



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“REPOTENCIACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE
POLIURETANO JHBW-A200 PARA EL AISLAMIENTO TÉRMICO
DE AUTOBUSES DE LA EMPRESA ALME DE LA CIUDAD DE
AMBATO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR:

BRYAN ALBERTO MEDINA SANTOS

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**“REPOTENCIACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE
POLIURETANO JHBW-A200 PARA EL AISLAMIENTO TÉRMICO
DE AUTOBUSES DE LA EMPRESA ALME DE LA CIUDAD DE
AMBATO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

AUTOR: BRYAN ALBERTO MEDINA SANTOS

DIRECTOR: Ing. PABLO ERNESTO MONTALVO JARAMILLO

Riobamba – Ecuador

2022


©2022, Bryan Alberto Medina Santos

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Bryan Alberto Medina Santos, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de febrero de 2022



Bryan Alberto Medina Santos
C.I: 180507461-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MÉCANICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El tribunal del trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular:
Tipo: Proyecto Técnico, **“REPOTENCIACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA MÁQUINA INTECTORA DE POLIURETANO JHBW-A200 PARA EL AISLAMIENTO TÉRMICO DE AUTOBUSES DE LA EMPRESA ALME DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, realizado por el señor **BRYAN ALBERTO MEDINA SANTOS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



esPOCH
Facultad de Mecánica
Carrera de Mantenimiento Industrial

MARCO ANTONIO
ORDONEZ VINAN

2022-02-08

Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



Firmado electrónicamente por:
PABLO ERNESTO
MONTALVO
JARAMILLO

2022-02-08

Ing. Alex Giovanni Tenicota García
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ALEX
GIOVANNY
TENICOTA
GARCIA

Firmado digitalmente
por ALEX GIOVANNY
TENICOTA GARCIA
Fecha: 2022.05.24
19:25:11 -05'00'

2022-02-08

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Integración Curricular va dedicado con todo mi esfuerzo y dedicación para mi Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Alberto y Silvia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mi hermano Estanislao por ser un pilar fundamental en cada paso que hago con mi vida y a mi enamorada Analí por su cariño, amor y apoyo incondicional, durante todo este proceso de titulación. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar este trabajo de integración curricular hacia mi persona, que por más duro que sea el camino siempre me propuse metas constantes que al final logro cumplirlas con esfuerzo y dedicación.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero y profundo agradecimiento a mi DIOS por haberme dado la vida, haber compartido toda su sabiduría conmigo y sin duda haberme colmado sus bendiciones en los momentos más duros y complicados de mi vida, gracias a ello poder hacer realidad una más de mis metas. A toda la familia Medina Santos quienes fueron los que me brindaron su apoyo y me extendieron la mano de manera más desinteresada e incondicional. A mi prestigiosa institución, especialmente a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento Industrial, por haberme permitido lograr uno mis mayores sueños pese a las adversidades que la vida me ha presentado dentro y fuera de la carrera, a todos los distinguidos profesores que con sus sabias y honradas enseñanzas compartidas han hecho de mí una persona muy útil, en el ámbito profesional y en el ámbito personal, y además dándonos las herramientas más útiles y necesarias para colaborar en el desarrollo productivo, tecnológico y social de nuestro País. A mis queridos compañeros y amigos, que gracias a su amistad y compañía de todos estos años hicieron que esta etapa de estudiante se convirtiera en una de las mejores experiencias de mi vida. En especial expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. Pablo Montalvo y al Ing. Alex Tenicota, quienes me ayudaron en la ejecución del presente Trabajo de Integración Curricular.

Bryan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación y actualidad.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Plantas industriales.....	6
2.1.1 <i>Plantas de producción</i>	6
2.1.2 <i>Distribución de una planta</i>	6
2.2 Descripción de los procesos de construcción de autobuses.....	6
2.3 Inyectora de poliuretano.....	8
2.4 Tipos de inyectoras de poliuretano.....	8
2.4.1 <i>Máquina inyectora de poliuretano portátil</i>	8
2.4.2 <i>Máquina inyectora de poliuretano portátil de baja presión</i>	9
2.4.3 <i>Máquina de inyectora de poliuretano completa</i>	10
2.5 El poliuretano.....	11

2.5.1	<i>Espuma de poliuretano</i>	12
2.5.2	<i>Química del poliuretano</i>	14
2.5.3	<i>Polímeros utilizados en el reemplazo de metales</i>	15
2.6	Procesos de manufactura de los polímeros	16
2.7	Inyección	17
2.7.1	<i>Parámetros técnicos estandarizados de la inyectora JHBW-A200</i>	18
2.7.2	<i>Parámetros técnicos estandarizados de la pistola rociadora JHBW-P2</i>	19
2.8	Funcionamiento de la inyectora	19
2.9	Componentes del sistema	20
2.9.1	<i>Sistemas de almacenamiento de los componentes polioli e isocianato</i>	20
2.9.2	<i>Sistema de bombeo de componentes</i>	21
2.9.3	<i>Sistema de motor de gas presurizado</i>	21
2.9.4	<i>Bombas de aumento de presión</i>	23
2.9.5	<i>Válvulas, manómetros, filtros y accesorios (FRL)</i>	25
2.9.6	<i>Tablero de control</i>	26
2.9.7	<i>Sistema de calentamiento</i>	27
2.9.8	<i>Manguera de calentamiento</i>	27
2.9.9	<i>Pistola de inyección</i>	28
2.10	Técnica de pulverización de la inyectora JHBW-A200	28
2.10.1	<i>Sistema eléctrico</i>	29
2.11	Repotenciación	30
2.12	Mantenimiento	30
2.12.1	<i>Mantenimiento cero horas (Overhaul)</i>	31
2.12.2	<i>Importancia del plan de mantenimiento</i>	31
2.13	Análisis de criticidad	31

CAPÍTULO III

3.	REPOTENCIACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA INYECTORA JHBW-A200	33
3.1	Desarrollo del formato del diagnóstico técnico inicial y planes de acción	34
3.1.1	<i>Parte 1: Diagnóstico técnico actual</i>	34
3.1.2	<i>Parte 2: Planes de acción</i>	36
3.2	Diagnóstico técnico del sistema de bombeo	39

3.3	Plan de acción del sistema de bombeo	40
3.4	Diagnóstico técnico del sistema de calentamiento	41
3.5	Plan de acción del sistema de calentamiento	42
3.6	Diagnóstico técnico del sistema de control de presión de aire.....	43
3.7	Plan de acción del sistema de control de presión de aire	44
3.8	Diagnóstico técnico del sistema de inyección	45
3.9	Plan de acción del sistema de inyección	46
3.10	Mantenimiento del sistema de anclaje y transporte.....	47
3.11	Mantenimiento del sistema de bombeo	49
3.12	Mantenimiento del sistema del motor de gas presurizado	53
3.13	Mantenimiento del sistema de bombas de aumento de presión	54
3.13.1	<i>Mantenimiento de los componentes internos de los cilindros</i>	54
3.14	Mantenimiento del sistema de calentamiento	55
3.15	Mantenimiento del sistema de control de presión de aire	57
3.16	Mantenimiento del panel de control	58
3.17	Mantenimiento del sistema eléctrico y neumático.....	59
3.18	Mantenimiento del sistema de inyección.....	59
3.18.1	<i>Mantenimiento de las mangueras cortas de presión</i>	60
3.18.2	<i>Mantenimiento de la pistola de inyección</i>	60
3.19	Análisis de criticidad de los sistemas más críticos de la inyectora.....	63
3.20	Planificación y programación del mantenimiento.....	70
3.21	Modelo del plan de mantenimiento preventivo para los equipos y sistemas	70
3.22	Determinación de las frecuencias.....	71
3.23	Programación del mantenimiento.....	70
3.24	Técnicas de seguridad aplicadas para la inyectora	77
3.25	Manejo y calibración de la temperatura	79
3.26	Manual de operación de la inyectora de poliuretano JHBW-A200.....	80

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	81
4.1	Obtención de los principales modos de falla de la inyectora	81
4.2	Mejoramiento de la capacidad productiva de la inyectora con la implementación de un método de repotenciación de partes y sistemas críticos	85

4.3	Planificación del mantenimiento preventivo con frecuencias calendario	86
4.4	Mejoramiento de los resultados obtenidos en la gestión documental, gestión productiva y funcional de los elementos de la inyectora.....	87
4.5	Análisis de costos de la inyectora de poliuretano	88
4.5.1	<i>Costos de materiales y repuestos mecánicos</i>	<i>88</i>
4.5.2	<i>Costos de materiales y repuestos eléctricos</i>	<i>89</i>
4.5.3	<i>Costos de materiales y repuestos neumáticos</i>	<i>89</i>
4.5.4	<i>Costos totales directos</i>	<i>90</i>
4.5.5	<i>Costos totales indirectos</i>	<i>90</i>
4.5.6	<i>Costos totales.....</i>	<i>90</i>
	CONCLUSIONES.....	91
	RECOMENDACIONES.....	92
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Procesos de elaboración de una carrocería.....	7
Tabla 2-2: Características de una inyectora completa.....	10
Tabla 3-2: Clasificación del poliuretano.....	11
Tabla 4-2: Parámetros técnicos estandarizados de la inyectora JHBW-A200.....	18
Tabla 5-2: Parámetros técnicos estandarizados de la pistola rociadora JHBW-P2.....	19
Tabla 1-3: Ponderación cuantitativa.....	36
Tabla 2-3: Ponderación cualitativa.....	36
Tabla 3-1: Estado actual del sistema de bombeo.....	39
Tabla 4-3: Plan de acción del sistema de bombeo de componentes Iso y Polioliol.....	40
Tabla 5-3: Estado actual del sistema de calentamiento.....	41
Tabla 6-3: Plan de acción del sistema de calentamiento.....	42
Tabla 7-3: Estado actual del sistema de control de presión de aire.....	43
Tabla 8-3: Plan de acción del sistema de control de presión de aire.....	44
Tabla 9-3: Estado actual del sistema de inyección de poliuretano.....	45
Tabla 10-3: Plan de acción del sistema de inyección.....	46
Tabla 11-3: Instrucciones para el mantenimiento de la pistola de inyección JHBW-P2.....	60
Tabla 12-3: Jerarquización cualitativa.....	63
Tabla 13-3: Indicador de frecuencia de fallos (FF).....	64
Tabla 14-3: Indicador de detección de fallos (DF).....	65
Tabla 15-3: Indicador de severidad de fallos (SF).....	66
Tabla 16-3: Indicador de costos de fallos (CF).....	67
Tabla 17-3: Evaluación de los sistemas con respecto a los criterios.....	67
Tabla 18-3: Estimación del IC y jerarquización de los criterios evaluados.....	68
Tabla 19-3: Matriz normalizada.....	68
Tabla 20-3: Jerarquización final.....	69
Tabla 21-3: Rango final.....	69
Tabla 22-3: Planificación del mantenimiento preventivo de la inyectora de poliuretano.....	67
Tabla 23-3: Programación del sistema de anclaje y transporte.....	70
Tabla 24-3: Programación del sistema de bombeo de componentes.....	70
Tabla 25-3: Programación del sistema de motor de gas presurizado.....	71
Tabla 26-3: Programación del sistema de bombas de aumento de presión.....	71

Tabla 27-3: Programación del sistema de control de presión de aire.....	71
Tabla 28-3: Programación del sistema de calentamiento.....	72
Tabla 29-3: Programación del sistema eléctrico	72
Tabla 30-3: Programación del sistema de inyección.....	72
Tabla 31-3: Técnicas de seguridad aplicadas para la inyectora de poliuretano	77
Tabla 32-3: Calibración de la temperatura ideal de la inyectora	79
Tabla 33-3: Manual de operación de la inyectora	80
Tabla 1-4: Escala de severidad, ocurrencia y detección	81
Tabla 2-4: A.M.F.E.....	82
Tabla 3-4: Cálculo del porcentaje acumulado.....	83
Tabla 4-4: Porcentajes del antes y después de la repotenciación.....	85
Tabla 5-4: Estado actual de la inyectora después de la repotenciación	87
Tabla 6-4: Costos de accesorios mecánicos	88
Tabla 7-4: Costos de accesorios eléctricos.....	89
Tabla 8-4: Costos de accesorios neumáticos.....	89
Tabla 9-4: Costos totales directos	90
Tabla 10-4: Costos totales indirectos	90
Tabla 11-4: Costo total.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Inyectora de poliuretano	8
Figura 2-2: Inyectora de poliuretano portátil	9
Figura 3-2: Inyectora de poliuretano portátil de baja presión	9
Figura 4-2: Inyectora de poliuretano completa o industrial	11
Figura 5-2: Espuma de poliuretano.....	12
Figura 6-2: Asientos de espuma de poliuretano.....	13
Figura 7-2: Inyección de la espuma de poliuretano	13
Figura 8-2: Química del poliuretano.....	14
Figura 9-2: Inyectora de poliuretano	18
Figura 10-2: Flujo de proceso de la inyectora	19
Figura 11-2: Partes de la inyectora de poliuretano	20
Figura 12-2: Tanques de polioliol e isocianato	20
Figura 13-2: Tambor de succión.....	21
Figura 14-2: Motor de gas presurizado.....	21
Figura 15-2: Electroválvula 5/2	22
Figura 16-2: Posiciones de las electroválvulas	23
Figura 17-2: Bombas de aumento de presión	24
Figura 18-2: Cilindro hidráulico	24
Figura 19-2: Final de carrera	25
Figura 20-2: FRL	25
Figura 21-2: Panel de control.....	26
Figura 22-2: Bloques de calentamiento	27
Figura 23-2: Manguera de calentamiento	27
Figura 24-2: Pistola de inyección	28
Figura 25-2: Pulverización de poliuretano.....	29
Figura 26-2: Circuito eléctrico.....	29
Figura 27-2: Técnicas de optimización para la toma de decisiones.....	32
Figura 1-3: Diagrama de flujo de repotenciación	33
Figura 2-3: Formato del diagnóstico técnico actual.....	34
Figura 3-3: Planes de acción.....	37
Figura 4-3: Lijado de la estructura metálica	47

Figura 5-3: Soldado de los cuatro tubos para soporte.....	47
Figura 6-3: Mantenimiento de la estructura.....	48
Figura 7-3: Mantenimiento de los neumáticos.....	48
Figura 8-3: Grasa LG-990 de litio sintética.....	49
Figura 9-3: Mantenimiento de las cañerías de aire.....	49
Figura 10-3: Mantenimiento de las cañerías de descarga.....	50
Figura 11-3: Mantenimiento de los filtros en Y.....	50
Figura 12-3: Mantenimiento de los cabezales de succión.....	51
Figura 13-3: Lubricación del eje de desplazamiento.....	51
Figura 14-3: Mantenimiento de los ejes de succión.....	52
Figura 15-3: Lubricación de los resortes y empaques de los pistones.....	52
Figura 16-3: Mantenimiento de los empaques.....	53
Figura 17-3: Mantenimiento del motor de gas presurizado.....	53
Figura 18-3: Electroválvula 5/2 y finales de carrera 3/2.....	54
Figura 19-3: Mantenimiento del vástago de los dos cilindros de simple efecto.....	54
Figura 20-3: Partes defectuosas de los cilindros de presión.....	55
Figura 21-3: Mantenimiento de las partes internas de los cilindros.....	55
Figura 22-3: Mantenimiento de los bloques de calentamiento.....	56
Figura 23-3: Mantenimiento de la cañería de descarga al calentador B.....	56
Figura 24-3: Manómetro A.....	57
Figura 25-3: Mantenimiento de las tapas de los calentadores.....	57
Figura 26-3: Mantenimiento de los accesorios de presión.....	58
Figura 27-3: Mantenimiento del panel de control.....	58
Figura 28-3: Mantenimiento del sistema eléctrico.....	59
Figura 29-3: Mantenimiento del soporte de unión de mangueras.....	59
Figura 30-3: Cambio de nuevas mangueras.....	60
Figura 31-3: Mantenimiento de partes externas e internas de la pistola de inyección.....	62
Figura 32-3: Modelo AHP para los sistemas más críticos.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Porcentajes de los diagnósticos técnicos de los sistemas	63
Gráfico 1-4: Diagrama de Pareto	84
Gráfico 2-4: Tiempo vs Proceso de inyección	86

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ANCLAJE Y TRANSPORTE

ANEXO B: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE MOTOR DE GAS PRESURIZADO

ANEXO C: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE BOMBA DE AUMENTO DE PRESIÓN

ANEXO D: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL PANEL DE CONTROL

ANEXO E: PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA DE ANCLAJE Y TRANSPORTE

ANEXO F: PLAN DE ACCIÓN DEL MOTOR DE GAS PRESURIZADO

ANEXO G: PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

ANEXO H: PLAN DE ACCIÓN DEL PANEL DE CONTROL

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tuvo como objetivo repotenciar y planificar el mantenimiento de la inyectora de poliuretano JHBW-A200 de la empresa ALME en la ciudad de Ambato. Se analizó e inspeccionó a todos los elementos del equipo, determinando el estado técnico actual mediante la norma UNE-EN 60300-3-11:2013 basada en el mantenimiento centrado en fiabilidad, donde se desarrolló planes de acción donde se incluyen actividades de mantenimiento. Se procedió a repotenciar los elementos de la inyectora mediante limpiezas, remplazos y lubricaciones a partes como empaques, mangueras neumáticas e hidráulicas, juntas de unión, acoples, válvulas, etc. Puesto en marcha el activo se realizó un análisis de criticidad, determinando que el sistema de inyección y de bombeo de los componentes Polioliol e Isocianato resultaron los más críticos. Además, se elaboró el plan de mantenimiento preventivo de todo el equipo con el objetivo de prever y anticiparse a cualquier tipo de fallo; Describiendo así las principales actividades de mantenimiento con una programación de frecuencias calendario, para llevar un control total de las partes más críticas e incluyendo técnicas de seguridad y prevención de riesgos dentro de la empresa con la finalidad de mejorar el uso y el manejo del equipo. Para el análisis de resultados se realizó un análisis modal de fallos y efectos con ayuda de criterios de severidad, ocurrencia y detección, donde se evaluaron cada modo de fallo para determinar el número prioritario de riesgo de los mismos, plasmándolos en el diagrama de Pareto arrojando que los taponamientos de las mangueras y los ejes de succión incrustados resultaron los modos de fallo más frecuentes. Se recomienda siempre que para cada uso de la inyectora, la intervención de mantenimiento debe ser de forma inmediata, ya que la composición química de los componentes hacen que las partes se sequen y perjudiquen gravemente al equipo.

Palabras claves: <REPOTENCIACIÓN>, <INYECTORA DE POLIURETANO>, <POLÍMERO>, <AISLAMIENTO TÉRMICO>, <TERMOPLÁSTICO>, <ANÁLISIS DE CRITICIDAD>.



Firmado electrónicamente por:
HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA



0636-DBRA-UPT-2022

SUMMARY

The objective of this curricular integration work was to repower and plan the maintenance of the JHBW-A200 polyurethane injector of ALME Company in Ambato city. All the elements of the equipment were analyzed and inspected, determining the current technical state through the UNE-EN 60300-3-11:2013 standard based on maintenance focused on reliability, where action plans were developed that included maintenance activities. The elements of the injector were repowered by cleaning, replacing and lubricating parts such as gaskets, pneumatic and hydraulic hoses, joints, couplers, valves, etc. Once the asset was started up, a criticality analysis was carried out, determining that the injection and pumping system of the Polyol and Isocyanate components were the most critical. In addition, the preventive maintenance plan for all the equipment was drawn up with the aim of anticipating and anticipating any type of failure; thus describing the main maintenance activities with a schedule of calendar frequencies, to keep total control of the most critical parts and including safety and risk prevention techniques within the company in order to improve the use and management of the equipment. For the analysis of results, a modal analysis of failures and effects was carried out with the help of criteria of severity, occurrence and detection, where each failure mode was evaluated to determine the priority number of their risk; capturing them in the Pareto diagram, showing that the blockages of the hoses and the embedded suction shafts were the most frequent failure modes. It is always recommended that for each use of the injector, the maintenance intervention must be immediate, since the chemical composition of the components causes the parts to dry out and seriously damage the equipment.

Keywords: <REPOWERING>, <POLYURETHANE INJECTOR>, <POLYMER>, <THERMAL INSULATION>, <THERMOPLASTIC>, <CRITICALITY ANALYSIS>.

SANDRA
PAULINA
PORRAS
PUMALEMA

Firmado
digitalmente por
SANDRA PAULINA
PORRAS PUMALEMA
Fecha: 2022.04.12
17:18:10 -05'00'

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todo tipo de empresa se ve obligada a cambiar ciertos procesos actuales del mundo industrial y por ende debe estar preparada para asimilar los cambios que le imponen al desarrollo, pero lo importante y que define es contar con personal calificado capaz de enfrentar estos retos y llevar a la empresa al éxito.

La repotenciación y planificación del mantenimiento preventivo de la máquina inyectora de poliuretano JHBW-A200 para el aislamiento térmico de autobuses que se ha realizado en la Empresa carrocera ALME ubicada en la ciudad de Ambato en el sector del Camino Real, este trabajo de integración curricular mejorará el rendimiento productivo y económico del área de forrado de estructuras metálicas de los autobuses, conllevando a una mejora del tiempo productivo del bus.

La inyectora de poliuretano está dando gran avance al proceso de moldeo e inyección de plásticos, ya que su proceso de inyección origina un esponja fría o termoestable que sirven para el aislamiento térmico de varias superficies, en ese tipo de máquinas existen algunos puntos críticos como el sistema de bombeo, sistema de calentamiento y el sistema de inyección.

Para generar el poliuretano se requiere de la mezcla de dos componentes que son el Isocianato y el Polioliol, estos dos componentes al unirse forman una reacción química dando como resultado la espuma de poliuretano, pero antes que se realice la mezcla estos dos componentes son calibrados a una determinada temperatura, presión y caudal para luego ser transportada por manguera hasta una pistola de pulverización.

La finalidad de la repotenciación es facilitar el mantenimiento y mejorar el rendimiento de los procesos de manera que sea flexible ante los procesos continuos de la empresa con el fin de evitar paros imprevistos y modos de fallos del equipo.

Al realizar la repotenciación y planificación de mantenimiento preventivo se procurará obtener datos que verifiquen un mayor rendimiento de producción de inyección y comprobarlo mediante el análisis estadístico.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La empresa carrocera ALME nace en el año 2002, en la ciudad de Ambato y tiene como objetivo el diseño y fabricación de diferentes tipos de autobuses como pueden ser Interprovinciales, Intraprovinciales y Urbanos encargadas de brindar servicio de transporte para toda la comunidad ecuatoriana, esta empresa carrocera fabrica sus productos con altos estándares de calidad bajo Normas ISO, demostrando que todos los productos resultan con acabados excelentes, tiempos de entrega en corto plazo y materiales de calidad con el objetivo de alcanzar el prestigio en el mercado ecuatoriano demostrando ser una empresa sólida, que ofrece respaldo y garantía en sus productos, pero sobre todo demostrando un compromiso firme con la seguridad y confort del usuario final.(Amengual y Cabestrero, 2010, p.25).

Esta empresa cuenta con varias áreas divididas por secciones de trabajo en el cual el área de forrado es una de las más afectadas debido a la baja capacidad operativa, pérdidas de producción y de materia prima, ya que en esta área se utiliza una máquina inyectora automática de poliuretano la cual se encarga de dar un aislamiento térmico en los forrados interiores del autobús con el fin de tener un aislamiento térmico con el fin de reducir ruidos, mantener una temperatura equilibrada, resistencia al impacto, etc. (Acevedo y Vázquez, 2016, p.3)

1.2 Planteamiento del problema

En años pasados la empresa carrocera ALME contaba con un servicio externo de inyección de poliuretano para el aislamiento térmico de los autobuses las cuales reflejaban deficiencia en la calidad del producto y altos costos de producción. Por lo cual la empresa implementó su propia máquina automática de inyección, teniendo al principio buenos resultados en los procesos productivos del área de forrado, el cual con el tiempo la inyectora sufría de averías produciendo paros imprevistos de operación.

La máquina inyectora de poliuretano JHBW-A2000 ha venido presentando durante el tiempo fallas como: taponamiento de las mangueras, desgaste de empaques de los cilindros, válvulas de presión deterioradas, manómetros que han cumplido su vida útil, mal manejo de la calibración de temperatura y defectuosa limpieza del equipo.

El Poliuretano es un polímero que ha logrado sustituir varios materiales utilizados en la industria actualmente como la madera, metales, fibras naturales, cerámicas, etc. La espuma de poliuretano es un proceso fácil de implementación ya que no presenta contaminación ambiental, teniendo como objetivos la resistencia a todo tipo de agente corrosivo, gran permisividad a las elevadas presiones de carga y cristalización a bajas temperaturas.

Dentro de la empresa se determinó que las propiedades de este polímero tienden a taponar los conductos de la máquina inyectora, generando así fallas en las partes internas y partes críticas de la máquina.

1.3 Justificación y actualidad

La realización del presente proyecto técnico es de interés para el sector carrocerero porque en la actualidad las máquinas inyectoras son más sofisticadas y diseñadas para inyectar varios materiales polímeros por ejemplo el poliuretano que es un recurso cada vez más utilizado, ya no sólo para el sellado de puertas, ventanas y trabajos en los que se quiera aislar elementos de generación de frío o calor con el fin de mantener una temperatura estable (Páez, Granados y Valero 2016, p.226).

La utilidad metodológica del proyecto es establecer una repotenciación y una planificación del mantenimiento preventivo con el fin de mejorar o rediseñar partes y elementos para alcanzar la mayor capacidad productiva del equipo, logrando así reducir los tiempos de paros imprevisto y fallas en las partes más críticas y de esta manera la disponibilidad del equipo se incrementará

La investigación es factible, ya que la repotenciación es una de las estrategias de mantenimiento más apropiadas a la hora de mejorar las condiciones técnicas funcionales de los activos. Contempla varias actividades como por ejemplo la automatización, intervenciones técnicas, cambios de partes, ingeniería inversa, las cuales tienen la finalidad de modificar y mejorar el funcionamiento de los subsistemas y componentes que conforman el equipo. En la empresa ALME la repotenciación de

equipos es algo nuevo puesto que la mayor cantidad de activos existentes son recién adquiridos, pensando siempre en mejorar la producción.

La planificación del mantenimiento es una técnica que tiene la finalidad de definir, programar y dimensionar los recursos para el desarrollo de actividades que conserven el funcionamiento de los activos y mejore la disponibilidad. Actualmente los planes de mantenimiento se desarrollan mediante catálogos de fabricantes, experiencias de los técnicos de mantenimiento, mediante metodologías orientadas al riesgo, RCM, entre otras que podrían ser la solución a problemas industriales.

El propósito actual es presentar datos y pruebas de campo, con la finalidad de que el equipo tienda a alcanzar la mayor precisión posible, para lo cual se tiene que estudiar a la automatización en sí misma, los aspectos que intervienen directa o indirectamente en su funcionamiento y adicionalmente comprobar los efectos con dispositivos automáticos que permitan controlar a la máquina inyectora de poliuretano.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Repotenciar y planificar el mantenimiento preventivo de una máquina inyectora de poliuretano para el aislamiento térmico de los autobuses en la empresa ALME.

1.4.2 Objetivos específicos

Definir el sustento teórico y metodológico de la repotenciación y planificación del mantenimiento preventivo de la máquina inyectora de poliuretano.

Elaborar un método de repotenciación en base a actividades de automatización y cambio de componentes críticos en la inyectora de la empresa ALME.

Elaborar un método de planificación del mantenimiento preventivo, ajustado al contexto operacional de la máquina inyectora de la empresa ALME.

Analizar los resultados obtenidos en la gestión documental, gestión productiva y funcional de los elementos y accesorios de la inyectora de poliuretano.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Plantas industriales

Una planta industrial es una fábrica, edificio o empresa de manufactura conformada por máquinas, equipos e instalaciones la cual tiene como objetivo transformar la materia prima o energía a un proceso previamente establecido mediante la combinación del trabajo humano con la maquinaria de la planta industrial (Oropesa, 2015, p.49).

2.1.1 *Plantas de producción*

Las plantas de producción o de fabricación son principalmente fábricas de procesos en serie de diferentes productos como por ejemplo la industria alimenticia, textil, farmacéutica, siderúrgicas o metalúrgicas, etc. Con la ayuda de sus diferentes instalaciones, maquinaria y equipos pueden producir cientos de productos por minutos, horas, días en incluso meses (Rivera y Assia 2017, p.2).

2.1.2 *Distribución de una planta*

La distribución de una planta trata de indicar la ordenación de los equipos industriales y de los diferentes espacios constituyentes de una planta física con el fin de que el sistema productivo de la empresa genere más productividad y eficiencia adecuada (Salazar et al, 2010, p.163).

Los beneficios de una buena distribución de plantas alcanzarán la reducción de enfermedades profesionales, accidentes laborales, incremento de la productividad, optimización del espacio y una buena gestión de la materia prima (Gosende 2016, p.534).

2.2 Descripción de los procesos de construcción de autobuses

Los procesos de manufactura para la fabricación de carrocerías son importantes para conocer el orden jerárquico de cómo se realizan los productos desde que ingresa la materia prima hasta que pasan a la construcción y terminado de la carrocería.

Tabla 1-2:Procesos de elaboración de una carrocería

PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN AUTOBÚS	
1.	Manejo de materia prima
2.	Almacenamiento de la materia prima
3.	Limpieza de materiales
4.	Protección fosfatizante
5.	Conformado de perfiles
	Corte de planchas Doblado de perfiles
6.	Protección anticorrosiva
7.	Armado de estructura
	Preparación de chasis
	Armado de estructura
	Colocación de durmientes
	Tejido de pisos
	Colocación de pisos
	Colocación de rieles
	Levantamiento de cerchas
	Tejido de techo
	Colocación de pasillos
Colocación de forros de bodegas	
Construcción de estribos	
8.	Soldadura y ajuste
	Soldadura de la carrocería
9.	Amoldado de frentes
10.	Enfibrado de respaldos y frentes
11.	Limpieza de estructura y pintura de protección
12.	Forrado de exteriores
13.	Masillado y pintura de fondo
14.	Aislamiento térmico
	Cubrimiento plástico de estructura
	Calibración de la inyectora de poliuretano
	Inyección de poliuretano
15.	Forrado de interiores
16.	Pintura de exteriores
17.	Sistema eléctrico
18.	Construcción de accesorios
19.	Ventanería
20.	Acabados, limpieza y entrega del producto

Fuente: (Rodríguez, 2007)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

2.3 Inyectora de poliuretano

La inyectora de poliuretano comprende de un proceso químico, mediante el cual se utiliza dos elementos principales, los cuales son: el polioliol e isocianato, durante su proceso de combinación se mezclan mediante una reacción química a una temperatura, presión y caudal previamente calibrada a parámetros operacionales. El siguiente proceso es la inyección en un molde o en este caso a una estructura metálica de un autobús, el cual después de un intervalo de tiempo esta reacción una vez disminuida su temperatura, hace que se genere un incremento de volumen y se convierta en una esponja rígida, acogiéndose a la forma del molde en donde se lo inyectó previamente (Acevedo y Vázquez, 2016, p.5).



Figura 1-2. Inyectora de poliuretano

Fuente: (Bobo Machine Co, 2021)

2.4 Tipos de inyectoras de poliuretano

2.4.1 *Máquina inyectora de poliuretano portátil*

Una inyectora portátil es una máquina sencilla de simple uso y fácil transportación. Teniendo en cuenta que no se usan para procesos continuos en la industria, debido, que no cuenta con un sistema de calefacción, tampoco presenta un sistema electrónico de dosificación, pero sirven tanto para aplicaciones en spray e inyección de poliuretano (Satch, 2021,p.1).



Figura 2-2. Inyectora de poliuretano portátil

Fuente:(Satch, 2021)

2.4.2 Máquina inyectora de poliuretano portátil de baja presión

La función de estos equipos es la fabricación de piezas rígidas estructurales, aislamiento térmico e impermeabilización. Las características con las que cuentan estos equipos son: Posee un panel de control con temporizador para un tiempo de inyección, tiene incorporado bombas de engranaje de alta precisión para la suministración y mezcla de los compuestos ya que usa presóstatos independientes para cada componente (Poliol e Isocianato) y además tiene un sistema de recirculación continua de la materia prima evitando la cristalización del isocianato(Fibermaq, 2021,p.2).



Figura 3-2. Inyectora de poliuretano portátil de baja presión

Fuente:(Satch, 2021)

2.4.3 Máquina de inyectora de poliuretano completa

La función de estos equipos es la fabricación de piezas rígidas, semirrígidas y flexibles, estas máquinas son diseñadas para largos ciclos de trabajo de procesos de inyección de partes. Las características con las que cuentan estos equipos son:

Tabla 2-2. Características de una inyectora completa.

CARACTERÍSTICAS	
Cabezal de inyección	Mezclador dinámico accionado por motor eléctrico de 1 o 3 HP, trifásico, de 6.000 RPM.
Panel de control	Incorpora un Controlador Lógico Programable (PLC), con IHM gráfica monocromática, con 99 programas de tiempos de inyección.
Dosificación	Bombas de engranajes de alta precisión, acopladas a motores eléctricos para la inyección de los materiales.
Control de temperatura	Sistema de calentamiento por resistencia y sistema de enfriamiento por refrigeración - chiller.
Tanques de almacenamiento	Reservorios para poliol e isocianato con capacidad para 80 litros, en acero carbono
Bombas de alimentación	Sistema de abastecimiento automático de poliol y de isocianato a través de bombas opcionales de transferencia por diafragma. Agitador en el reservorio de poliol, accionado por motor eléctrico de 0,75 HP, 220 VCA trifásico, de 1.720 RPM, con reductor de 1:30.

Fuente: (Fibermaq 2021)

Realizado por: Medina Bryan, 2021



Figura 4-2. Inyectora de poliuretano completa o industrial

Fuente:(Fibermaq, 2021)

2.5 El poliuretano

El poliuretano (PU) es un polímero derivado del poliéster, formado por una composición química entre dos materiales, el componente macro polioli e isocianato (MDI Polimérico), además de los aditivos como: surfactantes, retardantes de llama, catalizadores y agentes de expansión, al momento de que se produzca la mezcla entre ambos componentes deberán estar a temperaturas altas para que sus enlaces químicos reaccionen y formen una espuma de poliuretano rígida (Mazo, Yarce y Rios, 2011,p.59).

Tabla 3-2. Clasificación del poliuretano

POLIURETANO		
Termoplásticos	Termoestables	
	Flexibles	Rígidos
Termoplásticos (son espumas frías que se emplean para la realización de elastómeros utilizadas en las industrias: automovilística, aeronáutica, deportiva, médica y en la construcción)	Son espumas calientes y muy resistentes, utilizadas en la industria del mueble.	Son espumas frías empleadas para el aislamiento térmico y en las industrias del embalaje y construcción.

Fuente: (Acevedo y Vázquez,2016)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

2.5.1 *Espuma de poliuretano*

La variedad de propiedades que presenta la espuma de poliuretano son las siguientes: gran elasticidad, resistencia a agentes corrosivos, resistencia a la cristalización a bajas temperaturas y su gran permisividad a elevadas presiones de carga (Fernández-d' Arlas, Borja y Corcuera, 2016, p.61).

La espuma de poliuretano tiene varios beneficios en el campo industrial ya que han desarrollado un gran número de aplicaciones, como por ejemplo las espumas flexibles o calientes se usan en la fabricación de colchones, muebles y asientos para el sector automotriz (García, 2011, p.1).

Por otra parte, las espumas rígidas o frías son utilizadas como: aislantes térmicos en equipos de refrigeración, camiones frigoríficos y como material estructural para la industria de la construcción y por último, se tienen los poliuretanos sólidos usados como elastómeros, tintas, revestimientos, adhesivos, fibras, sellantes, impermeabilizantes, entre otros (Mazo, Yarce y Rios, 2011, p.59).



Figura 5-2. Espuma de poliuretano

Fuente: (AISLA, 2016)

2.5.1.1 *Espumas en caliente o flexibles*

Las espumas en caliente se caracterizan de liberar calor durante el proceso de la reacción química, su principal característica es la producción de piezas de gran tamaño En el transcurso de fabricación se realiza mediante un proceso continuo de un dispositivo conocido como inyectora que principalmente se encarga de la unión de varios equipos, el primer equipo es un mezclador que realiza la aportación y la mezcla de los compuestos requeridos para el proceso químico de la espuma y el segundo equipo es un sistema de cintas encargado de arrastrar la espuma durante el proceso de incremento de volumen, terminando con un dispositivo de corte longitudinal. Este tipo de equipos son los más baratos y utilizados para la inyección de partes automovilísticas e industria de calzado, entre otras. (Ecology Brasil, 2008).



Figura 6-2. Asientos de espuma de poliuretano

Fuente: (PPD, 2021)

2.5.1.2 *Espumas en frío o rígidas*

Las espumas en frío se caracterizan de liberar calor durante el proceso de la reacción química al igual que las espumas en caliente en diferencia que estas espumas se utilizan para crear piezas a partir de moldes previamente ubicados para la inyección o también para el aislamiento térmico de estructuras, edificaciones, etc.

Estas espumas básicamente son producidas mediante una inyectora portátil básica, que se caracteriza por poseer un mezclador de componentes polioli e isocianato. Principalmente estas espumas en frío con comparación de las espumas en caliente son de mayor calidad y tienen mayor duración, aunque sus costos de aplicación son más elevados. La espuma de poliuretano es un material muy versátil, ya que según los aditivos y correctos parámetros operacionales de la inyectora se ve reflejado la calidad del aislamiento. (Ecology Brasil, 2008).



Figura 7-2. Inyección de la espuma de poliuretano

Fuente: (AISLA, 2016)

2.5.2 Química del poliuretano

Actualmente la química del poliuretano varía dependiendo del tipo de aplicación en el que se lo va a utilizar, pero básicamente la reacción del poliuretano procede básicamente de dos productos: el azúcar y el petróleo, que durante un proceso químico de transformación se obtienen dos componentes líquidos llamados genéricamente polioliol e isocianato.

La composición química del componente polioliol está compuesto de varios grupos hidroxilos (OH), ya que además están mezclados con agentes espumantes expansivos, diferentes aditivos como: aminas, siliconas, agua y catalizadores

Las combinaciones de los diferentes aditivos hacen que se forme una reacción para dar lugar a una estructura con más del 90 % de celdas cerradas, influyendo en la apariencia y coloración final de la espuma. El componente Iso, determinado por su numeroso contenido de grupos funcionales (NCO), conocido químicamente como Difenil Metano de Disisocianato (MDI), ayuda en la estabilidad térmica, gran resistencia a la combustión y además influye directamente en el proceso de reactividad y adherencia de la espuma.

Cuando entra en el proceso de fusión de los dos componentes se provoca una gran variedad reacciones químicas que conducen a enlaces de poliuretanos, alofanatos, ureas modificadas, cianatos y prepolímeros, para alcanzar alrededor de 17 reacciones químicas simultáneas (Acevedo y Vázquez, 2016, pp.1-12).

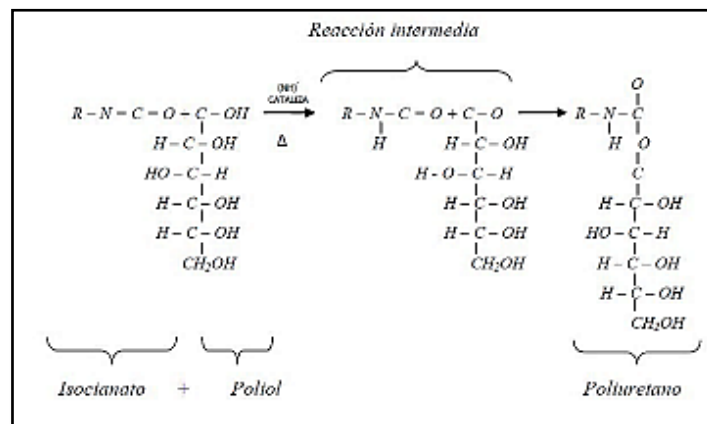


Figura 8-2.- Química del poliuretano

Fuente:(García, 2011)

2.5.3 Polímeros utilizados en el reemplazo de metales

Los polímeros presentan una variedad de propiedades al momento de buscar opciones de reemplazo de los típicos materiales usados y comunes actualmente, en particular estas características son las siguientes: pueden fabricarse en infinidad de formas y aplicaciones, son ligeros y tienen una resistencia elevada a comparación de otros materiales y se caracterizan porque presentan excelentes características como aislantes térmicos, acústicos y eléctricos.

- Polietileno (PE)

Este tipo de polímero tiene una gran importancia comercial debido a su bajo costo de comercialización y de materia prima, el alto nivel de producción, su baja polaridad, que le hace tener excelentes propiedades eléctricas, facilita su proceso por técnicas muy variadas, mejora en sus aceptables propiedades mecánicas, y su baja absorción a la humedad (Gálvez, 2009, p.4).

- Polipropileno

Es ampliamente utilizado para la producción de plásticos moldeados debido a la excelente combinación de propiedades que presenta como peso ligero y resistencia al impacto (Caicedo et al, 2017, p.345).

- Policarbonatos (PC)

Las propiedades ópticas del PC (derivadas del bisfenol) son las típicas de los polímeros amorfos; es decir, es un material transparente (transmisión de luz 89%) debido a que no posee cristales en su estructura. Es un material sensible a la radiación UV por lo que tiende a ponerse ligeramente amarillento y quebradizo al exponerse a la luz solar (Elgegren et al, 2012, p.105).

- Elastómeros (TPEs)

Conocido como cauchos termoplásticos, son una clase de copolímeros ya que presentan una variedad de mezcla física de polímeros (generalmente un plástico y un caucho) que dan lugar a materiales con las características termoplásticas y elastoméricas, ya que combinan ventajas típicas de las gomas y de los materiales plásticos. (Coreño y Mendez, 2010, p.291).

- Termoplásticos

Es un tipo de plástico que cuando está a una temperatura ambiente es plástico ya que tiende a deformarse, se derrite a un líquido cuando es calentado y se endurece en un estado vítreo cuando es suficientemente enfriado (Moreno et al, 2013, p.3).

- Termofijos

Este tipo de polímero se caracteriza porque son materiales rígidos ya que presentan una estructura molecular compleja de tipo red, la cual tiene lugar en el proceso de moldeo (R. et al. 2012).

2.6 Procesos de manufactura de los polímeros

- Vaciado

Es un proceso básico para fabricar piezas conformadas por espesores grandes.

- Calandrado

Este proceso continuo de manufactura se basa principalmente para la producción de láminas y películas, por medio de un sistema de cilindros que comprimen el material pre-plastificado hasta conseguir el espesor deseado.

- Rotomoldeo

Consiste en el calentamiento de un polímero dentro de un molde giratorio.

- Termoformado

Este proceso de termoformado consiste en una lámina de material termoplástico que se moldea por medio de la acción de las altas temperaturas y altas presiones.

- Soplado

Para este tipo de manufactura se necesita una resina termoplástica ya que previamente es fundida para después ser transformada en una preforma hueca y por último ser llevada a un molde final, en donde se introduce con la ayuda de aire a presión dando como resultado una expansión hasta tomar la forma del molde.

- **Extrusión**

Se necesita la intervención de una resina, con el objetivo de ser fundida por la acción de las altas temperaturas y fricción. Posteriormente, es forzada a pasar por un dado, para darle una forma definida, y enfriarla para evitar deformaciones.

- **Compresión**

El proceso de compresión de los polímeros tiene como proceso el de conformación de piezas en el que el material generalmente es un polímero, para que posteriormente sea introducido en un molde abierto para luego ser aplicado a presión en donde el material adopta la forma del molde.

2.7 Inyección

La inyección es un proceso intermitente para producir piezas de plástico que consiste en un sistema de fusión y mezclado de la resina, diseñado para expulsarla a alta presión una vez que se encuentra en estado líquido. Los materiales como las resinas sintéticas (plásticos) se calientan y se funden, y luego se envían al molde, donde se enfrían para formar la forma diseñada. Debido al parecido con el proceso de inyectar fluidos con una jeringa, este proceso se denomina moldeo por inyección.

Con el moldeo por inyección, las piezas de formas diversas, incluidas aquellas con formas complejas, se pueden fabricar de forma continua y rápida, en grandes volúmenes. Por lo tanto, el moldeo por inyección se utiliza para fabricar materias primas y productos en una amplia gama de industrias.

Las máquinas de moldeo por inyección vienen en diferentes tipos, como máquinas motorizadas accionadas por servomotores, máquinas hidráulicas accionadas por motores hidráulicos, y máquinas híbridas accionadas por una combinación de servomotor y motor hidráulico. La estructura de una máquina de moldeo por inyección se puede resumir a grandes rasgos como una unidad de inyección

que envía los materiales fundidos al molde, y una unidad de sujeción que opera el molde.(KEYENCE, 2021)



Figura 9-2. Inyectora de poliuretano

Fuente:(Machinery, 2021)

2.7.1 Parámetros técnicos estandarizados de la inyectora JHBW-A200

Tabla 4-2. Parámetros técnicos estandarizados de la inyectora JHBW-A200

Parámetros técnicos estandarizados	
Modelo	Máquina inyectora de poliuretano JHBW-A200
Presión de trabajo máxima	15 Mpa
Longitud máxima de las mangueras	60 m
Temperatura máxima de los fluidos	80 °C
Salida máxima	8 kg/min
Solicitud de presión de aire	0.5 – 0.8 Mpa 1m ³ /min
Potencia	8000 W
Voltaje	Monofásico 220V 50Hz 35A Trifásico 380V 50Hz 20A
Tamaño de la máquina	(L x W x H) 550 x 700 x 1200 mm
Peso neto	150 kg

Fuente: Manual técnico de la inyectora

Realizado por: Medina Bryan, 2021

2.7.2 Parámetros técnicos estandarizados de la pistola rociadora JHBW-P2

Tabla 5-2. Parámetros técnicos estandarizados de la pistola rociadora JHBW-P2

Parámetros técnicos estandarizados	
Modelo	JHBW-P2
Proporción de materia prima	1: 1
Presión de trabajo máxima	25 Mpa (250 bar)
Temperatura máxima de los fluidos	80° C
Salida máxima	9 kg/min
Presión de entrada de aire	0.4~0.9 Mpa
Tipo de boquilla	Spray o inyección
Modo de limpieza	Auto limpieza por aire
Peso	1.2 kg

Fuente: Manual técnico de la inyectora

Realizado por: Medina Bryan, 2021

2.8 Funcionamiento de la inyectora

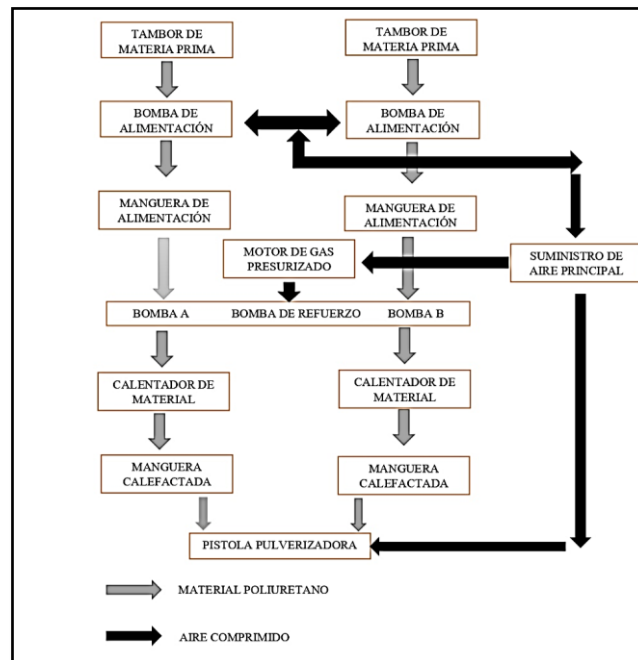


Figura 10-2. Flujo de proceso de la inyectora

Fuente: Manual técnico de la inyectora

Realizado por: Medina Bryan, 2021

2.9 Componentes del sistema

Los sistemas que componen a una máquina inyectora de poliuretano se dividen de la siguiente manera:



Figura 11-2. Partes de la inyectora de poliuretano

Fuente: (Jinan Jinghua Bangwei, 2021)

2.9.1 *Sistemas de almacenamiento de los componentes poliol e isocianato*

El sistema de alimentación son tanques predeterminados de fábrica en el cual están almacenados los componentes poliol (Tanque de color celeste) e isocianato (Tanque de color rojo), tienen una capacidad de 250 kg y además vienen incorporadas boquillas para poder instalar los pistones de succión de los componentes (AISLA, 2020).



Figura 12-2. Tanques de poliol e isocianato

Fuente: (Machinery 2021)

2.9.2 *Sistema de bombeo de componentes*

Este sistema cuenta de dos tambores, constituidos por pistones de presión el cual se encargan de succionar el compuesto dentro de los tanques de almacenamiento, cada uno de los tambores de succión se divide para los dos componentes primarios, el polio y el isocianato.



Figura 13-2. Tambor de succión

Fuente:(Machinery, 2021)

2.9.3 *Sistema de motor de gas presurizado*



Figura 14-2. Motor de gas presurizado

Fuente:(Machinery, 2021)

2.9.3.1 *Sistemas de acondicionamiento*

Los sistemas de acondicionamiento presentan varios tipos válvulas como manuales, mecánicas, eléctricas, hidráulicas, neumáticas, entre otras.

Además, las válvulas que existen actualmente se dividen en diferentes tipos como pueden ser: válvulas distribuidoras, válvulas de anti retorno, válvulas reguladoras de presión, flujo y velocidad (Barzallo, 2013, p.89).

2.9.3.2 Válvulas distribuidoras

Estas son las encargadas de distribuir el aire comprimido por varias vías que a la vez son encargadas de regular la puesta en marcha, parada y el cambio de dirección del pistón dentro del cilindro.



Figura 15-2. Electroválvula 5/2

Fuente:(Barzallo, 2013)

2.9.3.3 Símbolo de válvulas

Las válvulas se representan mediante un rectángulo dividido en varios cuadros, donde se representan el número de posiciones en cuyo interior se dibuja el funcionamiento, por ejemplo, la válvula distribuidora 5/2 tiene 5 vías y 2 posiciones. Las simbologías de estas válvulas están representadas por dos normas principales DIN-ISO 1219 (International Stándard Organization) O CETOP (Comité Europeo de transmisiones Oleo hidráulica y Neumáticas).

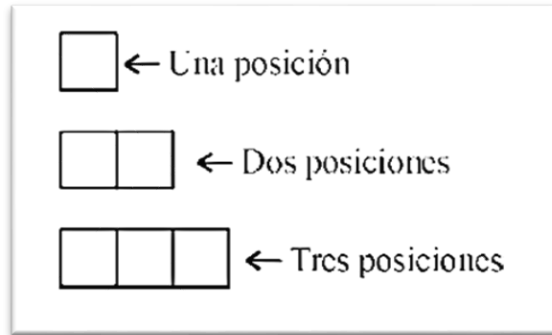


Figura 16-2. Posiciones de las electroválvulas

Fuente:(Barzallo, 2013)

Tabla 6-2. Simbología de válvulas en DIN-ISO 1219 Y CETOP

ISO 1219	CETOP	Función
Alfabético	Numérico	
P	1	Conexión de aire comprimido (alimentación)
A,B,C	2,4,6	Tuberías o vías de trabajo con letras mayúsculas
R,S,T	3,5,7	Orificio de purga o escape
X,Y,Z	12,14,16	Tuberías de control, pilotaje accionamiento
L	9	Fuga

Fuente: (Barzallo, 2013)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

2.9.4 Bombas de aumento de presión

Una vez que los componentes son bombeados con gran presión por medio del motor de gas presurizado, el siguiente paso es el de proveer los componentes hacia las cañerías principales o en este caso la manguera principal conectada con la pistola, el cual las bombas de aumento de presión funcionan a la par con la pistola de inyección, es decir que cada vez que se presione el gatillo de la pistola, las bombas son las encargadas de proveer los compuestos para la inyección.

En los cilindros de simple efecto el aceite entra sólo por un lado del émbolo, por lo que sólo puede transmitir esfuerzo en un sentido. El retroceso se consigue o bien por el peso propio del cilindro, bien por la acción de un muelle o por una fuerza exterior (Ingemecánica, 2021).



Figura 17-2. Bombas de aumento de presión

Fuente:(Machinery, 2021)

2.9.4.1 *Actuadores hidráulicos*

Los actuadores hidráulicos son los más utilizados en las instalaciones hidráulicas y se clasifican de acuerdo a la forma de operación, y aprovecha la energía de forma mecánica para generar movimientos lineales (Barzallo, 2013, p.82).

2.9.4.2 *Cilindros hidráulicos*

Los cilindros hidráulicos de movimientos lineal se utilizan comúnmente donde la fuerza de empuje y el movimiento del pistón son muy elevados (Barzallo, 2013, p.83).

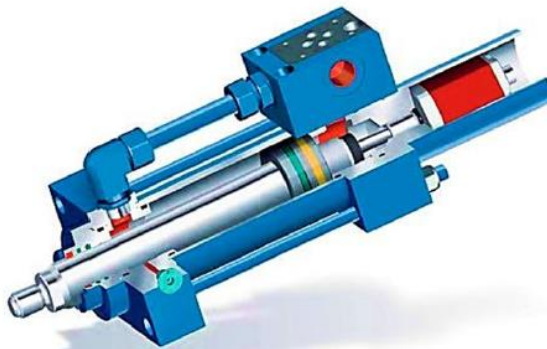


Figura 18-2. Cilindro hidráulico

Fuente:(Barzallo, 2013)

2.9.4.3 Finales de carrera neumáticos

Son interruptores accionados de forma mecánica, eléctrica, neumática o magnéticamente, montados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo un cilindro, con la finalidad de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente estos contienen interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados.

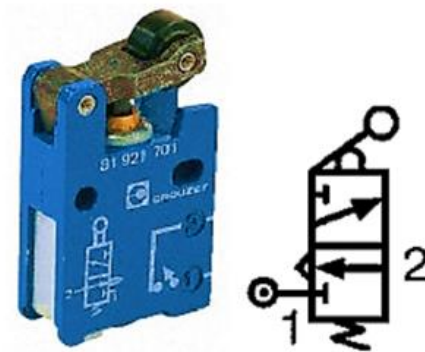


Figura 19-2. Final de carrera

Fuente:(Barzallo, 2013)

2.9.5 Válvulas, manómetros, filtros y accesorios (FRL)

Las válvulas, como elementos de regulación, de control y mando de la circulación del fluido hidráulico por el interior del circuito. Los manómetros son instrumentos de medición para fluidos o gases contenidos en circuitos cerrados.

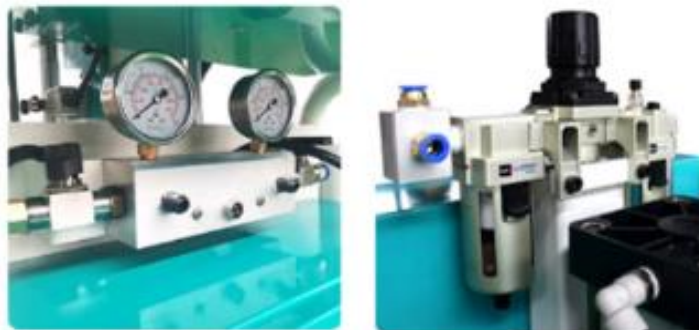


Figura 20-2. FRL

Fuente:(Machinery, 2021)

- Filtro de aire

Tiene la función de extraer del aire comprimido todas las impurezas (partículas de metal, suciedad) y el agua condensada. Las maquinas actuales que funcionan con aire requieren de un aire de excelente calidad, de lo contrario las impurezas presentes podrían causar daños a las partes internas, consecuencia de esto, cada vez cobra más importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido.

- Regulador de presión

Su principal función es la de mantener la presión de trabajo en un valor adecuado para el componente que lo requiere y además dicho valor debe ser constante, independientemente de las variaciones que sufra la presión de red y del consumo de aire. La presión de trabajo es ajustable por medio de un tornillo.

- Lubricador de aire

Este componente tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en un grado adecuado, con el objetivo de prevenir el desgaste prematuro de las piezas móviles, reducir el rozamiento y proteger los elementos contra la corrosión. Regulan y controlan la mezcla de aire-aceite en el fluido.

2.9.6 *Tablero de control*

El tablero de control principal de la inyectora posee instrumentos y herramientas indicadoras para la conexión, circuitos de potencia, circuitos de maniobra o mando, elementos de protección y elementos de medida, luces piloto o luces indicadoras, etc.



Figura 21-2. Panel de control

Fuente:(Machinery, 2021)

2.9.7 *Sistema de calentamiento*

Consiste en dos barras de hierro fundidas que internamente poseen tubos con resistencias variables de calentamiento, resorte y ductos de entrada y salida de fluido, los cuales son controlados desde el panel de control variando la temperatura adecuada para cada componente, enviando una señal de respuesta rápida para el sistema de calentamiento.



Figura 22-2. Bloques de calentamiento

Fuente: Medina Bryan, 2021

2.9.8 *Manguera de calentamiento*

Consiste de la unión de tres mangueras, el cual dos de ellas son mangueras hidráulicas 3/8” WP 180 Bar/2610 Psi que internamente están constituidas por plástico que permiten la fácil transportación de los dos componentes a lo largo de toda la manguera de 15 metros hacia la pistola de inyección, y la tercera manguera es una cañería de aire el cual se une nuevamente con la pistola de inyección desde el sistema de control de presión de aire.



Figura 23-2. Manguera de calentamiento

Fuente:(Machinery, 2021)

2.9.9 Pistola de inyección

El principal funcionamiento de la pistola de inyección es que el gatillo acciona una pequeña válvula en el mango de la pistola que controla el flujo de aire hacia el conjunto del pistón. Cuando se aprieta el gatillo el aire fluye a través de la válvula hacia la parte delantera del pistón, donde las presiones de aire fuerzan al pistón hacia la parte trasera de la pistola, simultáneamente cerrando el aire de purga y moviendo la cámara de mezcla a una posición donde los orificios de la cámara de mezcla están alineados con los orificios del conjunto de válvula de retención y el sello del bloque lateral.



Figura 24-2. Pistola de inyección

Fuente: (Jomar, 2021)

2.10 Técnica de pulverización de la inyectora JHBW-A200

Para lograr una óptima técnica de pulverización varían dependiendo de los tiempos de subida de presión de la pistola, es decir si tenemos una temperatura más alta del material o del sustrato aumentarán los tiempos de subida y curado de la espuma, mientras que la temperatura más baja del material o del sustrato reducirá los tiempos de subida y curado de la espuma. Por lo general las temperaturas de los dos componentes deberán estar calibradas de la misma manera ya que con eso obtendremos una mejor consistencia y mejor curado de la espuma.

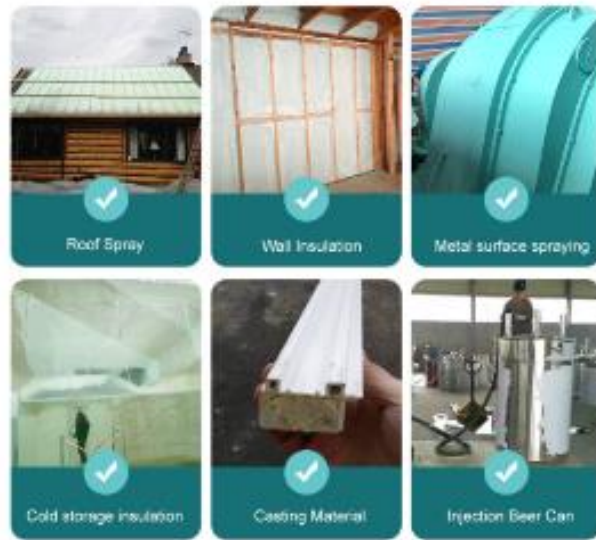


Figura 25-2. Pulverización de poliuretano

Fuente: (La espuma de poliuretano, 2021)

2.10.1 Sistema eléctrico



Figura 26-2. Circuito eléctrico

Fuente:(Machinery, 2021)

2.10.1.1 Circuito de mando

Por circuito de maniobra o automatismo eléctrico se entiende el conjunto de aparatos y elementos eléctricos que realizan la conexión o interrupción de la energía eléctrica procedente de la red hacia los receptores (motores, lámparas de descarga, baterías de condensadores).

2.10.1.2 *Circuito de potencia*

En este circuito se encuentran todos los elementos y conductores por los que pasa la corriente que alimenta al circuito objeto de la maniobra como son, por ejemplo, los fusibles, seccionadores, contactor, relé térmico, etc.

Los componentes que encontramos en el circuito de potencia son:

- Interruptores
- Seccionadores
- Fusibles
- Interruptores automáticos de protección
- Relé térmico, electromagnético y diferencial
- Contactores principales

2.11 Repotenciación

La repotenciación es la renovación de maquinarias que se encuentran en mal estado, es decir que se cambiará de forma sustancial todas las partes de la máquina que se encuentra deteriorados y se ensamblarán piezas totalmente nuevas o arregladas de tal manera que logre un perfecto funcionamiento. La repotenciación es sinónimo de mantenimiento, es la parte esencial para ofrecer equipos sumamente operables (Barzallo, 2013, p.130).

2.12 Mantenimiento

El objetivo principal del mantenimiento es la conservación a través de la reparación, mantenimiento y mejoramiento de equipos, máquinas y herramientas requeridas por los diferentes sistemas de producción.

El mantenimiento óptimo que va hacer designado a la inyectora mejorará las condiciones originales del equipo, realizando pequeñas modificaciones con la ayuda de una repotenciación o robustecimiento de la máquina, empezando con el desensamble total del equipo con el fin de hacer un diagnóstico general y ayudándonos de una buena planificación de mantenimiento describiendo con frecuencias calendario las tareas más específicas y necesaria que se deben realizar.

Además, se desarrollará una guía de actividades de ensamble y desensamble del equipo, técnicas de seguridad y manipulación adecuada aplicada para la inyectora de poliuretano con el fin de facilitar el mantenimiento de la máquina, con el fin de mantener la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y longevidad de los equipos para así garantizar su funcionamiento y exactitud, asegurando lo que el cliente externo ha solicitado en las especificaciones de los productos.

2.12.1 *Mantenimiento cero horas (Overhaul)*

El mantenimiento a cero horas es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano (Barzallo 2013, p.135).

2.12.2 *Importancia del plan de mantenimiento*

Para tener un buen plan de mantenimiento hay que partir de una fiabilidad de la planta industrial, ya que una buena distribución de una planta, buen manejo de las máquinas y una buena calidad de montaje de equipos e instalaciones nos llevan a tener una mejor organización y disponibilidad de los equipos de la planta.

Un buen plan de mantenimiento es aquel que ha analizado todos los fallos posibles, y que ha sido diseñado para evitarlos. Eso quiere decir que para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un detallado análisis de fallos de todos los sistemas que componen la planta (García, 2012).

2.13 *Análisis de criticidad*

El análisis de criticidad utiliza técnicas muy esenciales que permiten reconocer, precisar y jerarquizar por medio de su importancia los activos de un equipo, elemento, instalación o máquina donde se desarrolla recursos humanos, económicos y tecnológicos. El objetivo específico del análisis de criticidad es proponer un método como instrumento de ayuda en la determinación de los procesos del

equipo o sistema de un proceso específico, permitiendo subdividir las partes en secciones que se puedan controlar de una manera más óptima. (Hourné-Calzada et al. 2012, pp. 55-61).

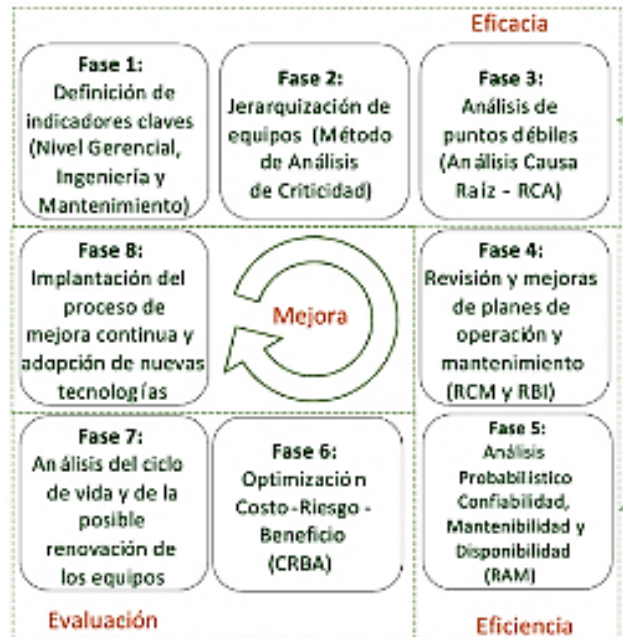


Figura 27-2. Técnicas de optimización para la toma de decisiones

Fuente:(Parra y Crespo, 2015)

Criterios más utilizados dentro de los procesos de jerarquización (AHP):

- Flexibilidad operacional
- Mejora en la capacidad de producción
- Mejora en la calidad del producto
- Mejora en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y costos de mantenimiento
- Frecuencia de fallas y confiabilidad
- Mejora en la disponibilidad de los repuestos

CAPÍTULO III

3. REPOTENCIACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA INYECTORA JHBW-A200

Para el capítulo presente se utilizará la norma UNE-EN 60300-3-11:2013, que se caracteriza en el mantenimiento centrado en la fiabilidad, ya que demuestra un formato guía en el cual consta las partes y componentes para establecer el análisis del estado técnico inicial de un activo.

Esta guía está constituida por dos partes, el cual la primera parte comprende la evaluación del diagnóstico técnico de las diferentes partes de cada sistema que está compuesto la inyectora de poliuretano y la segunda parte representa las medidas de acción que se deben plantear para realizar el mantenimiento correspondiente de las partes en estado de avería o que presentan fallas.

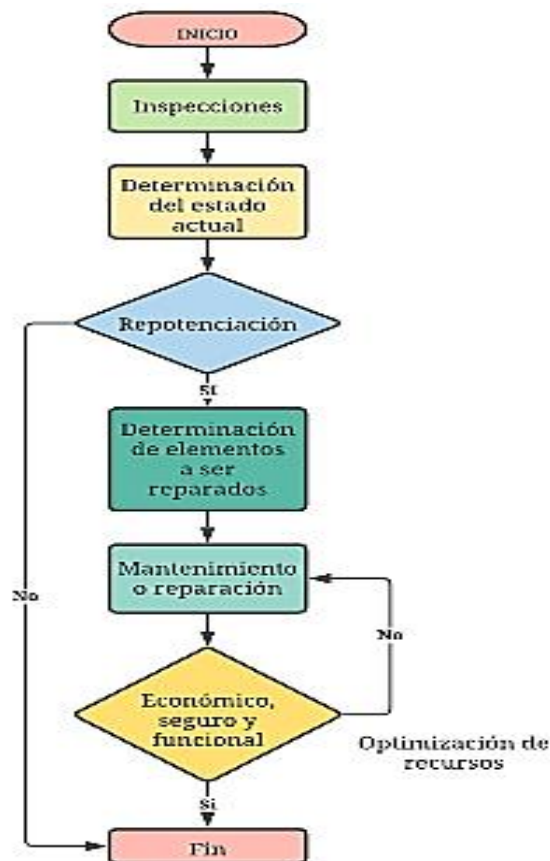


Figura 1-3. Diagrama de flujo de repotenciación




Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.1 Desarrollo del formato del diagnóstico técnico inicial y planes de acción

El desarrollo de los formatos de diagnóstico técnico y planes de acción resultan necesarios porque especifican cada elemento a ser evaluado para proceder a realizar el mantenimiento, cambio o remplazo de los mismos.

Los siguientes formatos también ayudarán para llevar un registro no solo de la inyectora si no de los diferentes equipos que la empresa que la empresa posea, ya resultará de forma más fácil la repotenciación y mantenimiento de los equipos.

3.1.1 Parte 1: Diagnóstico técnico actual

 ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		CARROCERÍAS ALME					
DIAGNÓSTICO TÉCNICO							
DATOS GENERALES							
EQUIPO / SISTEMA:	Sistema de bombeo		UBICACIÓN:	Área de forrado	CÓDIGO DEL ACTIVO:	PI-A14-E	
PLANOS:	SI	NO	MANUAL:	SI	NO	REALIZÓ:	B.M
		X		X			
PÁRAMETROS ESTANDARIZADOS							
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A		MARCA:	JHBW			
POTENCIA:	8000 W		MODELO:	JHBW-A200			
FRECUENCIA:	50 Hz		ADQUISICIÓN:	2017			
MÁX PRESIÓN:	15 Mpa						
TEMPERATURA MÁX:	80 °C						
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO							
ITEM	ESTADO TÉCNICO			N/OK	OK		
TOTAL							
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL							
OBSERVACIONES:							
CONCLUSIONES:							

ELEMENTOS A SER EVALUADOS

ENCABEZADO

DATOS GENERALES

DATOS DE PLACA

FOTO DEL EQUIPO

EVALUACIÓN

ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Figura 2-3. Formato del diagnóstico técnico actual

Fuente: (García y Redrobán, 2015, p. 28)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Encabezado

Las partes del encabezado se encuentran formados por los logos de la ESPOCH y el logo de la empresa ALME con sus respectivos nombres.

- Datos generales

En la parte de datos generales se va encontrar la información del equipo como por ejemplo su nombre, sistema, ubicación, código del activo, serie, manuales y planos en caso de poseer.

- Datos de placa

En la parte de datos de placa se obtendrá todo lo que está relacionado con datos o parámetros estandarizados del equipo y una foto del equipo.

- Evaluación externa del equipo

En la parte de evaluación externa del equipo se ubicarán todas las partes y elementos de los sistemas a evaluar, ya que se tendrá una tabla compuesta por el número de ítem, el elemento o parte a ser evaluada, el N/OK el cual significa que el elemento o la parte del equipo se encuentra en mal estado, el OK el cual significa que el elemento o la parte del equipo se encuentra en perfectas condiciones.

- Análisis cualitativo y cuantitativo

En esta parte se obtiene información del estado técnico actual de los elementos una vez evaluados, de forma cuantitativa el cuál se lo realizará mediante un porcentaje de evaluación y de forma cualitativa se lo realizará mediante una tabla de ponderaciones.

- Tablas de ponderaciones

Para la tabla de ponderaciones de manera cualitativa y cuantitativa además de colocar los valores correspondientes se colocará colores para describir de mejor manera el estado de los elementos.

Tabla 1-3. Ponderación cuantitativa

Estado	Parámetros [%]
Excelente	90-100
Bueno	75-89
Regular	50-74
Malo	Menor del 49

Fuente: (García y Redrobán, 2015, pp. 29-30)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 2-3. Ponderación cualitativa

Estado	Recomendación
Excelente	Revisión normal según plan de mantenimiento preventivo
Bueno	Reparación pequeña
Regular	Reparación media
Malo	Reemplazo

Fuente: (García y Redrobán, 2015, pp. 29-30)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Observaciones y conclusiones

Por último, en esta parte se colocará las observaciones y conclusiones que presento cada sistema con respecto al diagnóstico técnico inicial en el cuál se mencionarán pequeñas correcciones que deben tomar en cuenta en el plan de acción.

3.1.2 *Parte 2: Planes de acción*

El plan de acción será llevado a cabo después del diagnóstico técnico de cada sistema para tomar las debidas acciones de mantenimiento, en el cual se especificarán los métodos.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		ENCABEZADO				
ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		ENCABEZADO				
CARROCEERÍAS ALME		ENCABEZADO				
PLANES DE ACCIÓN						
Ítem y fecha de inicio	Fecha de inicio	Foto y descripción del problema	Descripción del problema	Acción efectuada	Fecha de finalización	Responsable

Figura 3-1. Planes de acción

Fuente: (García y Redrobán, 2015, p. 28)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Encabezado

Las partes del encabezado se encuentra formados por los logos de la ESPOCH y el logo de la empresa ALME con sus respectivos nombres y el nombre de la carrera de Mantenimiento Industrial.

- Ítem y fecha de inicio

En la primera columna se encuentra el número de ítem del elemento a analizar que se encontró N/OK anteriormente en la tabla 3-2 de diagnóstico técnico inicial y en la segunda columna se encuentra la fecha en el que se empezó a realizar la evaluación del elemento al cual se debe realizar el mantenimiento.

- Descripción del problema

En la tercera columna se visualizará la foto del elemento antes de su respectivo mantenimiento y en la cuarta columna se describe cual es el problema o la causa que presenta el elemento.

- Acción efectuada

En la quinta columna se colocará las tareas específicas que se deben realizar para dar solución al problema anteriormente diagnosticado.

- Responsable y fecha de cierre




En la sexta columna se colocará la fecha de cierre, que es la fecha en el que culmina las tareas del plan de acción y en la última columna se encuentra el responsable del desarrollo de las tareas.

Nota: A continuación, se detallará todos los sistemas de la inyectora de poliuretano con su respectivo diagnóstico actual de cada sistema y cada plan de acción en donde se visualizará los problemas, las fallas y el estado en el que se encuentra para a partir de ahí, tomar acciones recomendables de mantenimiento para tener un correcto funcionamiento del equipo y culminando con un análisis de criticidad de los sistemas más críticos de la inyectora.

- Sistema de anclaje y transporte
- Sistema de bombeo de componentes
- Sistema de motor de gas presurizado
- Sistema de bombas de aumento de presión
- Sistema de control de presión de aire
- Sistema de calentamiento
- Sistema eléctrico
- Panel de control
- Sistema de inyección

3.2 Diagnóstico técnico del sistema de bombeo







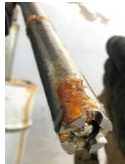

Tabla 3-1. Estado actual del sistema de bombeo

	ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		CARROCERÍAS ALME				
	DIAGNÓSTICO TÉCNICO						
DATOS GENERALES							
EQUIPO/SISTEMA:	Sistema de bombeo		UBICACIÓN:	Área de forrado		CÓDIGO DEL ACTIVO:	P1-A14-IN
PLANOS:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	MANUAL:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	REALIZÓ:	B.M
PÁRAMETROS ESTANDARIZADOS							
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A		MARCA:	JHBW			
POTENCIA:	8000 W		MODELO:	JHBW-A200			
FRECUENCIA:	50 Hz		ADQUISICIÓN:	2017			
MÁX PRESIÓN:	15 Mpa						
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO							
ITEM	ESTADO TÉCNICO				N/OK	OK	
1	Cañería de alimentación de aire (Tambor A)				1		
2	Cañería de alimentación de aire (Tambor B)				1		
3	Cañería de descarga de componentes (Tambor A)				1		
4	Cañería de descarga de componentes (Tambor B)				1		
5	Filtro en Y (Tambor A)				1		
6	Filtro en Y (Tambor B)				1		
7	Cilindro de succión (Tambor A)					1	
8	Cilindro de succión (Tambor B)					1	
9	Pistón (Tambor A)					1	
10	Pistón (Tambor B)					1	
11	Resortes de desplazamiento (Tambor A)					1	
12	Resortes de desplazamiento (Tambor B)					1	
13	Cabezal de succión (Tambor A)				1		
14	Cabezal de succión (Tambor B)				1		
15	Eje de succión (Tambor A)				1		
16	Eje de succión (Tambor B)				1		
17	Empaques (Tambor A y B)				1		
TOTAL					11	6	
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL					35%	MALO	
OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de bombeo de los dos componentes, resultó con un total de 11 N/OK y 6 OK arrojando un porcentaje del 35% que cualitativamente resulta MALO, por lo que es necesario realizar un mantenimiento correctivo inmediato.							
CONCLUSIONES: La mayoría de las partes del sistema se encontraban con un pequeño desgaste, presencia de líquidos ya solidificados que perjudicaban a los elementos enroscables, empaques y filtros que terminaron su vida útil.							

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.3 Plan de acción del sistema de bombeo



Tabla 4-3. Plan de acción del sistema de bombeo de componentes Iso y Poliol

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO				
		ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
		CARROCERÍAS ALME				
PLANES DE ACCIÓN						
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable
1,2	8/7/2021		Las cañerías de alimentación de aire A y B se encontraban con pequeñas fugas de aire.	Cambiar las cañerías por unas nuevas del mismo diámetro y longitud.	12/7/2021	Bryan Medina
3,4	8/7/2021		Las cañerías de descarga de los componentes A y B se encontraban en la parte de la unipon con residuos de poliuretano y sin presencia de teflón.	Limpiar las uniones y los ductos de ambas mangueras y colocar una nueva capa de teflón en cada rosca.	12/7/2021	Bryan Medina
5,6	8/7/2021		Los filtros en Y del tambor A y B requieren ser limpiados debido al exceso de impurezas dentro de los filtros.	Dejar por varias horas los filtros en acetona para poder limpiar externa e internamente.	12/7/2021	Bryan Medina
13,14	8/7/2021		Los cabezales de succión de ambos tambores se encontraban con residuos de los líquidos ya solidificados que afectan previamente a los filtros.	Limpiar con un pequeño cepillo de alambre la parte interna de los cabezales para remover toda impureza.	12/7/2021	Bryan Medina
15,16	8/7/2021		Los ejes de succión de ambos tambores requieren de una limpieza total y pequeña lubricación.	Limpiar todo el eje de ambos tambores para remover las partículas y restos de fluidos solidificados.	12/7/2021	Bryan Medina
17	8/7/2021		Algunos empaques de todo el sistema de bombeo necesitan ser remplazados por unos nuevos de las mismas características.	Cambiar por nuevos empaques para mejorar el sellado de los elementos.	12/7/2021	Bryan Medina

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.4 Diagnóstico técnico del sistema de calentamiento

Tabla 5-3. Estado actual del sistema de calentamiento

		ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		CARROCERÍAS ALME			
DIAGNÓSTICO TÉCNICO							
DATOS GENERALES							
EQUIPO/SISTEMA:		Sistema de calentamiento		UBICACIÓN:		Área de forrado	
PLANOS:		SI	NO	MANUAL:	SI	NO	REALIZÓ:
			X		X		
PÁRAMETROS ESTANDARIZADOS							
VOLTAJE:		Monofásico 220V 35A		MARCA:		JHBW	
POTENCIA:		8000 W		MODELO:		JHBW-A200	
FRECUENCIA:		50 Hz		ADQUISICIÓN:		2017	
MÁX PRESIÓN:		15 Mpa					
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO							
ITEM		ESTADO TÉCNICO				N/OK	OK
1		Calentador A					1
2		Calentador B					1
3		Cañería de alimentación al calentador A					1
4		Cañería de alimentación al calentador B				1	
5		Cañería de descarga a la manguera principal A					1
6		Cañería de descarga a la manguera principal B				1	
7		Manómetro A				1	
8		Manómetro B					1
9		Tapas de los calentadores				1	
TOTAL						4	5
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL						56%	REGULAR
OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de calentamiento, resultó con un total de 4 N/OK y 5 OK arrojando un porcentaje del 56% que cualitativamente resulta REGULAR, por lo que es necesario realizar las respectivas correcciones.							
CONCLUSIONES: Los elementos como la cañerías se encontraban taponadas en los acoples, el manómetro se encontraba taponado y las tapas de los calentadores tenían fluidos solidificados. Con la tabla de ponderación cualitativa presenta una reparación media de los elementos.							

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.5 Plan de acción del sistema de calentamiento



Tabla 6-3. Plan de acción del sistema de calentamiento

				ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO			
				ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
				CARROCERÍAS ALME			
PLANES DE ACCIÓN							
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable	
4	5/7/2021		La cañería de alimentación A se encontraba taponado con presencia del componente solidificado en la boquilla.	Limpiar la boquilla y la cañería mediante aire comprimido y acetona con ayuda de una aguja especial.	5/7/2021	Bryan Medina	
6	5/7/2021		La cañería de descarga del calentador A se encontraba taponada y se observó que el componente no podía circular.	Limpiar la boquilla y la cañería mediante aire comprimido y acetona con ayuda de una aguja especial.	5/7/2021	Bryan Medina	
7	5/7/2021		El manómetro A se encontraba taponado por el propio líquido.	Limpiar el manómetro con ayuda de una aguja fina para destapar el fluido.	5/7/2021	Bryan Medina	
9	5/7/2021		Las tapas de los calentadores estaba sucias y tenían presencia salpicaduras de los fluidos.	Lijar las tapas y pintar nuevamente.	5/7/2021	Bryan Medina	

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.6 Diagnóstico técnico del sistema de control de presión de aire

Tabla 7-3. Estado actual del sistema de control de presión de aire

		ES CUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		CARROCERÍAS ALME							
DIAGNÓSTICO TÉCNICO											
DATOS GENERALES											
EQUIPO/SISTEMA:		Sistema de control de presión		UBICACIÓN:		Área de forrado		CÓDIGO DEL ACTIVO:		P1-A14-IN	
PLANOS:		SI NO X		MANUAL:		SI NO X		REALIZÓ:		B.M	
PÁRÁMETROS ESTANDARIZADOS											
VOLTAJE:		Monofásico 220V 35A		MARCA:		JHBW					
POTENCIA:		8000 W		MODELO:		JHBW -A200					
FRECUENCIA:		50 Hz		ADQUISICIÓN:		2017					
MÁX PRESIÓN:		15 Mpa									
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO											
ITEM		ESTADO TÉCNICO						N/OK		OK	
1		Manómetro de aire del componente (A)								1	
2		Manómetro de aire del componente (B)								1	
3		Manómetro de aire de la pistola de inyección								1	
4		Regulador de aire del componente (A)								1	
5		Regulador de aire del componente (B)								1	
6		Acople rápido 3/8" (A)						1			
7		Acople rápido 3/8" (B)						1			
8		Acople rápido 3/8" (Pistola de inyección)						1			
9		Neplo hexagonal de 1/2"								1	
10		Neplo terminal de 3/8						1			
11		Acople rápido hembra de 1/4" de hierro						1			
12		Válvula de cierre de 1/2"								1	
TOTAL							5		7		
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL							58%		REGULAR		
OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de control de presión de aire, resultó con un total de 5 N/OK y 7 OK arrojando un porcentaje del 58% que cualitativamente resulta REGULAR, por lo que es necesario realizar las respectivas correcciones.											
CONCLUSIONES: La mayoría de las partes del sistema en lo que contempla a acoples neumático se encontraban con fugas de aire, y la mejor opción es reemplazarlos por unos nuevos.											

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.7 Plan de acción del sistema de control de presión de aire




Tabla 8-3. Plan de acción del sistema de control de presión de aire

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO				
		ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
		CARROCERÍAS ALME				
PLANES DE ACCIÓN						
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable
6, 7, 8	30/6/2021		Los acoples rápidos de 3/8" de los tambores A y B de la pistola se encontraban defectuosos, ya que presentaban fugas de aire.	Reemplazar por nuevos acoples rápidos de 3/8"	30/6/2021	Bryan Medina
10	30/6/2021		El neplo terminal de acero de 3/8" se encontro con presencia de óxido en su interior.	Cambiar por un nuevo neplo terminal de bronce de 3/8"	30/6/2021	Bryan Medina
11	30/6/2021		El acople rápido hembra de 1/4" presentaba fugas de aire y su tiempo de vida útil terminado	Reemplazar por un nuevo acople rápido hembra de 1/4" de bronce	30/6/2021	Bryan Medina

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.8 Diagnóstico técnico del sistema de inyección

Tabla 9-3. Estado actual del sistema de inyección de poliuretano

		ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		CARROCERÍAS ALME			
DIAGNÓSTICO TÉCNICO							
DATOS GENERALES							
EQUIPO/SISTEMA:	Sistema de inyección		UBICACIÓN:	Área de forrado		CÓDIGO DEL ACTIVO:	P1-A14-IN
PLANOS:	SI	NO	MANUAL:	SI	NO	REALIZÓ:	B.M
		X		X			
PÁRÁMETROS ESTANDARIZADOS							
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A		MARCA:	JHBW			
PRESIÓN DE ENTRADA DE AIRE	0.4-0.9 Mpa		MODELO:	JHBW-P2			
MÁX TEMPERATURA	80° C		ADQUISICIÓN:	2017			
MÁX PRESIÓN:	25 Mpa (250 bar)		MÁX SALIDA:	9kg/min			
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO							
ITEM	ESTADO TÉCNICO					N/OK	OK
1	Soporte de unión de mangueras 1					1	
2	Soporte de unión de mangueras 2						1
3	Acople rápido de 3/8" doble						1
4	Acople rápido 3/8"					1	
5	Manguera de 15 m						1
6	Manguera corta de presión A					1	
7	Manguera corta de presión B					1	
8	Valvulas de cierre (A y B)						1
9	Switch de aire					1	
10	Manguera de aire de la pistola						1
11	Pistola de inyección					1	
12	Rines, empaques y otros accesorios					1	
TOTAL						7	5
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL						42%	MALO
<p>OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de inyección de poliuretano, resultó con un total de 7 N/OK y 5 OK arrojando un porcentaje del 42% que cualitativamente resulta MALO, por lo que es necesario relizar un mantenimiento correctivo inmediato de la mayoría de los elementos.</p>							
<p>CONCLUSIONES:La mayoría de las partes del sistema se encontraban con un pequeño desgaste, presencia de líquidos ya solidificados que perjudicaban a los elementos enroscables, empaques y filtros que terminaron su vida útil, cañerías taponadas y falta de mantenimiento de la pistola de inyección.</p>							

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.9 Plan de acción del sistema de inyección

Tabla 10-3. Plan de acción del sistema de inyección

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL CARRO CERÍAS ALME				
PLANES DE ACCIÓN						
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable
1	13/7/2021		El soporte de unión se encontraba en mal estado debido a que no estaba bien anclado y requería de una limpieza total.	Limpiar los conductos del soporte y colocar nuevos pernos en el bloque del ancalje.	15/7/2021	Bryan Medina
4	13/7/2021		El acople rápido de 3/8" simple presentaba fugas de aire.	Comprar un nuevo acople rápido de 3/8" de las mismas características.	15/7/2021	Bryan Medina
6,7	13/7/2021		Las mangueras cortas tenían taponamiento total en todo el conducto.	Cambiar por nuevas mangueras del mismo diámetro y longitud.	15/7/2021	Bryan Medina
9	13/7/2021		Falta de limpieza y lubricación del switch de aire de la pistola ya que presenta un deslizamiento duro.	Remover y limpiar completamente el switch.	15/7/2021	Bryan Medina
11	13/7/2021		La pistola de inyección necesita una limpieza total, ajuste de todos sus componentes y lubricación de las partes móviles.	Realizar el debido mantenimiento de toda la pistola.	15/7/2021	Bryan Medina
12	13/7/2021		Algunos empaques de la pistola presentan una falla en el sellado total.	Cambiar por nuevos empaques de las mismas características.	15/7/2021	Bryan Medina

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.10 Mantenimiento del sistema de anclaje y transporte

- Mantenimiento de la estructura metálica

Se realizó una limpieza total de la estructura mediante un líquido removedor (thinner), se procedió a lijar toda la estructura metálica con una lija # 80 y #320.



Figura 4-3. Lijado de la estructura metálica

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Después de todo el lijado de la estructura se procedió a soldar mediante soldadura GMAW cuatro tubos rectangulares de 30 x 70 mm que servirán como soportes para el anclaje del sistema de calentamiento de ambos componentes



Figura 5-3. Soldado de los cuatro tubos para soporte

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Como último paso se realizó el proceso de fondeado y el proceso de pintura por spray de toda la estructura metálica.



Figura 6-3. Mantenimiento de la estructura

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de los neumáticos y ejes

El mantenimiento de los neumáticos que se realizó fue el parchado de las llantas que se encontraban con presencia de objetos punzantes, el cual se los retiró y se procedió al parchado para después desarrollar la limpieza, el alineamiento de los rodamientos, el cambio de nuevos seguros de los neumáticos, lubricación de los ejes y rodamientos.

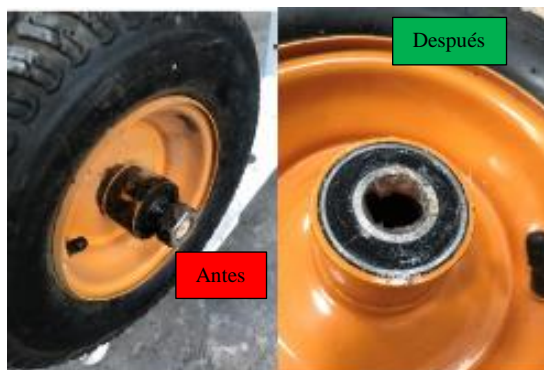


Figura 7-3. Mantenimiento de los neumáticos

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Grasa LG-990 de litio sintética color blanca

Este tipo de grasa multipropósito sirve para trabajos livianos y pesados, ya que es diseñado para resistir cargas muy pesadas ofreciendo máxima protección para cojinetes, rodamientos, sistemas de suspensión, juntas y chasis, y además resistente al agua. Este tipo de grasa se utilizará en todos los elementos de la inyectora.



Figura 8-3. Grasa LG-990 de litio sintética

Fuente:(Promesa 2021)

3.11 Mantenimiento del sistema de bombeo

- Mantenimiento de las cañerías de alimentación de aire del tambor Ay B

Se realizó el cambio de nuevas cañerías plásticas de 3/8” incluido el cambio de nuevos acoples rápidos de 3/8” de plástico de doble entrada, y colocando un nuevo sellado de cinta de teflón en las conexiones neumáticas y ajuste.



Figura 9-3. Mantenimiento de las cañerías de aire

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de las cañerías de descarga

En las cañerías de descarga se realizó una limpieza y eliminación de impurezas dentro de los ductos, ya que las cañerías estaban taponadas en un principio, con un alambre y thinner se logró destapar todo el ducto y además se realizó un ajuste y sellado con teflón de los elementos de sujeción de las dos cañerías.

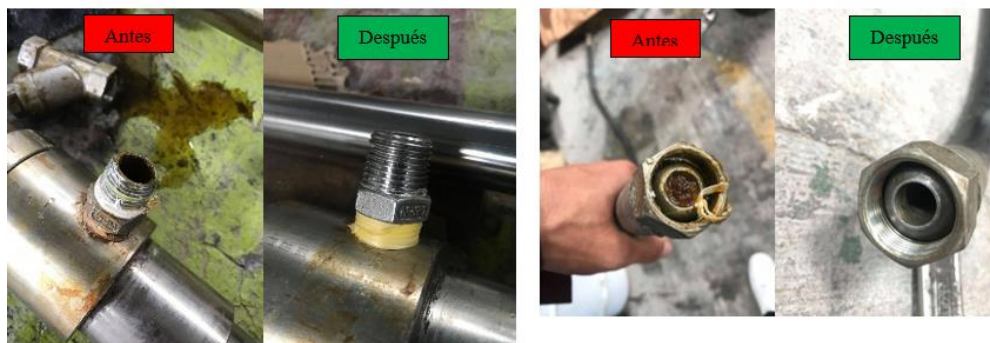


Figura 10-3. Mantenimiento de las cañerías de descarga

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de los filtros en Y

Para el mantenimiento correspondiente a los filtros en Y se dejó reposar los elementos en acetona durante varias horas para eliminar los desechos y las impurezas de los filtros, después se procedió a limpiar con cepillos de alambre la parte interna de los filtros para proceder a colocar en las cañerías con una nueva capa de teflón para evitar fugas de los líquidos.



Figura 11-3. Mantenimiento de los filtros en Y

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de los cabezales de succión

En los cabezales de succión de ambos tambores se encontró la presencia de impurezas y líquidos solidificados que no permitían un buen funcionamiento de los tambores el cual se procedió a una limpieza por medio de acetona y cepillo de alambre para remover la suciedad.



Figura 12-3. Mantenimiento de los cabezales de succión

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de los ejes de desplazamiento

En los ejes de desplazamiento el mantenimiento que se realizó fue una limpieza de ambos ejes tanto del tambor A como en el B y la lubricación total de los dos vástagos.



Figura 13-3. Lubricación del eje de desplazamiento

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de los ejes de succión

Se realizó una limpieza total de ambos ejes con ayuda de acetona para eliminar la solidificación de los líquidos en los ejes, procediendo a colocar lubricante en toda la longitud del eje.



Figura 14-3. Mantenimiento de los ejes de succión

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de los pistones

Los pistones A y B se encontraban en óptimas condiciones, por lo cual se realizó un mantenimiento preventivo de limpieza y lubricación en el resorte y en los empaques de cada pistón.



Figura 15-3. Lubricación de los resortes y empaques de los pistones

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de todos los elementos de sellado

Durante la inspección de los tambores A y B se notó que algunos empaques se encontraban deteriorados y en otros casos se encontró un empaque roto, donde se procedió a cambiarlos por unos nuevos de las mismas características.



Figura 16-3. Mantenimiento de los empaques

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.12 Mantenimiento del sistema del motor de gas presurizado

El diagnóstico técnico actual del sistema del motor de gas presurizado demostró que no hubo elementos averiados, sino que al contrario todos los elementos se encontraban en perfectas condiciones, y por lo cual se procedió a realizar una limpieza de todos los elementos, lubricación del vástago, ajuste de los elementos de la electroválvula 5/2, colocación de nueva cinta de teflón en los elementos neumáticos del sistema y el pintado de la tapa de la electroválvula.



Figura 17-3. Mantenimiento del motor de gas presurizado

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de la electroválvula 5/2 y de los finales de carrera 3/2

Para el mantenimiento de la electroválvula 5/2 y de los finales de carrera, se realizó una inspección visual en donde se encontró presencia de polvo procediendo a realizar una limpieza y ajuste de todos sus elementos con la finalidad de que no exista fugas de los elementos.



Figura 18-3. Electroválvula 5/2 y finales de carrera 3/2

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.13 Mantenimiento del sistema de bombas de aumento de presión

El mantenimiento que se realizó de las bombas de aumento de presión fue una limpieza de todas las mangueras, limpieza y lubricación de los vástagos de los cilindros de simple efecto y la colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión de cada cañería.



Figura 19-3. Mantenimiento del vástago de los dos cilindros de simple efecto

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.13.1 *Mantenimiento de los componentes internos de los cilindros*

En los componentes internos de los cilindros internos se encontró el taponamiento por completo de las partes, que con el tiempo se han ido endureciendo e incrustándose en partes móviles de todo el conjunto, como por ejemplo todos los empaques del conjunto se encontraban en malas condiciones.



Figura 20-3. Partes defectuosas de los cilindros de presión

Realizado por: Medina Bryan, 2021



Figura 21-3. Mantenimiento de las partes internas de los cilindros

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.14 Mantenimiento del sistema de calentamiento

El mantenimiento del sistema de calentamiento que se realizó, fue la limpieza externa e interna de los bloques de calentamiento, después se procedió a retirar las cañerías de ambos calentadores donde se

observó taponamiento de los ductos de la cañería A, con ayuda de un alambre #12 y disolvente thinner se logró destapa y limpiar internamente.



Figura 22-3. Mantenimiento de los bloques de calentamiento

Realizado por: Medina Bryan, 2021

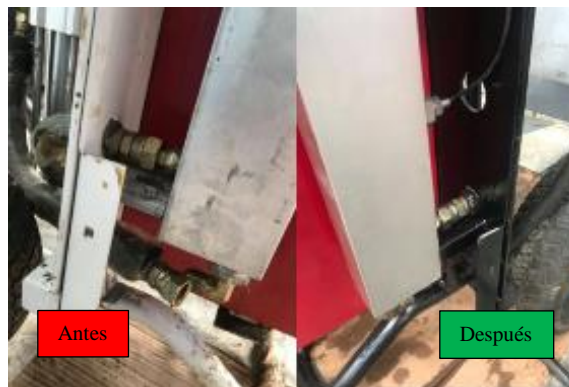


Figura 23-3. Mantenimiento de la cañería de descarga al calentador B

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento del manómetro del tambor A

El manómetro A del sistema de calentamiento se encontraba en malas condiciones debido al taponamiento en el acople de entrada del componente, se realizó el des taponamiento con un juego de agujas y el disolvente, por último, se realizó la limpieza de los cristales de ambos manómetros.



Figura 24-3. Manómetro A

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Mantenimiento de las tapas del sistema de calentamiento

Se realizó una limpieza total de las tapas de los calentadores con un líquido removedor (thinner), se procedió a lijar todas las tapas con una lija # 80 y #320 y por último se realizó el proceso de fondeado y el proceso de pintura por spray de todas las tapas.



Figura 25-3. Mantenimiento de las tapas de los calentadores

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.15 Mantenimiento del sistema de control de presión de aire

El mantenimiento de los accesorios de presión que se realizó, fue el cambio de los tres acoples plásticos de 3/8" simples, cambio de un nuevo neplo de 3/8", cambio de un nuevo acople rápido tipo hembra de 1/4" y por último se realizó la limpieza de los cristales de los manómetros, reajuste, calibración y colocación de nueva cinta de teflón en todos los elementos neumáticos.



Figura 26-3. Mantenimiento de los accesorios de presión

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.16 Mantenimiento del panel de control

El panel de control necesitó de una limpieza de todos elementos, ya que se procedió a lijar la placa y a colocar un adhesivo negro con una nueva señalética de todos sus componentes, se verificó el estado de los circuitos y ajuste de los mismos, y por último se cambió un nuevo interruptor seccionador On/Off, un pulsador de color verde y se restableció la carcasa de la pantalla de voltaje.

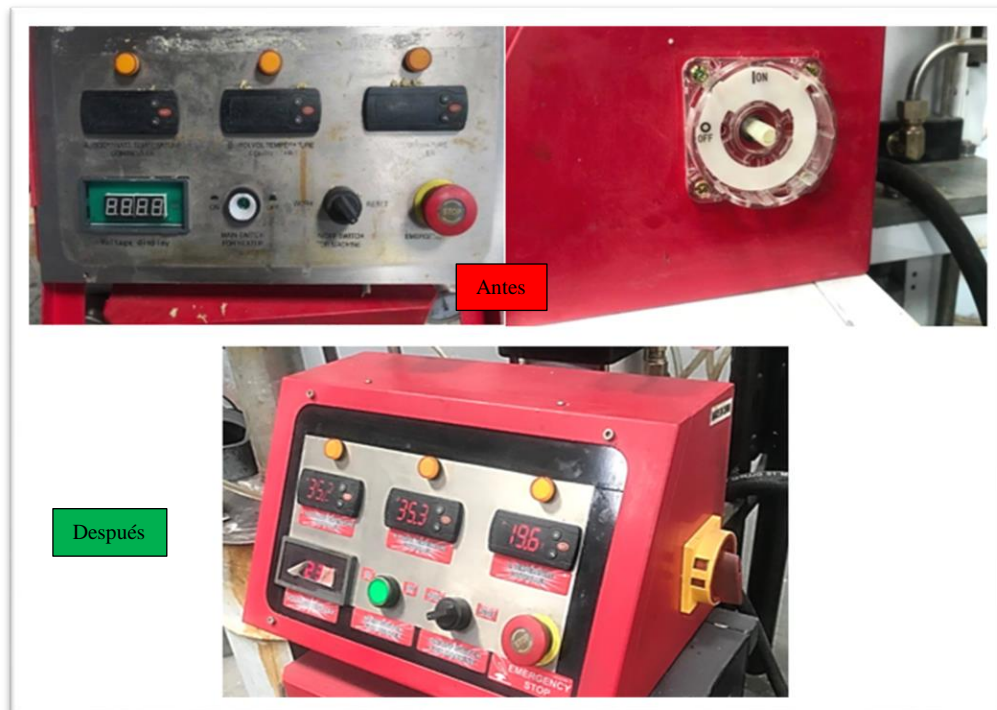


Figura 27-3. Mantenimiento del panel de control

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.17 Mantenimiento del sistema eléctrico y neumático

El sistema eléctrico se encontró en perfectas condiciones ya que solo requería una verificación, ajuste de los componentes eléctricos y limpieza de todo el sistema con aire comprimido. En el sistema neumático se inspecciono visualmente ya que los elementos se encontraban flojos en el tablero y se notaba unas pequeñas fugas en un interruptor el cual se procedió a ajustarlo debidamente y por ultimo una limpieza de todo el conjunto.

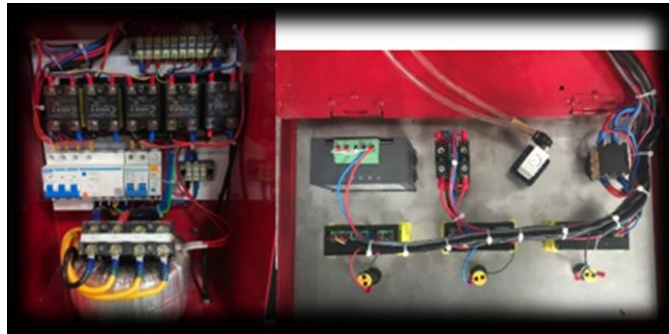


Figura 28-3. Mantenimiento del sistema eléctrico

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.18 Mantenimiento del sistema de inyección

- Mantenimiento de los soportes de unión de mangueras

En los soportes de unión de mangueras se realizó una limpieza interna y externa del soporte el cual se utilizó thinner para remover toda partícula solidificada de los componentes que no permitían una buena circulación de los fluidos.



Figura 29-3. Mantenimiento del soporte de unión de mangueras

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.18.1 *Mantenimiento de las mangueras cortas de presión*

Las mangueras cortas de presión de ambos componentes se encontraban en pésimas condiciones, ya que estaban taponadas totalmente, presentaban rupturas en ciertas partes de las mangueras e incluso a cierto punto de reventarse por la acumulación del componente solidificado dentro del ducto. El mantenimiento que se realizó fue el cambio inmediato de ambas mangueras por unas de las mismas características.



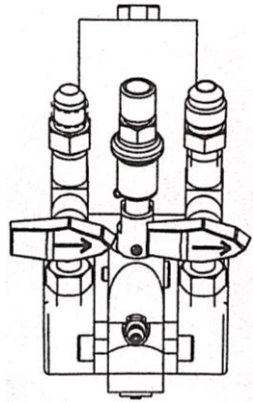
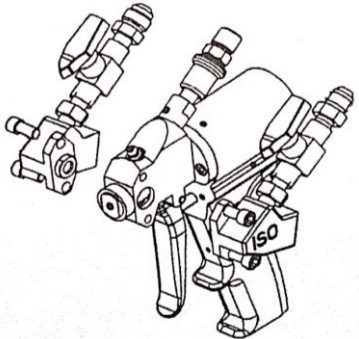
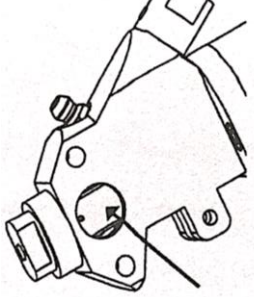
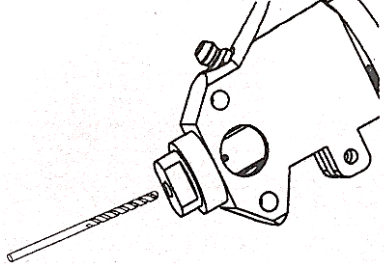
Figura 30-3. Cambio de nuevas mangueras

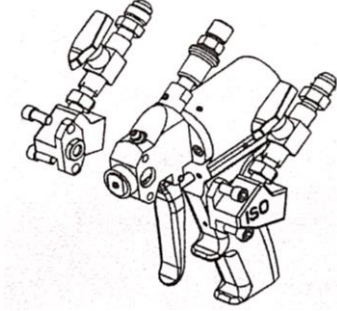
Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.18.2 *Mantenimiento de la pistola de inyección*

Tabla 11-3. Instrucciones para el mantenimiento de la pistola de inyección JHBW-P2

Mantenimiento	Figura
<p>1. Comprobar presencia de fugas en los sellos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Apagar el aire entrante de la pistola cerrando el interruptor de aire de la pistola.• Esperar aproximadamente de 10 a 20 segundos, luego permitir el paso de aire abriendo el interruptor de aire.• Repetir de dos a tres veces.• Si existe presencia de fugas reemplazarlos por unos nuevos de las mismas características.	

<p>2. Revisar las válvulas para comprobar si hay fugas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar las válvulas. • Disparar la pistola de inyección varias veces. • Apagar el aire entrante de la pistola cerrando el interruptor de aire de la pistola. • Desencadenar la pistola de inyección varias veces. • Corregir las fugas de aire quitando las perrillas negras y girando el empaque de 1/8 in a 1/4 in. 	
<p>3. Revisar los bloques laterales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quitar los bloques laterales quitando los tornillos • Examinar los lados de la cámara de mezcla en busca de rayones y/o acumulación de material. • Eliminar cualquier material acumulado con el disolvente adecuado. • Mantener la cámara de la pistola de inyección inclinada hacia el suelo. 	
<p>4. Limpieza y lubricación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar grasa de litio blanca en cada lado de la carcasa delantera de la pistola y en los sellos de los bloques laterales. 	
<p>5. Limpieza de la boquilla</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usar una broca de tamaño correcto para limpiar el paso de salida de la cámara de mezcla. • Usar una broca del tamaño correcto para verificar los orificios laterales de entrada de la cámara de mezcla con el debido cuidado de evitar ralladuras. 	

<p>6. Ensamble</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensamblar nuevamente las partes de la pistola de inyección y lubricar la boquilla. 	
--	--

Fuente: Manual técnico de la inyectora

Realizado por: Medina Bryan, 2021



Figura 31-3. Mantenimiento de partes externas e internas de la pistola de inyección

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.19 Análisis de criticidad de los sistemas más críticos de la inyectora

El siguiente análisis de criticidad va a analizar los 4 sistemas más críticos que se presentó anteriormente en el diagnóstico técnico actual, los cuales son los siguientes:

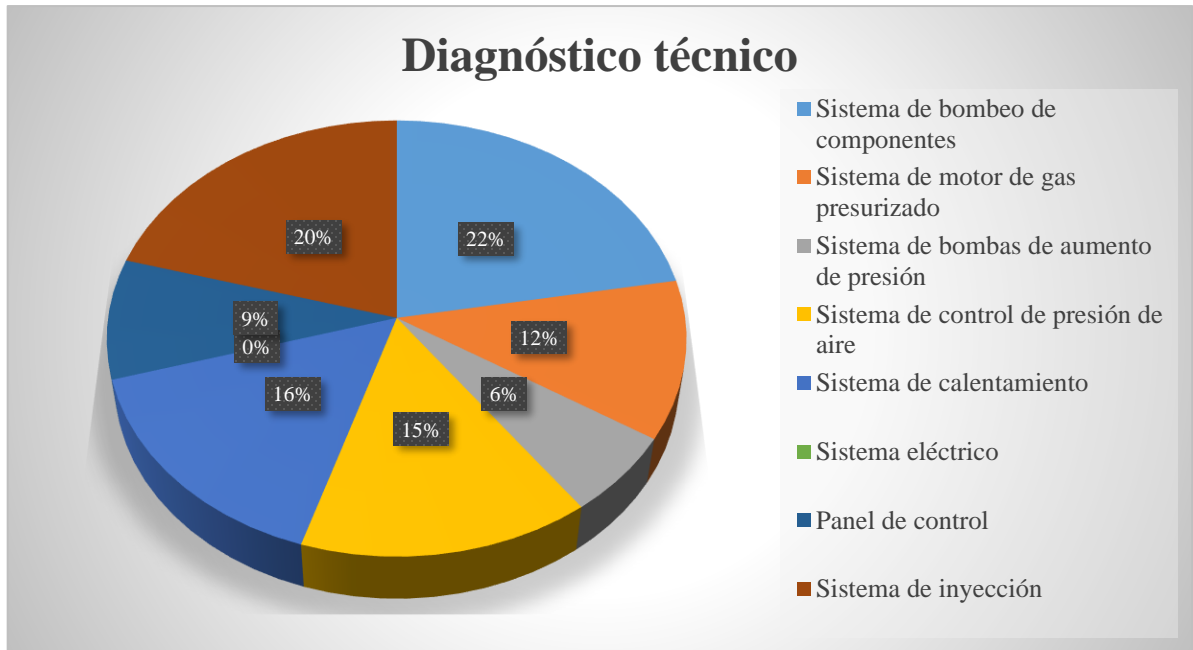


Gráfico 1-3. Porcentajes de los diagnósticos técnicos de los sistemas

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Sistema de bombeo
- Sistema de calentamiento
- Sistema de inyección
- Sistema de control de presión de aire

Tabla 12-3. Jerarquización cualitativa

Sistemas	Jerarquización cualitativa
Sistema de bombeo de componentes	1
Sistema de calentamiento	2
Sistema de inyección	3
Sistema de control de presión de aire	4

Fuente: (Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

El AHP (Proceso de Análisis Jerárquico), busca jerarquizar por orden de su importancia los sistemas, equipos o instalaciones en donde se van a dirigir procesos de mantenimiento en los cuales pueden constar recursos humanos, económicos y tecnológicos.

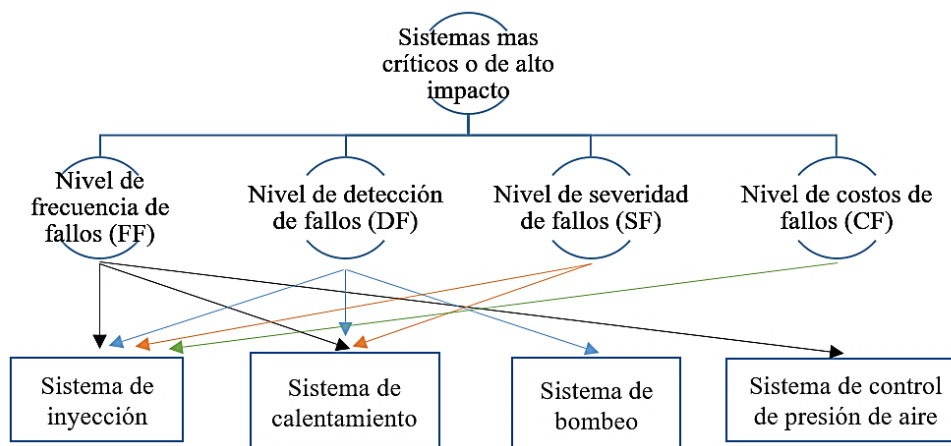


Figura 32-3. Modelo AHP para los sistemas más críticos

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Frecuencia de fallos (FF)

Este tipo de criterio de frecuencia de fallos es evaluado en relación del número de fallos por período de tiempo tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13-3. Indicador de frecuencia de fallos (FF)

FF	Nivel de frecuencia de fallos	Definición del nivel de frecuencia de fallos
10	Muy alta: fallo que es casi inevitable	Una ocurrencia por semana
9		Una ocurrencia por mes
8	Alta: continuamente	Una ocurrencia cada tres meses
7		Una ocurrencia cada seis meses
6	Moderada: ocasionalmente	Una ocurrencia cada nueve meses
5		Una ocurrencia cada un año
4	Baja: el fallo ocurre muy poco	Una ocurrencia entre dos y tres años
3		Una ocurrencia entre cuatro y seis años
2		Una ocurrencia entre siete y nueve años
1	Remota: no es probable que ocurra el fallo	Una ocurrencia en más de diez años

Fuente: (Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Detección de fallos (DF)

Este tipo de criterio de la detección de fallos se relaciona con los sistemas de protección, control y alerta que son disponibles para detectar de forma segura la ocurrencia de los eventos de fallos tal como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 14-3. Indicador de detección de fallos (DF)

DF	Nivel de detección de fallos	Definición del nivel de detección de fallos
10	Absolutamente incierto	El sistema no es controlado o inspeccionado, las anomalías por fallos no son detectados.
9		
8		
7	Bajo	Solo se inspecciona el sistema de forma visual durante todo el proceso (No hay ayuda de equipos modernos de control)
6		
5	Moderada	El sistema se controla bajo técnicas estadísticas de control de fallos y el producto es inspeccionado al final del proceso en la línea de producción (25% automatizado).
4		
3	Alto	El sistema se controla bajo técnicas de control de fallos y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (75% automatizado).
2	Muy alto	El sistema se controla bajo técnicas de control de fallos y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (100% automatizado).
1	Totalmente controlado	El sistema se controla bajo técnicas de control de fallos y el producto es inspeccionado durante todo el proceso en la línea de producción (100% automatizado con calibración continua y preventiva de los equipos utilizados para controlar e inspeccionar el estado operacional del sistema).

Fuente: (Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Severidad de fallos (SF)

Este tipo de criterio de la severidad de fallos se relaciona en sí con el impacto de los fallos sobre la seguridad, ambiente y las operaciones. Una forma fácil para la identificación del criterio de severidad

de fallos es conocer cuáles son los efectos que pueden traer consigo los fallos una vez que estos ocurren dentro de un contexto operacional específico, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 15-3. Indicador de severidad de fallos (SF)

SF	Nivel de severidad de fallos	Definición del nivel de severidad de fallos
10	Peligrosamente alto	Fallos que pueden causar pérdidas humanas
9		Fallos que pueden crear complicaciones con regulaciones federales (leyes)
8		Fallos que hacen inoperables los equipos y provocan la pérdida de función para la que fueron diseñados.
7	Alto	Fallos que causan un alto grado de insatisfacción al cliente que recibe el servicio.
6		Fallos que afectan un subsistema y originan un mal funcionamiento de los equipos disminuyendo la calidad del servicio.
5	Bajo	Fallos que provocan la pérdida de eficiencia y causan que el cliente se queje.
4		Fallos que pueden ser mejoradas con pequeñas modificaciones y su impacto sobre la eficiencia de los equipos es pequeña.
3	Menor	Fallos que podrían crear mínimas molestias al cliente, molestias que el mismo cliente podría corregir en el proceso sin necesidad de perder eficiencia.
2		Fallos que son difíciles de reconocer por el cliente y cuyos efectos serán insignificantes para el proceso.
1	Ninguno	Fallos que son identificables por el cliente y no afectan la eficiencia del proceso.

Fuente: (Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

- Costos de fallos (CF)

Este tipo de criterio de costos de fallos se relaciona con las posibles consecuencias económicas de los fallos sobre la seguridad, ambiente y las operaciones, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16-3. Indicador de costos de fallos (CF)

CF	Nivel de costos de fallos	Definición del nivel de severidad de la falla
10	Peligrosamente alto	Fallos que provocan altos costos por aspectos de seguridad y ambiente (indemnizaciones).
9		
8	Muy alto	Fallos que provocan costos por pérdida de producción.
7		
6	Alto	Fallos que generan altos costos por reparaciones correctivas.
5		
4	Moderado	Fallos que generan costos significativos de producción y reparación.
3		
2		
1	Muy bajo	Fallos que generan costos insignificantes, no afectan el proceso de producción.

Fuente: (Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 17-3. Evaluación de los sistemas con respecto a los criterios

Jerarquización local (JI)								
Criterio	FF	Jl(FF)=(FF/Total)	DF	Jl(DF)=(DF/Total)	SF	Jl(SF)=(SF/Total)	CF	Jl(CF)=(CF/Total)
Sistema								
Sistema de bombeo	7	Jl(FF1) = (7/23) =0,304347826	7	Jl(DF1) = (7/23) =0,304347826	7	Jl(SF1) = (7/20) =0,35	9	Jl(CF1) = (9/27) =0,333333333
Sistema de calentamiento	4	Jl(FF2) = (4/23) =0,173913043	3	Jl(DF2) = (3/23) =0,130434783	3	Jl(SF2) = (3/20) =0,15	6	Jl(CF2) = (6/27) =0,222222222
Sistema de inyección	8	Jl(FF3) = (8/23) =0,347826087	9	Jl(DF3) = (9/23) =0,391304348	8	Jl(SF3) = (8/20) =0,4	9	Jl(CF3) = (9/27) =0,333333333
Sistema de control de presión de aire	4	Jl(FF4) = (4/23) =0,173913043	4	Jl(DF4) = (4/23) =0,173913043	2	Jl(SF4) = (2/20) =0,1	3	Jl(CF4) = (3/27) =0,111111111
Total	23		23		20		27	

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Se procede a evaluar cada criterio ya analizado de forma cuantitativa como en la tabla 3-17 la cual se refiere a una jerarquización local por cada criterio, que al final se obtendrá un proceso basado en el análisis de una serie de factores.

Donde:

Jl=Jerarquización local

Mp=Matriz promedio

Tabla 18-3. Estimación del IC y jerarquización de los criterios evaluados

Matriz de comparación pareada					
	Frecuencia de fallos (FF)	Detección de fallos (DF)	Severidad de fallos (SF)	Costos de fallos (CF)	Matriz promedio(Mp)
Frecuencia de fallos (FF)	1	1/7	1/5	3	0,1007242
Detección de fallos (DF)	7	1	5	7	0,6258544
Severidad de fallos (SF)	3	1/5	1	5	0,216715
Costos de fallos (CF)	1/3	1/7	1/4	1	0,0567063
Σ	11,3333333	1,4857143	6,45	16	1
Ratio de consistencia (IC) =	0,0752923				

Realizado por: Medina Bryan, 2021

La tabla 3-18 hace referencia a la evaluación de cada criterio por medio de una jerarquización entre los cuatro criterios, en donde se evaluará y se plasmará en la tabla una matriz de 4x4 que hace referencia a una escala de comparación pareada, en donde se compara un criterio con otro en función de su importancia.

Tabla 19-3. Matriz normalizada

Matriz normalizada					
	Frecuencia de fallos (FF)	Detección de fallos (DF)	Severidad de fallos (SF)	Costos de fallos (CF)	Matriz promedio (Mp)
Frecuencia de fallos (FF)	$=1/\Sigma(\text{FF})$ =0,0882353	$=(1/7)/\Sigma(\text{DF})$ 0,0961538	$=(1/5)/\Sigma(\text{SF})$ =0,0310078	$=3/\Sigma(\text{CF})$ =0,1875	$\text{Mp1}=(\text{FF}+\text{DF}+\text{SF}+\text{CF})/4$ =0,1007242
Detección de fallos (DF)	$=7/\Sigma(\text{FF})$ =0,6176471	$=1/\Sigma(\text{DF})$ =0,6730769	$=5/\Sigma(\text{SF})$ =0,7751938	$=7/\Sigma(\text{CF})$ =0,4375	$\text{Mp2}=(\text{FF}+\text{DF}+\text{SF}+\text{CF})/4$ =0,6258544
Severidad de fallos (SF)	$=3/\Sigma(\text{FF})$ =0,2647059	$=(1/5)/\Sigma(\text{DF})$ =0,1346154	$=1/\Sigma(\text{SF})$ =0,1550388	$=5/\Sigma(\text{CF})$ =0,3125	$\text{Mp3}=(\text{FF}+\text{DF}+\text{SF}+\text{CF})/4$ =0,216715
Costos de fallos (CF)	$=(1/3)/\Sigma(\text{FF})$ =0,0294118	$=(1/7)/\Sigma(\text{DF})$ =0,0961538	$=(1/4)/\Sigma(\text{SF})$ =0,0387597	$=1/\Sigma(\text{CF})$ =0,0625	$\text{Mp4}=(\text{FF}+\text{DF}+\text{SF}+\text{CF})/4$ =0,0567063

Σ	1	1	1	1	1
Ratio de consistencia (IC) =	0,0752923				

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 20-3. Jerarquización final

Jerarquización final					
Criterio Sistema	Jerarquización local (JI) x Total del criterio FF (1)	Jerarquización local x Total del criterio DF (2)	Jerarquización local x Total del criterio SF (3)	Jerarquización local x Total del criterio CF (4)	Jerarquización final = (1)+(2)+(3)+(4)
Sistema de bombeo	=JI(FF1) *Mp1 =0,03065519	=JI(DF1) *Mp2 =0,19047743	=JI(SF1) *Mp3 =0,07585025	=JI(CF1) *Mp4 =0,0189021	0,31588497
Sistema de calentamiento	=JI(FF2) *Mp1 =0,01751725	=JI(DF2) *Mp2 =0,08163318	=JI(SF2) *Mp3 =0,03250725	=JI(CF2) *Mp4 =0,0126014	0,14425908
Sistema de inyección	=JI(FF3) *Mp1 =0,0350345	=JI(DF3) *Mp2 =0,24489955	=JI(SF3) *Mp3 =0,086686	=JI(CF3) *Mp4 =0,0189021	0,38552215
Sistema de control de presión de aire	=JI(FF4) *Mp1 =0,01751725	=JI(DF4) *Mp2 =0,10884424	=JI(SF4) *Mp3 =0,0216715	=JI(CF4) *Mp4 =0,0063007	0,1543337

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 21-3. Rango final

Criterio Sistema	Jerarquización final	Rango
Sistema de inyección	0,38552215	1
Sistema de bombeo	0,31588497	2
Sistema de control de presión de aire	0,1543337	3
Sistema de calentamiento	0,14425908	4

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Con los resultados obtenidos después del cálculo del análisis de criticidad de los sistemas más críticos de la inyectora de poliuretano se permitirá tomar decisiones con más efectividad, claridad y menos grado de incertidumbre, mejorando las actividades de mantenimiento y operación del equipo dentro de la empresa.

3.20 Planificación y programación del mantenimiento

El mantenimiento preventivo se creó con el objetivo de anticiparse y prevenir cualquier tipo de fallo de todo activo físico, por medio de distintos datos aplicado en los sistemas, subsistemas, partes o elementos. La programación de mantenimiento preventivo se diseña con frecuencia calendario o con el respectivo uso del equipo en el cual se realizan sub-ensambles, cambio de elementos o partes, reparaciones, ajuste y calibración, cambios de aceite y lubricantes a los equipos, máquinas e instalaciones donde se considera muy importante realizarlos para evitar cualquier tipo de fallos.

De tal manera, es importante la estructura del diseño teniendo en cuenta indicadores de mantenimiento como: la Confiabilidad, Mantenibilidad y la Disponibilidad incluyéndose así un plan de mantenimiento donde se mejore la capacidad de gestión del activo físico (Méndez y Rodríguez, 2015).

3.21 Modelo del plan de mantenimiento preventivo para los equipos y sistemas

Para un buen modelo de plan de mantenimiento es necesario recopilar toda la información previamente analizada y desarrollada para aplicar las correspondientes tareas, frecuencias, procedimientos de mantenimiento, equipos, herramientas, materiales y repuestos de los sistemas de la inyectora de poliuretano.

Un plan de mantenimiento preventivo se estructura básicamente de una lista de acciones necesarias que se realizará en un equipo en términos de:

- Limpieza
- Control
- Inspección
- Lubricación

En la determinación de frecuencias calendario de las inspecciones a realizarse en la inyectora se deben considerar aspectos muy importantes como son:

- Tipos de equipo con los que la planta cuenta
- Edad de los equipos
- Ambiente en el que están sometidos
- Actividades a realizar
- Asesoría con el personal de mantenimiento

3.22 Determinación de las frecuencias

Una vez especificado y determinado las tareas de todo el equipo, es necesario determinar con qué tipo de frecuencia se va a trabajar, a continuación, se especificarán algunas de las frecuencias más utilizadas para la realización de la planificación del mantenimiento preventivo.

- Si el equipo posee datos históricos que permita conocer la frecuencia con la que se procede el fallo, se pueden utilizar cualquier técnica estadística que permita determinar cada que tiempo se puede producir un fallo en cualquier elemento del equipo. La frecuencia estará en función del coste de fallo y el coste de la tarea de mantenimiento (mano de obra + materiales + pérdidas de producción durante la intervención)
- Otra forma de conocer qué tipo de frecuencia se puede utilizar es por medio de una función matemática que permita predecir la vida útil de un elemento.
- Y, por último, la determinación de la frecuencia con la que deben realizarse las tareas de mantenimiento a desarrollarse es en base a la opinión de expertos o en este caso en base al operario del equipo ya que es una de las formas más utilizadas en la planificación del mantenimiento.

Para el caso de la inyectora de poliuretano JHBW-A200 se utilizará la tercera forma ya que el equipo desde su adquisición nunca ha tenido un mantenimiento de todos sus elementos, y por lo tanto se basará en la forma de uso y en base al operario el cual determinará la frecuencia de cada sistema.

Tabla 22-3. Planificación del mantenimiento preventivo de la inyectora de poliuretano

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA INYECTORA DE POLIURETANO JHBW-A200							
Sistema	Elementos	Actividades de mantenimiento	Herramientas	Materiales	Repuestos	Responsable	Frecuencia
Sistema de transporte y anclaje	Estructura metálica	Limpieza de la estructura para ver si existe presencia de líquidos solidificados o corrosión en la estructura metálica.	Llave de tubo, llave inglesa, soldadora Mig/Mag, amoladora.	Lija #80 y #320, pintura en spray		Técnico de mantenimiento	Anual
		Lijado y pintado de la estructura metálica					Triannual
	Neumáticos	Inflar los neumáticos	Inflador de llantas		Seguros de neumáticos		Semestral
	Ejes	Limpieza y lubricación de los ejes	Engrasadora	Grasa, waípe			Semestral
	Rodamientos	Inspección visual del estado de los rodamientos	Martillo de goma, engrasadora	Grasa, waípe			Semestral
		Limpieza y lubricación de los rodamientos					Semestral
Sistema de bombeo	Cilindros de succión	Inspección visual del estado de los cilindros de succión	Llave de tubo, llave inglesa, juego de hexagonales	Cinta de teflón, thinner, acetona	Empaques	Técnico de mantenimiento	Mensual
		Limpieza y lubricación del interior del cilindro					
		Cambio de empaques					
		Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión					
	Filtros en Y	Inspección visual del estado de los filtros en Y	Llave inglesa	Cinta de teflón, super bonder, thinner, acetona, waípe	Filtros de malla de acero		Trimestral
		Limpieza de los filtros en Y					
		Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión					
	Pistones	Inspección visual de las partes internas del pistón	Llave de tubo	Grasa de litio, waípe	Empaques		Anual
		Limpieza y lubricación de las partes móviles del pistón					
		Cambio de empaques de los pistones					
	Ejes de succión	Inspección visual del estado de los ejes de succión	Llave de tubo	Grasa de litio, thinner, acetona, waípe			Mensual
		Limpieza y lubricación de los ejes de succión					
	Cañerías de alimentación de aire	Inspección visual del estado de las cañerías	Caja de herramientas		Cañerías plásticas de 3/8", acoples rápidos de 3/8" dobles		Bianual
		Cambio de cañerías plásticas					
		Cambio de los acoples rápidos dobles de plástico de 3/8"					
	Cañerías de descarga	Inspección visual del estado de las cañerías de descarga	Caja de herramientas, aire comprimido	Thinner, cinta de teflón, waípe, alambre #12			Trimestral
Destaponamiento y limpieza de las cañerías							
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión							

Sistema de motor de gas presurizado	Motor de gas presurizado	Inspección visual del motor de gas presurizado	Caja de herramientas	Grasa de litio, thinner, acetona		Técnico de mantenimiento	Semestral
		Ajuste de todos los elementos de sujeción					
		Limpieza y lubricación del vástago de desplazamiento					
	Electroválvula neumática (5/2)	Inspección visual y auditiva de presencia de fugas de aire	Caja de herramientas	Waípe, brocha			Semestral
		Limpieza y ajuste de todos los elementos de sujeción de la electroválvula neumática (5/2)					
	Tapa de la electroválvula neumática	Inspección visual de la tapa de la electroválvula	Caja de herramientas	Lija #80 y #320, pintura en spray			Triannual
Limpieza de la tapa de la electroválvula							
Sistema de bombas de aumento de presión	Cilindros de simple efecto	Inspección visual de los cilindros de simple efecto	Caja de herramientas	Grasa de litio, thinner, acetona, waípe, brocha		Técnico de mantenimiento	Semestral
		Limpieza y lubricación de los vástagos de desplazamiento					
		Ajuste de los elementos de sujeción					
	Cañerías de descarga	Inspección visual del estado de las cañerías de descarga	Caja de herramientas	Thinner, cinta de teflón, waípe, alambre #12			Anual
		Destaponamiento y limpieza de las cañerías					
		Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión					
Sistema de control de presión de aire	Manómetros	Inspección visual del estado de los manómetros	Caja de herramientas	Waípe		Técnico de mantenimiento	Semestral
		Limpieza de los cristales de los manómetros					
		Ajuste de los elementos de sujeción					
	Reguladores de presión	Ajuste de los elementos de sujeción	Caja de herramientas				Semestral
	Accesorios de control de presión de aire	Revisar la presencia de fugas de aire y óxido en las partes internas	Caja de herramientas	Cinta de teflón	Válvula de paso rápido de aire de 1/2", neplo terminal de acero de 3/8", acople rápido hembra de cobre de 1/4"		Bianual
		Cambio de acoples y neplos neumáticos					
	Cañerías de alimentación de aire	Inspección visual del estado de las cañerías	Caja de herramientas		Cañerías plásticas de 3/8", acoples rápidos de 3/8" dobles		Bianual
		Cambio de cañerías plásticas					
		Cambio de los acoples rápidos dobles de plástico de 3/8"					

Sistema de calentamiento	Bloques de calentamiento	Inspección visual del estado de los bloques de calentamiento	Caja de herramientas	Grasa de litio, thinner, acetona, waibe, brocha	Técnico de mantenimiento	Semestral		
		Limpieza y ajuste de todos los elementos de sujeción						
	Manómetros	Inspección visual del estado de los manómetros	Caja de herramientas	Waibe		Semestral		
		Limpieza de los cristales de los manómetros						
		Ajuste de los elemento de sujeción						
	Tapas de los calentadores	Inspección visual del estado de las tapas del sistema de calentamiento	Caja de herramientas	Lija #80 y #320, pintura en spray		Triannual		
		Limpieza, lijado y pintado de las tapas						
	Cañerías de descarga	Inspección visual del estado de las cañerías de descarga	Caja de herramientas	Thinner, cinta de teflón, waibe, alambre #12		Cañería SAE 100 RIAT 6 3/8 WP 180 Bar/2610 Psi	Trimestral	
		Destaponamiento y limpieza de las cañerías						
		Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión						
	Sistema eléctrico	Circuito eléctrico	Verificar que todas las conexiones eléctricas estén seguras y ajustadas	Caja de herramientas, multímetro		Taibe	Cable flexible #12	Semestral
			Verificación de todos los voltajes y amperajes de todo el circuito eléctrico					
Limpieza de todas las conexiones eléctricas								
Panel de control		Verificar visualmente el desgaste y el ajuste de todos los sensores temperatura y botoneras	Caja de herramientas	Waibe, franela, taibe	Interruptor seccionador On/Off	Técnico eléctrico/Técnico de mantenimiento	Anual	
		Limpieza de todo el panel de control						
		Colocación de nueva señalética del panel de control						
Sistema de inyección	Soportes de unión	Verificar visualmente el estado de los soportes de unión	Caja de herramientas, aire comprimido	Grasa de litio, thinner, acetona, waibe, brocha	Pernos de 1/4" x 2"	Trimestral		
		Limpieza y lubricación de las partes internas del soporte						
		Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión						
	Manguera de 15 m	Inspección visual de la presencia de taponamiento en los ductos de las cañerías	Caja de herramientas, aire comprimido	Thinner, cinta de teflón, waibe, alambre #12	Cañería SAE 100 RIAT 6 3/8 WP 180 Bar/2610 Psi	Técnico de mantenimiento	Semestral	
		Destaponamiento y limpieza de las cañerías						
		Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión						
	Pistola de inyección	Inspección visual de las partes internas, válvulas, acoples y empaques de la pistola de inyección	Caja de herramientas, juego de hexagonales, juego de agujas, brocas y aire comprimido	Grasa de litio, thinner, acetona, waibe, brocha	Empaques, valvulas de cierre y apertura	Semanal		
		Limpieza de las partes internas						
		Lubricación de todas las partes móviles de la pistola						
Cambio de empaques y verificación del ajuste de los elementos								

3.23 Programación del mantenimiento

Tabla 23-3. Programación del sistema de anclaje y transporte

Sistema de anclaje y transporte	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Limpieza de la estructura para ver si existe presencia de líquidos solidificados o corrosión en la estructura metálica.	Mensual	X											
Lijado y pintado de la estructura metálica	Triannual	X											
Inflar los neumáticos	Semestral	X						X					
Limpieza y lubricación de los ejes	Semestral	X						X					
Inspección visual del estado de los rodamientos	Semestral	X						X					
Limpieza y lubricación de los rodamientos	Semestral	X						X					

Realizado por: Medina Bryan, 2021

74

Tabla 24-3. Programación del sistema de bombeo de componentes

Sistema de bombeo de componentes	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inspección visual del estado de los cilindros de succión	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza y lubricación del interior del cilindro	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de empaques	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección visual del estado de los filtros en Y	Trimestral		X			X			X			X	
Limpieza de los filtros en Y	Trimestral		X			X			X			X	
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Trimestral		X			X			X			X	
Inspección visual de las partes internas del pistón	Annual		X										
Limpieza y lubricación de las partes móviles del pistón	Annual		X										
Cambio de empaques de los pistones	Annual		X										
Inspección visual del estado de los ejes de succión	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza y lubricación de los ejes de succión	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección visual del estado de las cañerías	Bianual												X
Cambio de cañerías plásticas	Bianual												X
Cambio de los acoples rápidos dobles de plástico de 3/8"	Bianual												
Inspección visual del estado de las cañerías de descarga	Trimestral			X			X			X			
Destaponamiento y limpieza de las cañerías	Trimestral			X			X			X			
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Trimestral			X			X			X			

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 25-3. Programación del sistema de motor de gas presurizado

Sistema de motor de gas presurizado	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inspección visual del motor de gas presurizado	Semestral			X						X			
Ajuste de todos los elementos de sujeción	Semestral			X						X			
Limpieza y lubricación del vástago de desplazamiento	Semestral			X						X			
Inspección visual y auditiva de presencia de fugas de aire	Semestral			X						X			
Limpieza y ajuste de todos los elementos de sujeción de la electroválvula neumática (5/2)	Semestral			X						X			
Inspección visual de la tapa de la electroválvula	Triannual			X									
Limpieza de la tapa de la electroválvula	Triannual			X									

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 26-3. Programación del sistema de bombas de aumento de presión

Sistema de bombas de aumento de presión	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inspección visual de los cilindros de simple efecto	Semestral				X						X		
Limpieza y lubricación de los vástagos de desplazamiento	Semestral				X						X		
Ajuste de los elementos de sujeción	Semestral				X						X		
Inspección visual del estado de las cañerías de descarga	Anual				X								
Destaponamiento y limpieza de las cañerías	Anual				X								
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Anual				X								

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 27-3. Programación del sistema de control de presión de aire

Sistema de control de presión de aire	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inspección visual del estado de los manómetros	Semestral					X						X	
Limpieza de los cristales de los manómetros	Semestral					X						X	
Ajuste de los elemento de sujeción	Semestral					X						X	
Ajuste de los elementos de sujeción	Semestral					X						X	
Revisar la presencia de fugas de aire y óxido en las partes internas	Bianual					X						X	
Cambio de acoples y neplos neumáticos	Bianual					X						X	
Inspección visual del estado de las cañerías	Bianual					X						X	
Cambio de cañerías plásticas	Bianual					X						X	
Cambio de los acoples rápidos dobles de plástico de 3/8"	Bianual					X						X	

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 28-3. Programación del sistema de calentamiento

Sistema de calentamiento	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inspección visual del estado de los bloques de calentamiento	Semestral						X						X
Limpieza y ajuste de todos los elementos de sujeción	Semestral						X						X
Inspección visual del estado de los manómetros	Semestral						X						X
Limpieza de los cristales de los manómetros	Semestral						X						X
Ajuste de los elemento de sujeción	Semestral						X						X
Inspección visual del estado de las tapas del sistema de calentamiento	Trianual						X						
Limpieza, lijado y pintado de las tapas	Trianual						X						
Inspección visual del estado de las cañerías de descarga	Trimestral			X			X			X			X
Destaponamiento y limpieza de las cañerías	Trimestral			X			X			X			X
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Trimestral			X			X			X			X

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 29-3. Programación del sistema eléctrico

Sistema eléctrico	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Verificar que todas las conexiones eléctricas estén seguras y ajustadas	Semestral	X						X					
Verificación de todos los voltajes y amperajes de todo el circuito eléctrico	Semestral	X						X					
Limpieza de todas las conexiones eléctricas	Semestral	X						X					
Verificar visualmente el desgaste y el ajuste de todos los sensores temperatura y botoneras	Anual							X					
Limpieza de todo el panel de control	Anual							X					
Colocación de nueva señalética del panel de control	Anual							X					

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 30-3. Programación del sistema de inyección

Sistema de inyección	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Verificar visualmente el estado de los soportes de unión	Trimestral		X			X			X			X	
Limpieza y lubricación de las partes internas del soporte	Trimestral		X			X			X			X	
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Trimestral		X			X			X			X	
Inspección visual de la presencia de taponamiento en los ductos de las cañerías	Semestral	X						X					
Destaponamiento y limpieza de las cañerías	Semestral	X						X					
Colocación de nueva cinta de teflón en las juntas de unión	Semestral	X						X					
Inspección visual de las partes internas, válvulas, acoples y empaques de la pistola de inyección	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza de las partes internas	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lubricación de todas las partes móviles de la pistola	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de empaques y verificación del ajuste de los elementos	Semanal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.24 Técnicas de seguridad aplicadas para la inyectora

Tabla 31-3. Técnicas de seguridad aplicadas para la inyectora de poliuretano

Técnicas de seguridad	
 Peligro de descarga eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Este equipo debe estar conectado a tierra, ya que una configuración o mal uso del sistema puede provocar una descarga eléctrica. • Apagar y desconectar la energía en el interruptor principal antes de desconectar cualquier cable y antes de reparar el equipo. • Conectar solo a una fuente de alimentación con conexión a tierra. • Todo el cableado eléctrico debe ser realizado por un electricista calificado, que cumplan con todos los códigos y regulaciones locales.
 Peligro de líquidos y gases tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> • Los fluidos o gases tóxicos pueden provocar lesiones graves o incluso la muerte si entraran en contacto con los ojos o la piel. • Leer el manual de instrucciones para conocer los riesgos específicos de los fluidos que se estén manipulando. • Almacenar los fluidos peligrosos en recipientes herméticamente sellados. • Siempre utilizar guantes impermeables.
 Equipo de protección personal	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe usar siempre el equipo de protección personal adecuada al momento de operación o mantenimiento, ya que con el equipo se podrá evitar lesiones graves, incluidas lesiones oculares, inhalación de gases tóxicos, quemaduras y pérdida auditiva. • Gafas protectoras • Traje de bioseguridad • Protección respiratoria (mascarilla industrial) • Guantes desechables • Protección auditiva (orejeras)
 Peligro de inyección cutánea	<ul style="list-style-type: none"> • El fluido a alta presión de la pistola, fugas en la manguera o componentes desgastados pueden perforar la piel. • Activar el bloqueo de la válvula de materia prima cuando no se pulverice. • No colocar las manos sobre la boquilla de pulverización. • No detener, ni desviar las fugas de aire o materia prima con la mano. • Apagar la máquina cuando se deje de inyectar o entre en mantenimiento. • Apretar todas las conexiones del fluido antes de operar el equipo. • Revisar la manguera y acoplamientos a diario, en caso de que algún elemento se encuentre desgastado o dañado el cambio debe ser inmediato.

 <p>Peligro de incendio y explosión</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los vapores inflamables, como los vapores de disolvente y pintura, en el área de trabajo pueden encenderse o explotar de manera muy fácil. • Utilizar la inyectora únicamente en lugares ventilados. • Eliminar todas las fuentes de ignición; como luces piloto, cigarrillos, paños de plástico y lámparas eléctricas portátiles. • No enchufar ni desenchufar los cables de alimentación mientras exista presencia de gases inflamables. • Si hay una chispa estática o se sintió una descarga, detener el funcionamiento del equipo inmediatamente. • Mantener un extintor de incendios cerca del equipo.
 <p>Peligro de expansión térmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El fluido sometido a calor en espacios reducidos, incluidas las mangueras, pueden crear un rápido aumento de la presión debido a la expansión térmica. • La sobre presurización puede resultar en la ruptura del equipo y causar lesiones en el operario. • Abrir una válvula alivia la expansión del fluido durante el calentamiento.
 <p>Peligro de piezas de aluminio presurizadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de fluidos incompatibles con el aluminio puede provocar una reacción química grave y ruptura de los elementos. • No usar cloruro de metileno, tricloroetano u otros disolventes que contengan hidrocarburos halogenados. • Muchos otros líquidos pueden contener sustancias químicas que pueden reaccionar con el aluminio
 <p>Peligro del mal uso del equipo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No abandonar el área de trabajo mientras el equipo este energizado o bajo presión • No exceda la presión o temperatura máxima de trabajo del equipo. • Utilice fluidos y disolventes compatibles con el equipo. • Revisar el equipo a diario, reparar o reemplazar las piezas desgastadas o dañadas inmediatamente con piezas originales del mismo fabricante. • No alterar ni modificar el equipo. • No retorcer ni doblar demasiado las mangueras.
 <p>Peligro de piezas en movimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las piezas móviles pueden tener un alto peligro al entrar en contacto con el operario • No operar el equipo con protectores o cubiertas en el equipo. • Evitar colocar elementos dentro o cerca del equipo mientras esté en funcionamiento.
 <p>Peligro de quemaduras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La superficie de los equipos y los materiales que se calientan pueden calentarse mucho durante el funcionamiento • Para evitar quemaduras graves, no tocar el líquido caliente o equipo, hasta que el fluido de la inyectora se haya enfriado completamente.

Fuente: (Manuel técnico de la inyectora)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

3.25 Manejo y calibración de la temperatura

Para el ajuste y nueva calibración de los tres sensores de temperatura se deberán realizar los siguientes pasos como:







- Presionar  durante 3 segundos hasta visualizar la función SET, y después soltar inmediatamente.
- Para el ajuste de nueva calibración de temperatura de los sensores se utilizará las teclas  y  que servirán para modificar el valor de la temperatura.
- Por último, se presionará  nuevamente para poder grabar el valor en el sensor.

Tabla 32-3. Calibración de la temperatura ideal de la inyectora



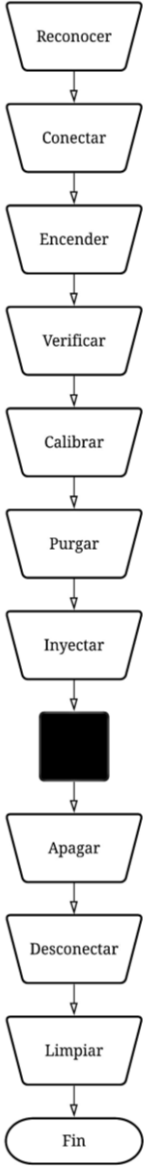
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CARROCERÍAS ALME		 
Determinación de la temperatura óptima para la inyección de poliuretano				
N°	Temperatura (°C)		Temperatura ambiente (°C)	
	Isocianato (A)	Poliol (B)		
1	40	45	<14	
2	35	40	15-25	
3	30	35	>26	

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Según lo analizado, la temperatura variará dependiendo de la temperatura ambiente en el que la inyectora se encuentre.

3.26 Manual de operación de la inyectora de poliuretano JHBW-A200

Tabla 33-3. Manual de operación de la inyectora

 		Proceso de manipulación y funcionamiento de la inyectora JHBW-A200	
Datos técnicos - Sistemas y elementos principales		Ubicación: Carrocerías Alme	
Versión: 2021	Área de forrado de estructuras	Ficha 1-1	
Función	Proceso	Descripción	Control
<p>La inyectora consta de varios sistemas para obtener la espuma de poliuretano final, el cual empieza con el sistema de bombeo el cual se encargan de bombear la materia prima de cada componente (POLIOL e ISOCIANATO) con respectivos filtros, para dirigirse a las bombas de aumento de presión, que se encargan de conducir los fluidos al sistema de calentamiento con mayor presión, este sistema de calentamiento se encarga de calentar los componentes según el ajuste previamente de los sensores de temperatura de acuerdo a parámetros operacionales, culminando así en el sistema de inyección el cual pasa los componentes por una manguera individual para cada fluido de 15 metros donde empata con una pistola de inyección encargada de mezclar los componentes a cierta presión para conseguir la espuma de poliuretano.</p>		Realizar un reconocimiento de los sistemas y elementos que constituyen la inyectora	Reconocer los elementos a utilizar en la inyección de poliuretano
		Conectar la alimentación eléctrica al suministro respectivo y conectar el paso de aire del compresor	
		Encender la inyectora por medio de seccionador On/Off, colocar el switch en la posición Work y por último encender el interruptor principal de calentamiento	Abrir primero el paso de aire del compresor que seguidamente se une al sistema de control de presión de aire
		Verificar que todas las protecciones eléctricas, el panel de control, y el sistema de aire estén correctamente en funcionamiento	Antes de encender cada disyuntor diferencial hay que resetarlos
		Calibrar todos los sensores de temperatura a condiciones de trabajo operacionales	Depende de la temperatura del medio ambiente en el que le rodea a la inyectora los valores en los sensores de temperatura variarán
		Eliminar el aire acumulado en toda la manguera y pistola de inyección	
		Inyectar la espuma de poliuretano en toda la estructura del autobus	
		La reacción química de la inyección dura entre 1 a 3 segundos	
		Colocar el switch de la posición Work a Reset y apagar el interruptor principal de calentamiento	
		Desconectar la fuente de la alimentación y las diferentes conexiones, además desconectar la manguera de suministro de aire comprimido del compresor	Cerrar el paso de aire del sistema de control de presión de aire
Proceder a limpiar la inyectora y la pistola de inyección después de cada uso con el debido mantenimiento correspondiente	Limpiar todas las partes internas de la pistola		
Volver a poner todos los elementos en su respectivo lugar y área			

Realizado por: Medina Bryan, 2021

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Obtención de los principales modos de falla de la inyectora

Para la obtención de la información de los principales modos de falla se requiere un trabajo previo mediante la recolección de los datos de todos los elementos de la inyectora, en el cual cada elemento se ve sujeto a un fallo diferente y que con el tiempo pueden dañar el estado del equipo debido que cada fallo presenta diferente severidad, ocurrencia y detección.

Para el análisis de la información se basará en la opinión y calificación de los expertos y operarios de la empresa quienes operan continuamente el equipo, ya que se evaluará mediante la metodología AMEF, que es una importante herramienta de soporte, para el diseño de procesos, y que sirve para identificar, prevenir y clasificar fallas mediante el análisis de sus efectos.

En la tabla 4-1 se observará criterios como la severidad, ocurrencia y detección que estarán representados en niveles o rangos del 1 al 10 el cual se clasificarán según cada criterio, ya que para la evaluación de cada modo de fallo se necesitará el conocimiento previo de todo el funcionamiento del equipo, partes o sistemas críticos desarrollados anteriormente en el análisis de criticidad y el mantenimiento que se realizó en cada uno de ellos.

Tabla 1-4. Escala de severidad, ocurrencia y detección

Rango	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (P)
10-9	Efecto principal/Muy alta severidad	Muy alta probabilidad de ocurrencia	Prácticamente imposible de detectar
8-6	Inconveniente mayor	Alta probabilidad de ocurrencia	Baja capacidad de detección
5-3	Inconveniente menor	Moderada probabilidad de ocurrencia	Alta capacidad de detección
2-1	Mínimo efecto /Sin efecto	Baja probabilidad de ocurrencia	Muy alta capacidad de detección

Fuente:(Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Con el fin de obtener un proceso de inyección mejorado, se realizará un método efectivo de mantenimiento llamado AMFE que se menciona en la tabla 4-2 donde principalmente esta herramienta examinará los procesos de diseño y fabricación con el fin de dar a conocer un NPR (Número Prioritario de Riesgo) de cada falla del elemento, con esto se obtendrá los modos de fallos más graves para desarrollar técnicas inmediatas de prevención.

Tabla 2-4. A.M.F.E

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E)								Código:
								Fecha:13/08/2021
Empresa:	Carrocerías ALME	Denominación del producto:	Aislamiento térmico en la estructura metálica del autobús		Preparado por:	Bryan Medina		
Proceso:	Inyección de poliuretano	Referencia:	Sistema de gestión de riesgo		Revisado por:			
Etapa del proceso	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	S	Causa potencial	O	Verificación y/o control actual	P	NPR
Colocación de materia prima	Material incorrecto	Material no cumple con las especificaciones técnicas	9	Revisión empírica al ingreso de la materia prima	1	Visual	3	27
	Material incompleto	Material faltante	6	Cálculo erróneo de la materia prima	2	Visual	2	24
Sistema de bombeo	Pistones desgastados	Tambores de succión defectuosos	7	Resortes en mal estado	2	Visual	2	28
	Filtros en Y dañados		8	Malla de los filtros en Y perforados	4	Visual	6	192
	Ejes de succión incrustados		9	Solidificación de los componentes	5	Visual	7	315
	Taponamiento de las mangueras		9	Solidificación de los componentes	5	Visual	7	315
	Empaques rotos		5	Falta de lubricación	5	Visual	8	200
Sistema de calentamiento	Mala calibración de la temperatura	Calentadores defectuosos	8	Conexiones eléctricas en mal estado	5	Visual	2	80
	Resistencias de los calentadores dañados		9	Filamentos dañados	4	Visual	8	288
	Taponamiento de las mangueras		9	Solidificación de los componentes	5	Visual	7	315

	Descarga eléctrica		8	Mala conexión	2	Visual	5	80
Sistema de control de presión de aire	Presión de aire muy baja	Accesorios en mal estado	5	Compresor en mal estado - accesorios dañados o con fuga	5	Visual	5	125
	Humedad y suciedad en el sistema		4	FRL en mal estado	3	Visual	7	84
	Fugas en el sistema		4	FRL en mal estado	3	Visual	7	84
Sistema de inyección	Bajo poder de inyección	Pistola pulverizadora en mal estado	8	Presión de aire mínima	9	Visual	2	144
	Inyección incompleta		8	Falta de componentes A y B	9	Visual	3	216
	Cámara de mezcla tapada		9	Falta de lubricación en la boquilla	5	Visual	5	225
	Espuma de poliuretano sin solidificación		8	Temperatura inadecuada	8	Visual	3	192

Fuente:(Parra y Crespo, 2015)

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Tabla 3-4. Cálculo del porcentaje acumulado

MODOS DE FALLOS				
Modo potencial de fallo	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
Ejes de succión incrustados	315	12,03%	315	12,03%
Taponamiento de las mangueras	315	12,03%	630	24,05%
Resistencias de los calentadores dañados	288	11,00%	918	35,05%
Cámara de mezcla tapada	225	8,59%	1143	43,64%
Inyección incompleta	216	8,25%	1359	51,89%
Empaques rotos	200	7,64%	1559	59,53%
Filtros en Y dañados	192	7,33%	1751	66,86%
Espuma de poliuretano sin solidificación	192	7,33%	1943	74,19%
Bajo poder de inyección	144	5,50%	2087	79,69%
Presión de aire muy baja	125	4,77%	2212	84,46%
Fugas en el sistema de aire	84	3,21%	2296	87,67%
Humedad y suciedad en el sistema de aire	84	3,21%	2380	90,87%
Mala calibración de la temperatura	80	3,05%	2460	93,93%
Descarga eléctrica	80	3,05%	2540	96,98%
Pistones desgastados	28	1,07%	2568	98,05%
Material incorrecto	27	1,03%	2595	99,08%
Material incompleto	24	0,92%	2619	100,00%
TOTAL	2619	100%		

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Con los valores del NPR de cada modo de fallo de la inyectora una vez calculados, separados y organizados se procede a realizar un diagrama de Pareto donde permitirá clasificar gráficamente toda la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas, o en este caso los modos de fallo más importantes de la inyectora de poliuretano, para enfocarnos en cada uno de ellos y solucionarlos de manera inmediatamente.

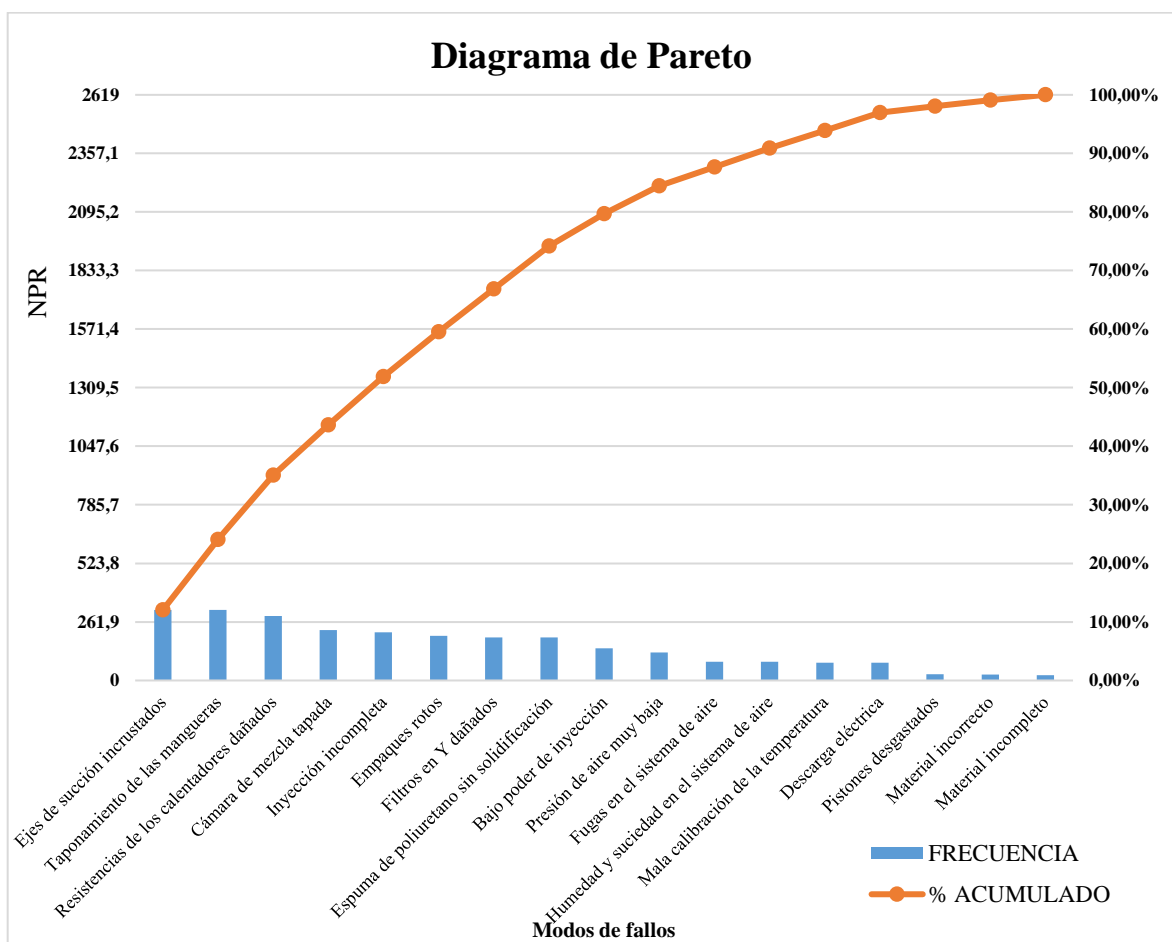


Gráfico 1-4. Diagrama de Pareto

Realizado por: Medina Bryan, 2021

Se pudo observar una vez que se realizó el diagrama de Pareto que el 80% de los defectos se ha presentado en los nueve primeros modos de fallo de la inyectora, el cual se debe tener mayor control de este tipo de fallos y sus orígenes para evitar lo cualquier tipo de paro imprevisto de la inyectora, donde los ejes de succión incrustados y el taponamiento de las mangueras presentaron el mayor NPR del análisis modal de fallos y efectos (A.M.F.E) el cual se debe planificar diferentes acciones alternativas diferentes a las expuestas en el plan de mantenimiento para poder evitar o minimizar lo más posible el origen de estos fallos.

4.2 Mejoramiento de la capacidad productiva de la inyectora con la implementación de un método de repotenciación de partes y sistemas críticos

Para la repotenciación de la inyectora se ha realizado el mantenimiento (overhaul), que básicamente trató del intercambio de los elementos en mal estado o que ya cumplieron la vida útil, por ejemplo, rodamientos, empaques o sellos, mangueras neumáticas e hidráulicas, acoples, válvulas entre otros. Además, todos los elementos de la inyectora han sido desarmadas con el fin de ser limpiadas, remplazadas y cambiadas por unas de las mismas características.

La comparación del antes y después de la repotenciación de la inyectora se la muestra en la siguiente tabla tomando en cuenta el diagnóstico actual de cada sistema antes de que sea repotenciado.

Tabla 4-4. Porcentajes del antes y después de la repotenciación

REPOTENCIACIÓN DE LA INYECTORA			
Ítem	Estado técnico	Inyectora antes	Inyectora después
1	Sistema de anclaje y transporte	25%	100%
2	Sistema de bombeo	35%	98%
3	Sistema de control de presión de aire	58%	98%
4	Sistema de bombas de aumento de presión	83%	100%
5	Sistema del motor de gas presurizado	67%	100%
6	Sistema de calentamiento	56%	99%
7	Sistema eléctrico	100%	100%
8	Panel de control	75%	99%
9	Sistema de inyección	42%	98%
Total		60.11%	99.11%

Realizado por: Medina Bryan, 2021

En esta tabla se observó que después del mantenimiento general de todos los sistemas y elementos constitutivos de la inyectora, se ha obtenido una mejora del 39% permitiendo obtener un producto de mejor calidad.

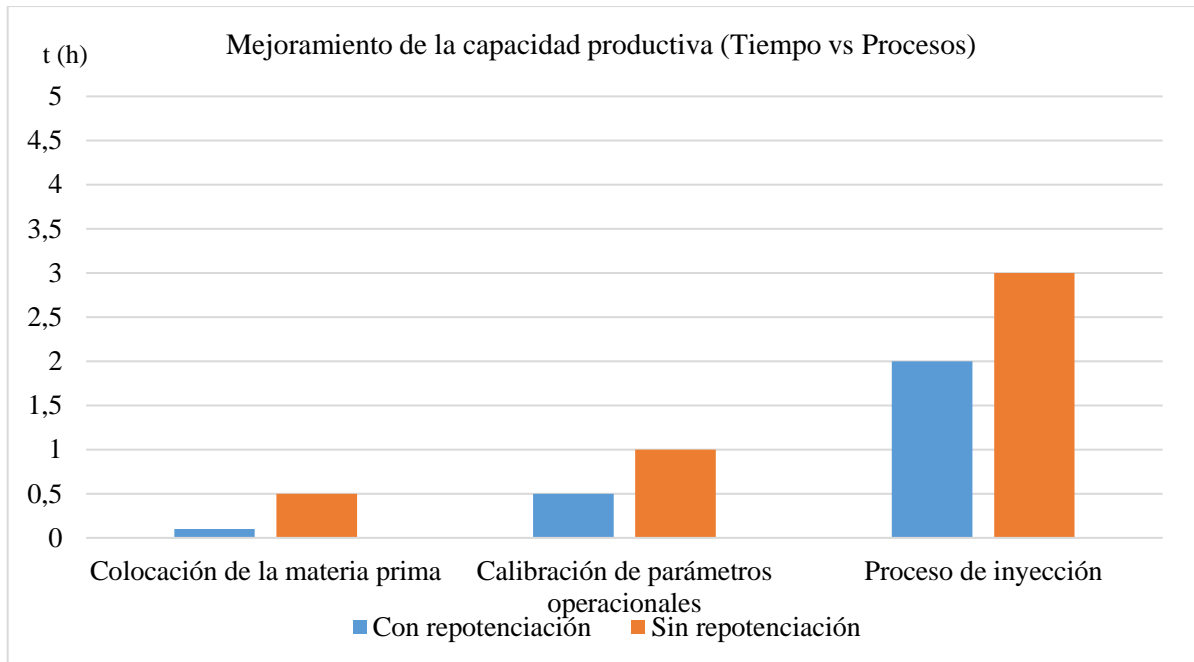


Gráfico 2-4. Tiempo vs Proceso de inyección

Realizado por: Medina Bryan, 2021

En el gráfico 4-2 de tiempo vs procesos se analizó una diferencia del antes y después de que la inyectora se repotenciada, en el cual a la puesta en marcha y funcionamiento de la inyectora se determinó que en el primer proceso de colocación de la materia prima del componente A y B se demoraba un total de 1 hora y con la repotenciación ese proceso se redujo a la mitad, en el segundo proceso el cual es la calibración y ajuste de la temperatura se obtenía un tiempo entre 18 a 20 minutos y con la repotenciación se redujo a un tiempo entre 4 a 7 minutos, y el último proceso que es de inyección se demoraba un total de 4 horas reduciéndolo a un tiempo de 3 horas y media con la repotenciación.

4.3 Planificación del mantenimiento preventivo de la inyectora con frecuencias calendario

La planificación del mantenimiento preventivo de la inyectora de poliuretano JHBW-A200 obtuvo varias actividades y procesos para la buena intervención de mantenimiento de cada sistema, en el cual se desarrolló planes para cada sistema con las actividades más principales, herramientas, materiales, repuestos específicos y las intervenciones específicas de cada técnico. Y por último se desarrolló programas de mantenimiento con frecuencias calendario en donde se priorizaba a los sistemas y elementos más críticos, y además la realización de técnicas de seguridad y un manual de uso y funcionamiento de la inyectora de poliuretano.

4.4 Mejoramiento de los resultados obtenidos en la gestión documental, gestión productiva y funcional de los elementos de la inyectora

Tabla 5-4. Estado actual de la inyectora después de la repotenciación

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		CARROCERÍAS ALME		 			
Equipo:	Inyectora de poliuretano			Fotografía			
Código técnico:	PI-A14-IN						
Especificaciones técnicas							
Fabricante:	Jinan Jinghua Bangwei Polyurethane Equipment Co., Ltd.	País de procedencia:	China				
Modelo:	JHBW	Serie:	A-200				
Tipo:	Inyectora de poliuretano de alta presión	Año:	2017				
N°	Estado técnico	Bueno	Regular	Porcentaje (%)			
1	Sistema de anclaje y transporte	X		100			
2	Sistema de bombeo	X		98			
3	Sistema de control de presión de aire	X		98			
4	Sistema de bombas de aumento de presión	X		100			
5	Sistema del motor de gas presurizado	X		100			
6	Sistema de calentamiento	X		99			
7	Sistema eléctrico	X		100			
8	Panel de control	X		99			
9	Sistema de inyección	X		98			
Estado técnico							
Bueno (91% <=X<=100%)		99.11%					
Regular (70% <=X<=90%)							

Realizado por: Medina Bryan, 2021

El resultado deseado de la repotenciación de la inyectora de poliuretano es del 100% de su estado técnico, y los resultados obtenidos después de una vez hecha la repotenciación arrojó un porcentaje del 99,11%, el cual a primera vista es un estado totalmente mejorado, a diferencia con el porcentaje que antes de la repotenciación tenía un 60,11% de su estado general de la inyectora de poliuretano. Para poder seguir manteniendo un estado favorable de la inyectora se necesita inspecciones o revisiones, limpieza, lubricación y el mantenimiento general respectivo para evitar cualquier mal funcionamiento de sus componentes. Cabe recalcar que la inyectora se encontró en un estado casi nuevo con todos sus elementos cambiados y rectificadas con el fin de mejorar el rendimiento, calidad del producto y mejora en el proceso de la empresa.

4.5 Análisis de costos de la inyectora de poliuretano

Para el análisis de costos se realizó diferentes tablas con descripciones, cantidades y valores totales de cada accesorio, costo directo e indirecto y el costo total, en donde se observa todo lo que se invirtió para la repotenciación de la inyectora por parte de la empresa ALME.

4.5.1 Costos de materiales y repuestos mecánicos

Tabla 6-4. Costos de accesorios mecánicos

Materiales y repuestos mecánicos					
N°	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	Pernos ¼ x 2"	U	4	0,25	1,00
	Galvanizadas				
2	Tuercas 1/4	U	4	0,15	0,60
3	Remaches 5/32"	U	5	0,08	0,40
4	Alambre #12	lb	5	1,60	8,00
5	Grasa de Litio Blanca LG-990	U	1	13,00	13,00
6	WD-40	U	1	5,00	5,00
7	Correas plásticas	U	10	0,04	0,40
8	Pintura anticorrosiva Negra	L	2	3,50	7,00
9	Waípe	lb	10	0,50	5,00
10	Lija # 80	U	3	0,30	0,90
11	Lija # 180	U	3	0,30	0,90
12	Lija # 320	U	3	0,30	0,90
13	Thinner poliuretano	Gl	1	7,93	7,93
Total					51,03

Realizado por: Medina Bryan, 2021

4.5.2 Costos de materiales y repuestos eléctricos

Tabla 7-4. Costos de accesorios eléctricos

Materiales y repuestos eléctricos					
N°	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	Taipe	U	1	1,50	1,50
2	Pulsador industrial verde	U	1	3,99	3,99
3	Interruptor seccionador On/Off	U	1	6,99	6,99
4	Mica negra de 50 x 30	U	1	2,00	2,00
5	Señalética personalizada	U	1	6,00	6,00
Total					20,48

Realizado por: Medina Bryan, 2021

4.5.3 Costos de materiales y repuestos neumáticos

Tabla 8-4. Costos de accesorios neumáticos

Materiales y repuestos neumáticos					
N°	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	Cinta de teflón	U	1	3,99	3,99
2	Acoples rápidos de 3/8" de una sola entrada	U	4	2,00	8,00
3	Acople rápidos de 3/8" de doble entrada	U	3	2,50	7,50
4	Neplo terminal de bronce de 3/8"	U	1	2,50	2,50
5	Acople rápido hembra de 1/4" de bronce	U	1	4,50	4,50
6	Cañerías plásticas de 3/8"	m	1	3,00	3,00
7	Manguera hidráulica SAE 100 RIAT6 3/8"	m	15	90,00	90,00
8	Manguera hidráulica SAE 100 RIAT6 3/8"	m	1	6,00	6,00
9	Acople de acero hidráulicos de 5/16"	U	2	10,00	20,00
Total					145,49

Realizado por: Medina Bryan, 2021

4.5.4 Costos totales directos

Tabla 9-4. Costos totales directos

Costos directos		
N°	Detalle	Valor total [USD]
1	Materiales y repuestos mecánicos	51,03
2	Materiales y repuestos eléctricos	20,48
3	Materiales y repuestos neumáticos	145,49
Total		217,00

Realizado por: Medina Bryan, 2021

4.5.5 Costos totales indirectos

Para determinar el valor de los costos indirectos se tomó en cuenta los gastos por asesoría e imprevistos.

Tabla 10-1. Costos totales indirectos

Costos indirectos		
N°	Detalle	Valor total [USD]
1	Asesorías	20,00
2	Imprevistos	20,00
Total		40,00

Realizado por: Medina Bryan, 2021

4.5.6 Costos totales

Es el total de los costos realizados en el desarrollo del proyecto técnico tanto directos como indirectos.

Tabla 11-4. Costo total

Costos totales		
N°	Detalle	Valor total [USD]
1	Costos totales directos	217,00
2	Costos totales indirectos	40,00
Total		257,00

Realizado por: Medina Bryan, 2021

CONCLUSIONES

Se determinó el estado técnico de todos los sistemas y elementos de la inyectora de poliuretano donde se obtuvo como resultados que el funcionamiento de cada sistema no era el correcto, por lo tanto, se procedió a realizar mantenimientos correctivos en cada una de las partes que presentaban averías.

Se logró realizar con éxito la repotenciación de la inyectora de poliuretano para colaborar con el desarrollo productivo de la Empresa Carrocera “ALME” de la ciudad de Ambato.

Se realizó el análisis de criticidad de los cuatro sistemas más críticos de la inyectora, obteniéndose como resultados que el sistema más crítico fue el de inyección debido a que este siempre está en total funcionamiento continuo.

Se desarrolló un plan de mantenimiento acorde a todas las necesidades de los sistemas y equipos de la inyectora, con el fin de mantener un funcionamiento adecuado para evitar pérdidas de producción, pérdidas de material y reducción de costos de mantenimiento en la empresa Alme

RECOMENDACIONES

Evaluar el estado técnico actual de todos los sistemas de la inyectora de poliuretano para determinar si se está realizando un adecuado mantenimiento preventivo.

Mantener en óptimas condiciones la funcionalidad de la inyectora siguiendo procedimientos de los planes de acción, tomando como referencia las frecuencias calendario y tiempos de ejecución actuales.

Aplicar el plan de mantenimiento preventivo diseñado para la inyectora con el fin de evitar paros de producción y mantenerla funcionalidad de todos los elementos, partes y sistemas del equipo.

Utilizar toda la documentación elaborada durante la vida útil de la inyectora de poliuretano.

Tener en cuenta los sistemas y modos de fallo más críticos de la inyectora, para la intervención inmediata de mantenimiento con el fin de evitar paradas de producción y pérdidas de material.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, M.G. y VÁZQUEZ, M.L.R. *Caracterización de la espuma rígida de poliuretano expandido como impermeabilizante de cubiertas*, *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea], 2016, vol. 10, no. 2, pp. 1-12. ISSN 1990-8830. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193946969001>.

AISLA. *Libro blanco del poliuretano proyectado e inyectado* [en línea], 2020, Madrid: s.n. Disponible en: <https://www.aisla.org/PUR.pdf>.

AMENGUAL, E. y CABESTRERO, I. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software* [en línea], 2010 vol. 6, no. 3, pp. 25-34. ISSN 1885-4486. Disponible en: <https://bit.ly/38jYX6y>.

BARZALLO, D. *Repotenciación y automatización de una máquina pulidora, abrillantadora con rodillo de ámbar utilizando plc, para la empresa andicueros* [en línea], 2013, S.l.: ESPOCH. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2902>.

BOBO MACHINE CO., L. *Copper and aluminum pipe cutting machine, single tube automatic pipe bender.* [en línea], 2021, [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://bobomachine.en.alibaba.com/?spm=a2700.details.cordpanyb.2.1aa87458o6cJFs>.

CAICEDO, C., CRESPO, L.M., DE LA CRUZ, H. y ÁLVAREZ, N. *Propiedades termomecánicas del Polipropileno: Efectos durante el reprocesamiento.* *Ingeniería, investigación y tecnología*, 2017, vol. 18, no. 3, pp. 345-352. ISSN 2594-0732. DOI 10.22201/fi.25940732e.2017.18n3.022.

COREÑO, J.A. y MENDEZ, M. *Relación estructura-propiedades de polímeros.* [en línea], 2010, vol. 21, no. 4, pp. 291-299. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v21n4/v21n4a6.pdf>.

ECOLOGY BRASIL. *Relatorio de impacto ambiental.* [en línea], 2008, pp. 52. Disponible en: http://www.firjan.org.br/site/anexos/Decisaorio/2011-2013/RIMA-Porto_do_Sudeste.pdf.

ELGEGREN, M., TIRAVANTI, G.J., ORTIZ, B.A., OTERO, M.E., WAGNER, F., CERRÓN, D.A. y NAKAMATSU, J. Chemical Recycling of Plastic Wastes. *Rev Soc Quím Perú* [en línea], 2012, vol. 78, no. 2, pp. 105-119. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3719/371937627005.pdf>.

FERNÁNDEZ-D' ARLAS, M.A., BORJA, E. y CORCUERA, A. *Polyurethane copolymers of the type poly* [en línea], 2016, *Revista ION*, vol. 29, no. 2, pp. 61-74. ISSN 0120-100X.

FIBERMAQ, B. *Inyectora de poliuretano completa* [en línea]. 2021 [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://www.fibermaq.com.br/es/baixa-pressao-completa.php>.

GÁLVEZ, V. *Sustitución de piezas metálicas por piezas plásticas*. [en línea], 2009, S.l.: s.n. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/422/1/VirginiaAbygailGalvezJuarez.pdf>.

GARCÍA, A. *Estudio de la inyectora de poliuretano y la factibilidad de controlar la temperatura en los puntos críticos de la máquina construida por la empresa Italplásticos de la ciudad de Ambato* [en línea], 2011, S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>.

GARCÍA, F.A. y REDROBÁN, C.E. *puesta en marcha y mantenimiento centrado en la confiabilidad (rcm) del caldero pirotubular de la facultad de mecánica* [en línea], 2015, S.l.: ESPOCH. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4201/1/25T00264.pdf>.

GARCÍA, S. *La contratación del Mantenimiento Industrial*, 2012, Ediciones. España: s.n. ISBN 9788499690186.

GOSENDE, P.A.P. An approach to industrial facility layout evaluation using a performance index. *RAE Revista de Administracao de Empresas* [en línea], 2016, vol. 56, no. 5, pp. 533-546. ISSN 2178938X. DOI 10.1590/S0034-759020160507. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rae/a/6ydZBBTjQcqj9jMSTQRydjN/?lang=es&format=pdf>.

HOURNÉ-CALZADA, M.B., BRITO-VALLINA, M.L., CASTILLO-SERPA, A.M., FRAGA-GUERRA, E. y DÍAZ-CONCEPCIÓN, A. Análisis de criticidad de grupos electrógenos de la tecnología fuel oil en Cuba Criticality analysis of Electric Groups Generators of the technology fuel oil in Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2012, vol. 21, no. 3, pp. 55-61.

INGEMECÁNICA. *Sistemas Hidráulicos de Transmisión de Potencia*. [en línea], 2021, [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>.

JOMAR. *Pistola probler p2 para poliurea de graco*. [en línea], 2021, [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://jomarmp.com/es/ofertas/92048-pistola-probler-p2-para-poliurea-de-graco-articulo-en-promocion-.html>.

KEYENCE. Moldeo por inyección. *Introducción al Maquinado* [en línea], 2021, [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/injection-molding/about.jsp>.

MACHINERY, C. *Máquina de inyección de poliuretano*. [en línea], 2021, [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: https://es.made-in-china.com/co_sdchinamachinery/product_Polyurethane-Injection-Machine-Polyurethane-Laminate-Fabric-Foam-Machine-Polyurethane-for-Sale_uosrnosgug.html.

MAZO, P., YARCE, O. y RIOS, L.A. Síntesis de espumas rígidas de poliuretano obtenidas a partir de aceite de castor y poliglicerol empleando calentamiento por microondas. *Polímeros*, 2011, vol. 21, no. 1, pp. 59-66. ISSN 01041428. DOI 10.1590/S0104-14282011005000006.

MÉNDEZ, Á.E. y RODRÍGUEZ, C.S. *Repotenciación y planificación del mantenimiento preventivo del equipo de refrigeración para el cuarto frío de la planta de cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH*. [en línea], 2015, S.l.: ESPOCH. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4208/1/25T00260.pdf>.

MORENO, P., RODRIGUE, D., GIROUX, Y., BALLERINI, A. y GACITÚA, W. Caracterización mecánica y morfológica de termoplásticos reciclados espumados reforzados con sub productos de madera. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 2013, vol. 15, no. 1, pp. 3-16. ISSN 07173644. DOI 10.4067/S0718-221X2013005000001.

OROPESA, C.M. Gestión de cambios en plantas industriales de procesos y la prevención de accidentes laborales. *Salud de los Trabajadores* [en línea], 2015, vol. 23, no. 1, pp. 49-54. ISSN 1315-0138. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/st/v23n1/art06.pdf>.

PÁEZ, J.S., GRANADOS, L.K. y VALERO, M.F. Síntesis y caracterización térmica de poliuretanos obtenidos a partir de polioles derivados del aceite de higuera y diferentes aditivos retardantes de llama. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 2016, vol. 36, no. 2, pp. 225-234. ISSN 02556952.

PARRA, C.A. y CRESPO, A. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la gestión de activos* [en línea]. 2015, Segunda. Sevilla: s.n. ISBN 978-84-95499-67-7. Disponible en: <https://books.google.cl/books?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>.

PPD. *Moldeo de poliuretano flexible - PPD*. [en línea], 2021, [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://www.ppdgroup.com/es/servicios-soluciones/moldeo-de-poliuretano/moldeo-de-poliuretano-flexible/>.




PROMESA. *Grasas y lubricantes*. [en línea], 2021, Disponible en: <https://www.promesa.com.ec/producto/lg-990-grasa-lithium-azul-sintetica-1-lb>.

RIVERA, J. y ASSIA, D. *Propuesta de diseño de planta de la empresa dulcería gourmet para aumentar la capacidad instalada*. [en línea], 2017, pp. 1-5. Disponible en: http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10121/Propuesta_diseño_planta.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SALAZAR, A., VARGAS, L., AÑASCO, C. y OREJUELA, J.P. Propuesta de distribución en planta bietapa en ambientes de manufactura flexible mediante el proceso analítico jerárquico, 2010, *Revista EIA* [en línea], no. 14, pp. 161-175. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1492/149218986013.pdf>.

SATCH. SPR 3 | satchpoliuretanos. [en línea], 2021, [Consulta: 11 junio 2021]. Disponible en: <https://www.satchpoliuretanos.com.ar/spr-3>.

ANEXO A: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ANCLAJE Y TRANSPORTE

	ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	CARROCERÍAS ALME										
DIAGNÓSTICO TÉCNICO												
DATOS GENERALES												
EQUIPO/SISTEMA:	Sistema de anclaje y transporte		UBICACIÓN:	Área de forrado		CÓDIGO DEL ACTIVO:	P1-A14-IN					
PLANOS:	SI	NO	MANUAL:	SI	NO	REALIZÓ:	B.M					
		X		X								
PÁRÁMETROS ESTANDARIZADOS												
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A		MARCA:	JHBW								
POTENCIA:	8000 W		MODELO:	JHBW-A200								
FRECUENCIA:	50 Hz		ADQUISICIÓN:	2017								
MÁX PRESIÓN:	15 Mpa											
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO												
ITEM	ESTADO TÉCNICO							N/OK	OK			
1	Estructura metálica							1				
2	Neumáticos			1								
3	Rodamientos			1								
4	Ejes				1							
TOTAL				3	1							
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL				25%	MALO							
OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de anclaje y transporte, resultó con un total de 3 N/OK y 1 OK arrojando un porcentaje del 25% que cualitativamente resulta MALO, por lo que es necesario realizar un replazo y una reparación total de los elementos.												
CONCLUSIONES: La mayoría de las partes del sistema se encontraban desgastadas con presencia de óxido, desgaste de la pintura, fallos en los rodamientos y neumáticos averiados.												

ANEXO B: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE MOTOR DE GAS PRESURIZADO

	ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	CARROCERÍAS ALME											
DIAGNÓSTICO TÉCNICO													
DATOS GENERALES													
EQUIPO/SISTEMA:	Sistema de motor de gas presurizado	UBICACIÓN:	Área de forrado	CÓDIGO DEL ACTIVO:	P1-A14-IN								
PLANOS:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </table>	SI	NO		X	MANUAL:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">SI</td> <td style="text-align: center;">NO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	SI	NO	X		REALIZÓ:	B.M
SI	NO												
	X												
SI	NO												
X													
PÁRÁMETROS ESTANDARIZADOS													
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A	MARCA:	JHBW										
POTENCIA:	8000 W	MODELO:	JHBW-A200										
FRECUENCIA:	50 Hz	ADQUISICIÓN:	2017										
MÁX PRESIÓN:	15 Mpa												
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO													
ITEM	ESTADO TÉCNICO			N/OK	OK								
1	Motor de gas presurizado				1								
2	Electroválvula				1								
3	Cañerías de aire				1								
4	Eje de desplazamiento			1									
5	Tapa de la electroválvula			1									
6	Soporte de acero				1								
TOTAL				2	4								
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL				67%	REGULAR								
<p>OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de control de presión de aire, resultó con un total de 2 N/OK y 4 OK arrojando un porcentaje del 67% que cualitativamente resulta REGULAR, por lo que es necesario realizar pequeñas correcciones en los elementos.</p>													
<p>CONCLUSIONES: Los dos elementos en el que se encontró pequeñas anomalías es en el eje principal del motor del gas presurizado en el cual no tenía lubricante y la tapa de la electroválvula se encontraba con presencia de los fluidos solidificados.</p>													




ANEXO C: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE BOMBA DE AUMENTO DE PRESIÓN

	ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	CARROCERÍAS ALME				
DIAGNÓSTICO TÉCNICO						
DATOS GENERALES						
EQUIPO/SISTEMA:	Sistema de bombas de aumento de presión		UBICACIÓN:	Área de forrado	CÓDIGO DEL ACTIVO:	P1-A 14-IN
PLANOS:	SI	NO	MANUAL:	SI	NO	REALIZÓ:
		X		X		B.M
PÁRAMETROS ESTANDARIZADOS						
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A		MARCA:	JHBW		
POTENCIA:	8000 W		MODELO:	JHBW-A200		
FRECUENCIA:	50 Hz		ADQUISICIÓN:	2017		
MÁX PRESIÓN:	15 Mpa					
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO						
ITEM	ESTADO TÉCNICO			N/OK	OK	
1	Cañería de alimentación A				1	
2	Cañería de alimentación B				1	
3	Cañería de descarga A				1	
4	Cañería de descarga B			1		
5	Cilindro de simple efecto A				1	
6	Cilindro de simple efecto B				1	
TOTAL				1	5	
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL				83%	BUENO	
OBSERVACIONES: El estado actual del sistema de bombas de aumento de presión, resultó con un total de 1 N/OK y 5 OK arrojando un porcentaje del 83% que cualitativamente resulta BUENO por lo que es necesario realizar pequeñas correcciones y una limpieza de los elementos.						
CONCLUSIONES: El elemento en que se encuentra una avería resultó estar taponado por el propio fluido el cual se lo ha dejado secar por mucho tiempo.						


ANEXO D: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL PANEL DE CONTROL

	ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL		CARROCERÍAS ALME				
	DIAGNÓSTICO TÉCNICO						
DATOS GENERALES							
EQUIPO/SISTEMA:	Panel de control		UBICACIÓN:	Área de forrado		CÓDIGO DEL ACTIVO:	P1-A14-IN
PLANOS:	SI	NO	MANUAL:	SI	NO	REALIZÓ:	B.M
		X		X			
PÁRÁMETROS ESTANDARIZADOS							
VOLTAJE:	Monofásico 220V 35A		MARCA:	JHBW			
POTENCIA:	8000 W		MODELO:	JHBW-A200			
FRECUENCIA:	50 Hz		ADQUISICIÓN:	2017			
MÁX PRESIÓN:	15 Mpa						
EVALUACIÓN EXTERNA DEL EQUIPO							
ITEM	ESTADO TÉCNICO				N/OK	OK	
1	Luz piloto A					1	
2	Luz piloto B					1	
3	Luz piloto C					1	
4	Sensor de temperatura (A)					1	
5	Sensor de temperatura (B)					1	
6	Sensor de temperatura principal					1	
7	Pantalla de voltaje				1		
8	Interruptor principal de calentamiento				1		
9	Interruptor On/Off					1	
10	Botón de emergencia					1	
11	Interruptor rotativo On/Off				1		
12	Cable de alimentación 220 V					1	
TOTAL					3	9	
DIAGNÓSTICO TÉCNICO ACTUAL					75%	BUENO	
OBSERVACIONES: El estado actual del panel de control resultó con un total de 3 N/OK y 9 OK arrojando un porcentaje del 75% que cualitativamente resulta ser BUENO por lo que es necesario realizar pequeñas correcciones.							
CONCLUSIONES: La mayoría de los elementos del panel de control se encontraban deteriorados y lo más recomendable es el cambio de unos nuevos elementos.							

ANEXO E: PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA DE ANCLAJE Y TRANSPORTE

		 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO					
				ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL			
				CARROCERÍAS ALME			
PLANES DE ACCIÓN							
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable	
1	28/6/2021		La estructura metálica se encuentra con óxido en la mayoría de sus partes y también existe presencia de fluidos solidificados.	Realizar una limpieza total utilizando removedor de pintura, lijado de estructura y repintura de la estructura.	29/6/2021	Bryan Medina	
1	28/6/2021		Los soportes del sistema de calentamiento se encontraban sin ningún tipo de anclaje en la estructura.	Soldar los 4 soportes en la estructura para la sujeción de los dos calentadores	29/6/2021	Bryan Medina	
2	28/6/2021		Los dos neumáticos se encuentran sin aire debido al pinchamiento.	Realizar un parchado e inflado de los neumáticos	29/6/2021	Bryan Medina	
3	28/6/2021		Los rodamientos de los dos neumáticos se encuentran desalineados, con presencia de óxido y falta de lubricación.	Realizar un alineamiento de los rodamientos de cada neumático con la ayuda de un martillo de goma y limpiar el exceso de residuos para efectuar la lubricación en los ejes y rodamientos	29/6/2021	Bryan Medina	

ANEXO F: PLAN DE ACCIÓN DEL MOTOR DE GAS PRESURIZADO

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO				
		ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
		CARROCERÍAS ALME				
PLANES DE ACCIÓN						
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable
4	12/7/2021		La tapa se encontraba sucia y con falta de limpieza	Limpiar y pintar la tapa	12/7/2021	Bryan Medina
5	12/7/2021		El eje de desplazamiento del motor del gas presurizado se encontraba con impurezas, suciedad y falta de lubricación	Limpiar y remover toda impureza y lubricar todo el eje de desplazamiento	12/7/2021	Bryan Medina

ANEXO G: PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO				
		ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL				
		CARROCERÍAS ALME				
PLANES DE ACCIÓN						
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable
4	6/7/2021		La cañería de descarga B se encontró en mal estado ya que estaba taponada la el conducto y el teflón de la boquilla se encontraba desgastado.	Limpieza de la cañería y la boquilla.	6/7/2021	Bryan Medina

ANEXO H: PLAN DE ACCIÓN DEL PANEL DE CONTROL

		<p align="center">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p align="center">ESCUELA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</p> <p align="center">CARROCEÍAS ALME</p>				
<p align="center">PLANES DE ACCIÓN</p>						
Ítem	Fecha de inicio	Foto	Descripción del problema	Acción ejecutada	Fecha de finalización	Responsable
7	1/7/2021		La mica de la pantalla de voltaje se encontró rota	Pegar la mica de la pantalla de voltaje y realizar una limpieza	2/7/2021	Bryan Medina
8	1/7/2021		No existía el botón del interruptor principal de calentamiento	Cambiar por un nuevo interruptor de las mismas características	2/7/2021	Bryan Medina
11	1/7/2021		No existía la perilla del interruptor rotativo	Cambiar por un nuevo interruptor rotativo de las mismas características	2/7/2021	Bryan Medina