tabla 17: Resultado obtenido con un daño en RDLA de ventilador Q-125M01 con criterios de evaluación del catálogo SPM (Fuente: Propia)	98
Tabla 18: Resultados de medición y criterios de acuerdo a catalogo SPM	105

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Planificación según falla potencial. [10]	23
Gráfico 2: Normalización de Impulsos de Choque (Fuente: Catálogo SPM)	34
Gráfico 3: Progreso del daño con el aumento del valor delta	43
Gráfico 4: Extracto de Gráfico con Análisis de Criticidad de Equipos (Fuente: Paneles Arauco, Departamento de Confiabilidad).....	52
Gráfico 5: Gráfico de LUBMASTER en el cual se muestra la condición en el área roja (Fuente: Catálogo SPM).....	98
Gráfico 6: LR/HR (Fuente: Propia)	102
Gráfico 7: N° LUB (Fuente: Propia)	104
Gráfico 8: N° COND (Fuente: Propia)	107
Gráfico 9: TEMPERATURA °C (Fuente: Propia)	110