

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO A CONTROLADORES DE
TEMPERATURA DE MOLDEO DE LA EMPRESA PLASTICOS TUMANI**

Trabajo de titulación para optar al título
de INGENIERO EN EJECUCIÓN DEL
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno: Alejandro Javier Zuñiga Mora

Profesor guía: Mg. Ing. Andrés Eduardo
Aránguiz Garrido

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Jimena Mora Vicencio y a Manuel Barra Pulgar quienes han sido mis pilares en este proceso dándome todo el apoyo posible realizando sacrificios más allá de lo extraordinario de unos padres, animándome a nunca rendirme y en especial a Luis Mora Q.D.E.P quien me dijo a muy temprana edad usted será un gran ingeniero, hoy gracias a la universidad y a los profesores que me han acompañado en este camino, puedo decir que esta meta está más cerca que nunca.

Quisiera agradecer a mi pareja por los ánimos entregados para salir adelante y a mis compañeros de trabajo Christian y Aldo del taller de mantenimiento de la empresa plásticos Tumani por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera dándome el tiempo necesario para poder realizar de buena manera las actividades de la universidad.

RESUMEN

KEYWORDS: INDUSTRIA DEL PLASTICO, RCM, FMECA, DIAGRAMA DE DISPERSION LOGARÍTMICA, MODOS DE FALLA, PREFACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA.

Cuando se habla de mantenimiento a nivel local este es visto como un mal necesario siendo utilizado netamente cuando la maquinaria comienza a fallar y con falencia en su implementación, pero al ser visto como una inversión es posible tener otra visión para abordar estos problemas, apoyándose en la gestión y políticas del mantenimiento.

El presente trabajo se enfocará en la propuesta de un plan de mantenimiento al subsistema crítico de la fábrica de plásticos Tumani basándose en herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

El equipo fue seleccionado mediante diagrama de dispersión logarítmica donde este tendrá un alto impacto en la indisponibilidad como en el tiempo medio entre fallas, el subsistema a analizado es el grupo MTC como lo describe la empresa. Usando de referencia la norma ISO 14224:2016 y la metodología de análisis SIPOC se desglosó el equipo describiendo sus funciones e ítem mantenibles con el fin de generar los modos de fallas que llevan al equipo a una falla funcional parcial o total. Posteriormente dichos fallos se jerarquizaron en escala de riesgo máximo a riesgo mínimo mediante el modelo de criticidad ABC ordenándolos de manera cualitativa y cuantitativa, una vez jerarquizados se definieron las políticas de mantenimiento, acción a ejecutar y actividad usando de guía la norma ISO 14224:2016.

Con estos datos se dividió la planificación en actividades preventivas y correctivas, dicha planificación consta de 30 preguntas las cuales son de suma importancia ya que en ellos se describen todos los implementos necesarios para llevar a cabo el plan, finalmente se establecen los costos asociados a la realización de la propuesta del plan, cuantificado cada modo de falla y definiendo la factibilidad del proyecto con respecto a la situación actual de la empresa.

Los resultados obtenidos del subsistema crítico que fue el controlador de temperatura de molde aporta un 69,6% a las detenciones del equipo principal, teniendo un total de 20 modos de fallas de los cual 4 son los mayor riesgo y 5 los de riesgo medio los cuales serán de mayor importancia para atacar ya que tienen un alto impacto en la producción, seguridad y medio ambiente, los resultados obtenidos de la prefactibilidad técnica económica demuestra que el plan presenta un ahorro de 4.512,39 USD y un aumento del 3% en su disponibilidad dejando en evidencia que un plan de acción y una buena organización de los datos pueden llevar a una mejor implementación del mantenimiento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS..... 2

 OBJETIVO GENERAL 2

 OBJETIVO ESPECÍFICO..... 2

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA, PROCESOS PRODUCTIVOS Y JUSIFICACIÓN DEL TEMA 4

 1.1. DE LA EMPRESA 5

 1.1.1. Política de calidad de la empresa..... 6

 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 6

 1.2.1. Proceso de inyección 8

 1.2.2. Proceso de soplado 9

 1.2.3 Proceso de inyectado soplado..... 9

 1.3. PROBLEMÁTICA 11

 1.4. SELECCIÓN DEL EQUIPO A ANALIZAR 12

 1.4.1. Recopilación de información..... 12

 1.4.2. Diagrama de dispersión logarítmica 12

 1.4.3. Aplicación del diagrama de dispersión logarítmica a los equipos de la planta de plásticos Tumani basado en el impacto de la indisponibilidad 13

 1.4.4. Diagrama de dispersión logarítmica aplicado a inyección soplado 14

CAPÍTULO 2: JERARQUIZACIÓN DE MODOS DE FALLA, POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO Y ACTIVIDADES 17

 2.1. HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD..... 18

 2.1.1. Descripción del equipo 18

 2.1.2. Taxonomía de ítem 19

 2.2.3. Análisis de diagrama SIPOC 20

 2.2. ANÁLISIS DE MODO DE FALLA EFECTO Y CRITICIDAD (AMFEC)... 21

 2.2.1. Análisis de criticidad y jerarquización de los modos de fallo 23

 2.2.2. Jerarquización de los modos de falla 28

 2.2.3. Políticas de mantenimiento y actividades de mantenimiento 30

CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y COSTOS ASOCIADOS..... 34

 3.1. PROGRAMACIÓN DE TAREAS..... 35

 3.1.1. Modelo de planificación 35

 3.2. PAUTA DE TRABAJO Y CHECK LIST 36

 3.2.1. Pauta de trabajo..... 36

 3.2.2. Check List..... 36

 3.3. EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA 37

3.3.1. Costos del mantenimiento actual	37
3.3.2. Costos de la propuesta y diferencias en el impacto en la disponibilidad.....	39
3.3.3. Comparativa entre el plan actual y el plan de mantenimiento propuesto ...	41
CONCLUSIÓN.....	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Frontis empresa plásticos Tumani.....	5
Figura 1-2. Diagrama de flujo ingreso de nuevo proyecto plásticos Tumani	7
Figura 1-3. Esquema de una inyectora general	8
Figura 1-4. Diagrama de fabricación, extrusión por soplado.....	9
Figura 1-5. Diagrama de moldeo por inyección soplado y máquina	10
Figura 1-6. Producto no conforme debido a la falta de un equipo MTC.	11
Figura 1-7. Diagrama de dispersión logarítmica aplicado a equipos de plásticos tumani	14
Figura 1-8. Diagrama de dispersión logarítmica realizado al área de inyección soplado	15
Figura 2-1. Diagrama de funcionamiento del equipo.....	19
Figura 2-2. Diagrama de flujo modelo de criticidad ABC.....	28
Figura 2-3. Diagrama de flujo para selección de política de mantenimiento	30
Figura 3-1. Extracto de planificación del mantenimiento preventivo propuesto.	35
Figura 3-2. Extracto Check List propuesto	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Planilla R-55 control de trabajos de mantenimiento realizado en la empresa año 2016-2017.....	12
Tabla 2-1. Taxonomía de los equipos controladores de temperatura de plásticos Tumani	20
Tabla 2-2. Análisis SIPOC a los equipos controladores de temperatura	20
Tabla 2-3. Modos de falla del equipo controlador de temperatura de molde	22
Tabla 2-4. Análisis modo de falla, efecto y criticidad de falla	24
Tabla 2-5. Matriz cualitativa jerarquización modos de fallo	29
Tabla 2-6. Resumen de criticidad de cada modo de fallo	29
Tabla 2-7. Políticas de mantenimiento y acción a ejecutar	31
Tabla 3-1. Extracto de propuesta de pauta de trabajo.	36
Tabla 3-2. Detalles de producción	37

Tabla 3-3. Costos de intervención del mantenimiento correctivo para el MTC
correspondiente al año 2017..... 38

Tabla 3-4. Costos y comparativa de implementación de la propuesta de plan de
mantenimiento..... 40

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

MTC: Controlador de temperatura de molde.

Spa: Sociedad por acciones

MTBF: Tiempo medio entre fallas.

MTTR: Tiempo medio de reparación.

SIPOC: Supplier – Input – Process – Output – Customer.

FMECA: Análisis de modos y efectos de fallas y criticidad.

SAE: Society Automotive Engieniers (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

ISO: International Organization for Standarization.

FKM: Caucho sintético a base de carbono fluorado.

NBR: Caucho de nitrilo.

Iso Dt: Curva de indisponibilidad.

H/H: Horas hombre.

USD: Dólar estadounidense.

SIMBOLO

m: Metro.

Cm: Centímetro.

m³: Metro cubico.

Mm: Milímetro.

[Bar]: Unidad de presión (kg por centímetro cuadrado).

°C: Grados Celsius.

h: Hora.

HH: Hora hombre.

A: Amper.

Ω: Ohmios.

V: Volt.

%: Porcentaje.

INTRODUCCIÓN

El paso del tiempo es inevitable y de esto es consciente el ser humano ya que este va experimentados cambios a medida que este va envejeciendo, la maquinaria no se salva a esta regla sufriendo desgaste, deformaciones y detenciones que pueden significar pérdidas por la no producción. El mantenimiento entra como pieza fundamental ya que será el encargado de mantener y preservar los activos para que sean capaces de desarrollar su función de la mejor manera posible.

Hoy en día se vive la quinta generación del mantenimiento donde todo apunta a la predicción de datos y la anticipación de las fallas, esta implementación no siempre es posible llevarlas a cabo ya que su costo de implementación inicial es muy elevado, una alternativa es de la generación anterior pero que toma gran importancia es las herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM, el cual se basa en la elaboración de planes de mantenimiento enfocados en resolver las causas de las fallas presentes en los equipos, la implementación de este es un poco engorrosa ya que se necesita de un seguimiento y una organización exhaustiva de los equipos que se desean analizar donde la información de estos será el mejor aliado.

El presente trabajo entrega una propuesta de plan de mantenimiento el cual implementa técnicas de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para el equipo crítico en la línea productiva, jerarquizando sus modos de falla y asignando políticas de mantenimiento con sus actividades, frecuencia de aplicación y el tiempo que conlleva realizar dichas tareas, llevando esto último a un análisis técnico económico de la prefactibilidad de la propuesta dando como resultado los beneficios utilitarios de dicha implementación.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de plan de mantenimiento a un subsistema crítico de la empresa plásticos Tumani, esto se realizará mediante herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad entregando alternativas de solución a las pérdidas por detenciones imprevistas debidas a las políticas de mantenimiento actuales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar los datos y antecedentes, para la selección del equipo crítico mediante diagrama de dispersión logarítmica.
- Identificar modos de fallo de las fallas funcionales del equipo seleccionado, para la jerarquización de estos, mediante análisis de modo de falla, efecto y criticidad.
- Planificar tareas de mantenimiento para evaluación de viabilidad mediante estudio de prefactibilidad técnica-económica.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA,
PROCESOS PRODUCTIVOS Y JUSIFICACIÓN DEL TEMA

1.1. DE LA EMPRESA

Plásticos Tumani spa empresa ubicada en Placilla quinta región Valparaíso Chile, cuenta con más de 50 años de trayectoria en rubro de las industrias manufactureras no metálicas especializada en la fabricación de productos plásticos, con gran capacidad de fabricación en envases plásticos, doy pack, weld spout, tapas plásticas, botella plástica, recipiente, entre otros. Está presente en mercado de la industria farmacéutica, cosmética, lubricantes, alimenticia, aseo y hogar.

Se fundó en el año 1962 por don Jorge Tumani ubicándose en Viña del mar, tras un siniestro ocurrido en sus instalaciones donde gran parte de su estructura y fabrica fue consumida por las llamas toman la decisión de cambiar de lugar, escogiendo así Placilla de peñuelas como sede para su empresa por su alta conectividad entre Valparaíso y Santiago. Cuenta con un terreno de $11.626m^2$ en la cual se encuentra la construcción de $3.411m^2$ en la figura 1-1 se muestra el frontis de la zona de despacho de productos área que trabaja en conjunto a producción, mantenimiento y matricería teniendo el objetivo de satisfacer los requerimientos y políticas del sistema de gestión de calidad, sumado a tener una eficiente utilización de recursos materiales y humanos, con las cuales se entreguen los productos y servicios en los plazos convenidos cumpliendo las expectativas de los clientes. Actualmente la empresa se encuentra en una adaptación y compromiso con el cambio climático implementando una alianza con empresas recicladoras para los materiales que la empresa no puede reprocesar y los desperdicios que genera el proceso ya sean cartones, bolsas, sacos de materia primas y plástico stretch para embalaje.



Figura 1-1. Frontis empresa plásticos Tumani.

Fuente: Elaboración propia frontis entrada zona de bodega.

1.1.1. Política de calidad de la empresa

Plásticos Tumani Spa, se preocupa por propiciar y mantener la eficiencia en los sistemas de producción y calidad de sus productos, cumpliendo los requisitos del cliente, además de los legales y reglamentarios aplicables, de la atención a sus clientes y de un mejoramiento integral continuo de sus procesos bajo la norma ISO 9001.

Con este propósito, la gerencia general de Plásticos Tumani Spa., ha asumido los siguientes compromisos con respecto al sistema de gestión de la calidad.

- Respaldo su divulgación y aplicación.
- Mediante revisiones sistemáticas, establecer y verificar el cumplimiento de los objetivos de calidad.
- Involucrar e incentivar a su personal, para alcanzar los objetivos de calidad de la empresa.
- Suministrar el respaldo y los recursos necesarios, para mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
- Crear y mantener un ambiente laboral grato, que promueva el trabajo en equipo y el compañerismo.
- Revisar la política de calidad para mantener su continua adecuación.

El cumplimiento de los requerimientos y política del sistema de gestión de calidad, sumado al eficiente uso de los recursos humanos y materiales, permitirán entregar productos y servicios en los plazos convenidos y que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

Toda empresa es vista como un sistema de engranajes en el cual se necesita de una sincronía entre sus piezas para obtener un correcto funcionamiento, plásticos Tumani cuenta con diversas áreas y equipos los cuales llevan la labor de obtener un producto final. La empresa trabaja con polímeros termo estables que tienen la característica de tener una forma sólida a temperatura ambiente, pero que al superar la barrera de los cien grados Celsius este comienza a tomar forma de líquido viscoso permitiendo adoptar diversas formas de manera fácil y económica, otra de sus características fundamentales es la que puede pasar por repetidas ocasiones por el proceso de calentamiento y enfriamiento sin que se degrade de manera significativa llevando a cabo los productos deseados.

Sucesivamente en la figura 1-2 se puede apreciar el mapa proceso de la empresa para llevar a cabo un proyecto, mediante un diagrama de flujo en el cual se contemplan los factores para tener en cuenta al momento de iniciar.

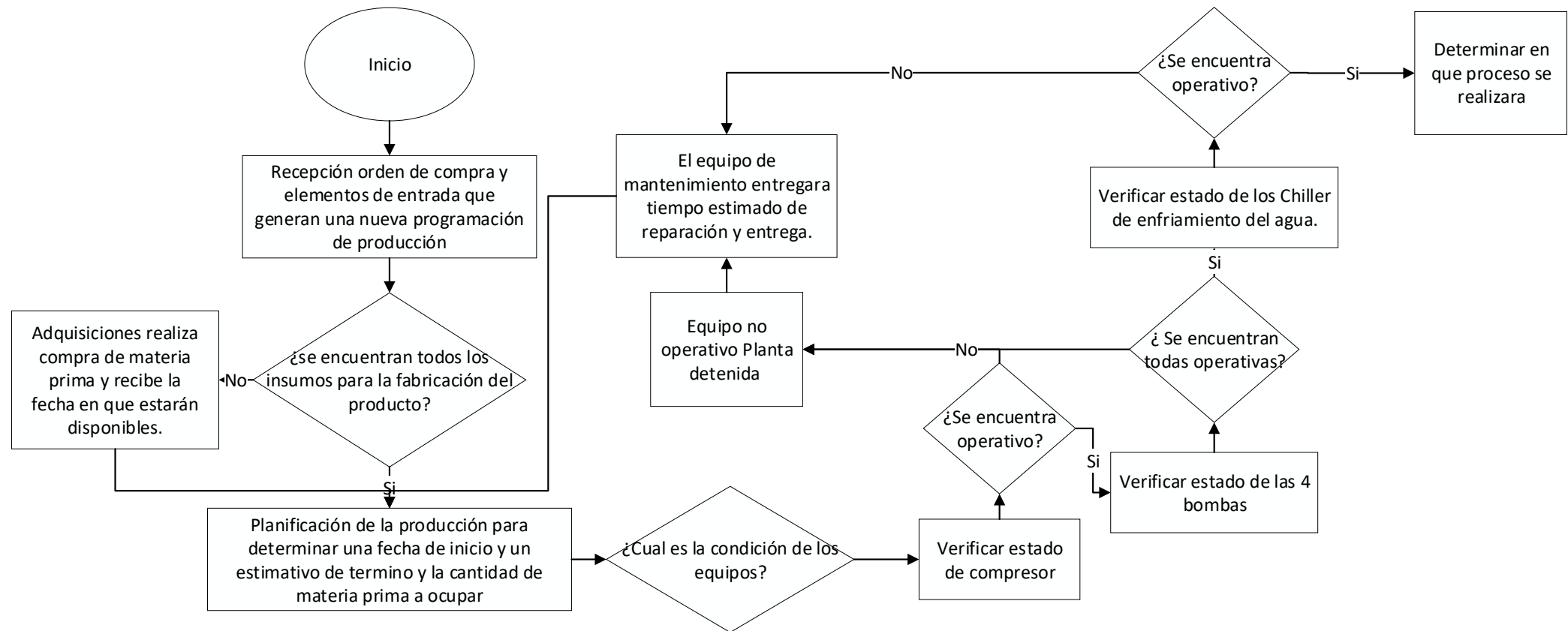


Figura 1-2. Diagrama de flujo ingreso de nuevo proyecto plásticos Tumani.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno.

1.2.1. Proceso de inyección

En el proceso de inyección se utilizan máquinas hidráulicas que en conjunto con un sistema de calefacción son capaces de moldear el plástico adquiriendo distintas formas. Este consiste en calentar el material plástico (forma de pellet) hasta su punto de fusión aproximadamente 220° C dependiendo del material con el cual se trabaje e introducido a presión dentro de un molde que estará por debajo de esta temperatura donde se solidificará tomando una forma determinada. La maquinaria se divide en tres secciones importantes.

- Unidad de inyección: Es la encargada de fundir el plástico a través de calefactores que lleva en la camisa e inyectar al molde mediante unos pistones y motor hidráulico.
- Molde: Es donde se inyecta el plástico y termina adquiriendo la forma deseada dependiendo de la máquina utilizada este puede ser de una o más cavidades, son de un acero especial capaz de resistir las altas presiones.
- Unidad de cierre de molde: Es un conjunto de sistema hidráulico y mecánico encargado de cerrar el molde a altas presiones.

Estas secciones son más visibles en la figura 1-3 donde se halla una representación gráfica de la máquina vista desde la visual de un operador exponiendo las partes más importantes. La empresa en la actualidad cuenta con 30 inyectoras (ver anexo B) en las cuales sus principales fabricaciones son las tapas plásticas, estas tienen un ciclo de máquina más bajo que su contraparte las sopladoras debido a que sus moldes pueden llegar a albergar gran cantidad de cavidades en su interior siendo de 16 cavidades el mayor que posee la empresa.

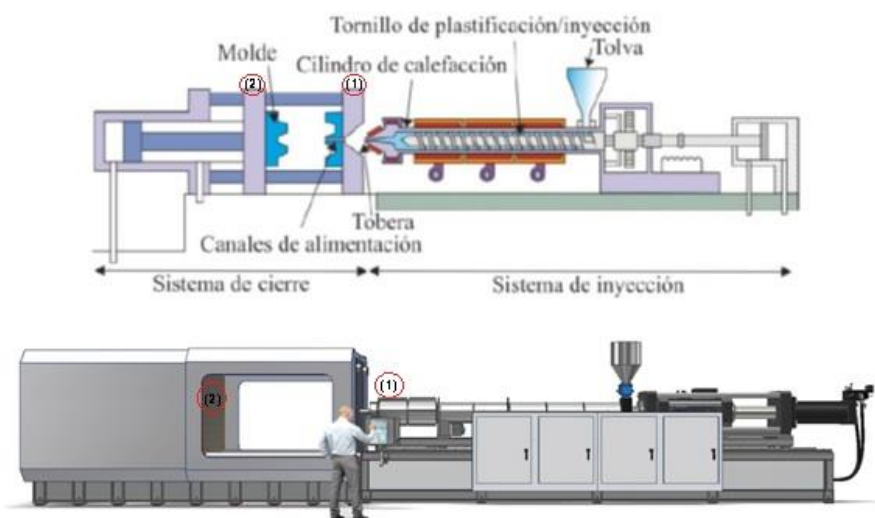


Figura 1-3. Esquema de una inyectora general.

Fuente: <https://tebyc.com/construccion-de-manopresas-para-inyeccion-de-plasticos/>

1.2.2. Proceso de soplado

El proceso de soplado consiste en la fabricación principalmente de envases mediante un conjunto de sistemas de calefacción, hidráulica y la presión del aire comprimido. Este inicia cuando el material es calentado hasta su punto de fusión y a través del husillo y el parison se hará una preforma en forma de manga tubular que es tomado por el molde y llevado a la zona de soplado en la cual a través de cánulas se inyecta aire comprimido expandiéndose y adquiriendo la forma preestablecida, ver la figura 1-4 la cual contiene una gráfica dejando a la vista la extrusora y el proceso del molde, una vez terminado el envase tendrá que ser limpiada sacando el exceso de material que cuenta, ya que dispones de zonas de seguridad para asegurar un sellado perfecto de la manga y que el envase se distribuya de forma homogénea evitando que esté presente falta de llenado, en la actualidad se cuentan 11 máquinas sopladoras (ver anexo D).

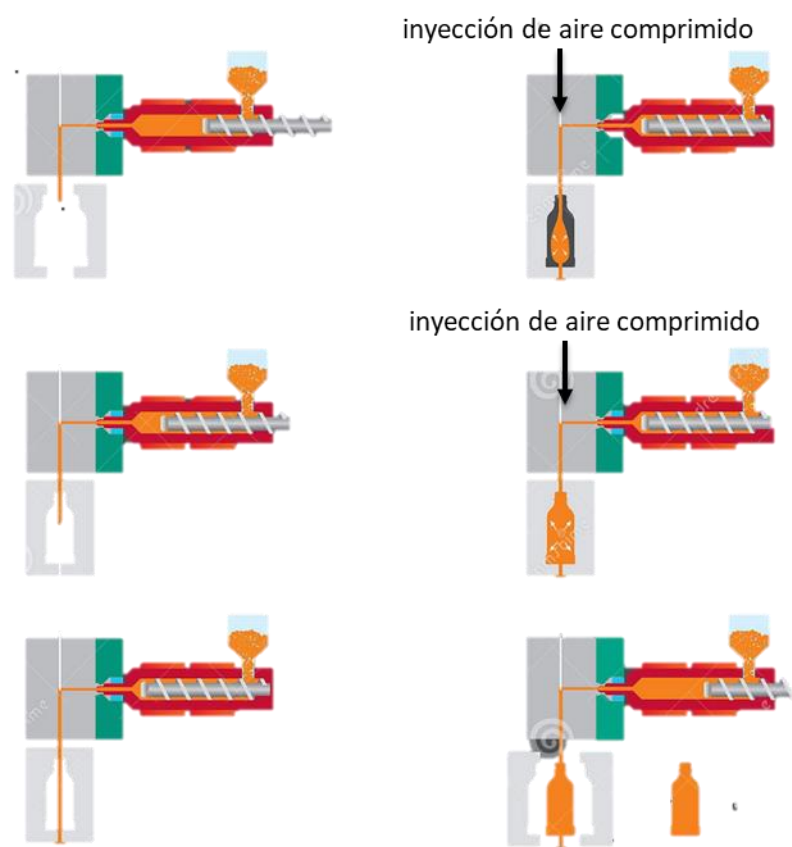


Figura 1-4. Diagrama de fabricación, extrusión por soplado.

Fuente: <https://es.dreamstime.com/>

1.2.3 Proceso de inyector soplado

El proceso de inyector soplado al igual que el proceso de soplado se utiliza para la fabricación de envases huecos, pero este cambia, ya que se necesita de otro molde

adicional y se combinara con la técnica de inyección, siguiendo este principio el material plástico es fundido he inyectado en un molde el cual contendrá la preforma del envase que serán similares a tubos de ensayo y con la que tendrá mejores terminaciones, en esta etapa el molde será previsto por equipos auxiliares los cuales tendrán la misión de lograr un estiramiento adecuado de la preforma manteniendo la temperatura del molde en un estado óptimo ver figura 1-5 en la cual se ve un diagrama de este proceso y la distribución de los equipos auxiliares en la empresa de plásticos Tumani, posteriormente pasaran a la zona de soplado en la que a través de machones se inyectara aire a presión dando su formal final.

La empresa en la actualidad cuenta con 4 inyectoras sopladoras y 12 equipos controladores de temperatura de moldeo los cuales se disponen de 3 por cada inyector sopladora (ver anexo B), ya que el molde de inyección dispone de 3 zonas donde la temperatura varia, debiendo de utilizar uno por cada zona.



Figura 1-5. Diagrama de moldeo por inyección soplado y máquina.

Fuente: Elaboración propia foto tomada en terreno.

A medida que la maquinaria empieza a trabajar en la producción el departamento de control de calidad establece parámetros con los cuales hace un muestreo informando si los productos cumplen con los estándares o si es que necesitan ajustar y regular para obtener un producto óptimo, luego a medida que se le da un inicio definitivo, el departamento de control de calidad estará presente en toda la producción por si el producto sale de parámetro.

Los departamentos de mantención y matricería son los encargados de la parte mecánica siendo matricería los encargados de la reparación y de mantener una condición ideal del molde de producción por otro lado mantenimiento se encarga de la maquinaria sus reparaciones y de un correcto funcionamiento. Una vez terminada la producción comienza una organización logística donde se almacenará y se coordinará el despacho hacia los clientes.

1.3 **PROBLEMÁTICA**

Hasta el día de hoy y desde sus inicios plásticos Tumani Spa ha trabajado con un plan de mantenimiento correctivo llevando un control de trabajos y gastos muy precario, realizando mantenciones solo cuando las fallas significan una detención total del equipo, en el presente año las producciones realizadas por la máquina de inyección soplado n°34 presento el rendimiento más bajo del grupo, teniendo pérdidas de 7.564,56 USD de las cuales 5.024,94 USD son debido a la mal formación de las preformas ver figura 1-6 donde se muestran las secuelas que genera los equipos controladores de temperaturas en mal estado, además de la detención del equipo por reparación de estos.

El área de mantención no da la importancia a estos equipos, que ocasiona que los controladores de temperaturas fallen constantemente, para tema de estudio se ocuparán datos del año 2017, ya que en este mismo se intentaron aplicar técnicas de control siendo el año del cual se tienen más datos para poder realizar un análisis certero, en el año 2017 hubo 90 detenciones debido a falla en los quipos en la sección de inyección soplado compuesta por 4 máquinas, esto influye de manera directa al equipo principal, ya que el sistema está en serie y la máquina no puede operar al faltar uno de estos, afectando directamente a los volúmenes de producción.



Figura 1-6. Producto no conforme debido a la falta de un equipo MTC.

Fuente: Elaboración propia tomada en terreno cuando fallo un equipo MTC.

1.4. SELECCIÓN DEL EQUIPO A ANALIZAR

1.4.1. Recopilación de información

Se tomarán datos de la planilla R55 de la empresa en la cual se realizó un registro de actividades de mantenimiento, en la tabla 1-1 se visualizan una parte de la planilla r55, de ella se extraerán los datos correspondientes a 3483 horas de trabajo para realizar los análisis.

Tabla 1-1. Planilla R-55 control de trabajos de mantenimiento realizado en la empresa año 2016-2017.

			Control de Trabajos						Codigo R-55 Revisión : 3 Fecha : 02.05.2017		
CANT	ESTADO	FECHA	SOLICITA	AREA	MAQUINA	INICIO	TERMI NO	HRS TRAB	SISTEMA	FALLA	TRABAJO REALIZADO
883	TERMINADO	28-11-2016	MANTENCION	PLANTA	COM-01	9:00	13:00	4:00	MECANICO	MANTENCION PROGRAMADA	MANTENCIONB TIPO 4000 HRS HOROMETRO 5973
157	TERMINADO	28-11-2016	Camilo Gonzalez	INYECCION	INY-15	16:00	12:10		HIDRAULICO	pistón de votación con perno cortado	se reparan pernos cortados pendiente pedir repuestos
298	TERMINADO	28-11-2016		PRODUCCION	DIARIO	8:30	10:00	1:30:00	LUBRICACION		LIMPIEZA DE FILTRACIONES DE ACEITE
472	TERMINADO	28-11-2016		SOPLADO	SOP-06	8:15	9:50	1:35:00	ELECTRICO	MAQUINA A MASA	REVISION DE CABLES CON MALA AISLACION
632	TERMINADO	28-11-2016		INYECCION	INY-33	14:30	17:00	2:30:00	MECANICO	SISTEMA DE CIERRE CON DESGASTE EN BUJES	ARMAR SISTEMA DE CIERRE

Fuente: Archivos departamento mantenimiento de la empresa plásticos Tumani

1.4.2. Diagrama de dispersión logarítmica

El método de dispersión logarítmica es una herramienta para clasificar los activos o componentes de los activos según su impacto en la indisponibilidad, con ello se analiza el impacto en el proceso productivo, esta se basa en un diagrama de dispersión logarítmica. Se infiere de este gráfico la mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Este se encuentra compuesto por 2 ejes principales, el eje X corresponde al número de intervenciones del equipo (frecuencia de falla) y el eje Y corresponderá al tiempo medio de reparación (MTTR) estos a su vez crean cuatro cuadrantes, donde se describen la importancia de la ubicación de los activos en los diversos cuadrantes.

- Cuadrante superior izquierdo: En esta zona se presentan fallas agudas, esto quiere decir que tienen una baja frecuencia, pero un alto tiempo de reparación, además contribuyen a la medida del tiempo fuera de servicio.
- Cuadrante superior derecho: En esta zona se presentan fallas agudas y crónicas, esto quiere decir que tienen una alta frecuencia, además de un alto tiempo de reparación, contribuyen al tiempo fuera de servicio MTTR y frecuencia.
- Cuadrante inferior izquierdo: En esta zona se encuentran fallas normales o que se encuentran controladas, estas tienen una baja frecuencia y un bajo tiempo de reparación, baja frecuencia y no afecta al tiempo fuera de servicio.
- Cuadrante inferior derecho: En esta zona se presentan fallas crónicas, esto quiere decir que tienen una alta frecuencia, pero un bajo tiempo de reparación y son las que más contribuyen a lo observado en las fallas.

Estos cuadrantes se encuentran cortados por líneas transversales que nos serán indicativo de la indisponibilidad presente, estas pueden ser configuradas a necesidad de los que se busque analizar.

1.4.3. Aplicación del diagrama de dispersión logarítmica a los equipos de la planta de plásticos Tumani basado en el impacto de la indisponibilidad

La finalidad de este análisis es obtener los equipos críticos que hay en la planta y poder contrastar con la información que dispone la empresa. Para llevar a cabo esto se utilizará la información de la tabla resumen (ver Anexo c) para la obtención de nuestro equipo crítico ubicándose en el cuadrante de crónico agudo que impacta altamente en la indisponibilidad teniendo una alta frecuencia de falla y un alto tiempo de reparación.

En la figura 1-7 se muestra el gráfico de dispersión logarítmica demostrando el impacto de los equipos en la indisponibilidad está regido por las curvas ISO DT 100 h que cortará y dará los límites, dicha curva con 3.483 horas de trabajo su indisponibilidad será 2,871%

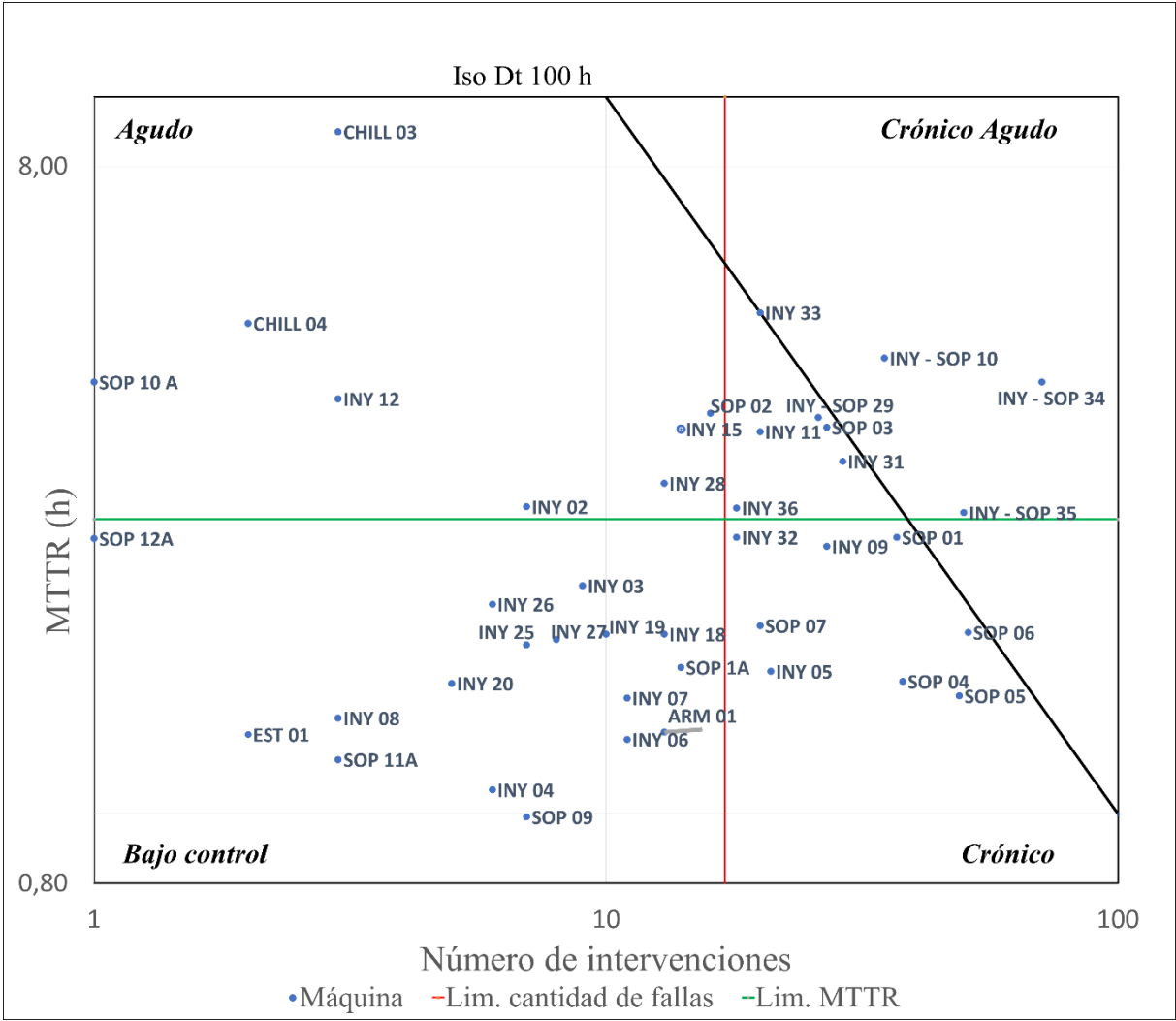


Figura 1-7. Diagrama de dispersión logarítmica aplicado a equipos de plásticos tumani.
Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla resumen.

Analizando las curvas logarítmicas Iso Dt del diagrama de dispersión logarítmica de la figura 1-7, se puede observar que tenemos 3 equipos sobre una indisponibilidad de 100 horas, equipos que además tiene una alta cantidad de fallas y un alto MTTR, estos equipos se encuentran en el cuadrante de crónico agudo por ende serian nuestros equipos críticos, estos equipos son INY-SOP 34, INY-SOP 35 e INY-SOP 10. Este conjunto tiene la particularidad de que pertenecen la sección de inyector soplado, si buscamos el equipo restante de esta sección que es la INY-SOP 29 esta se encuentra sobre las 50 horas de indisponibilidad y cercana a las 100 horas esta cuenta con una frecuencia de falla menor, pero aun así su MTTR es elevado catalogándose como crónico agudo para efectos de estudio también la tomaremos en cuenta para los posteriores análisis.

1.4.4. Diagrama de dispersión logarítmica aplicado a inyección soplado

Las máquinas analizadas anteriormente tiene una particularidad de que las tres ocupan el mismo mecanismo de funcionamiento estas a su vez disponen de un subsistema

externo para llevar a cabo la producción, lamentablemente el departamento de mantenimiento no toma registro de este como falla máquina, sino que lo ingresa como mecanismo directo de la máquina, para realizar un análisis certero de la planilla R-55 de control de trabajos se desglosarán por sistema las fallas que tuvieron los equipos de inyección soplado ver la figura 1-8 en la cual se visualiza la distribución de estas en un gráfico de dispersión logarítmica con el fin de buscar los malos actores en el proceso.

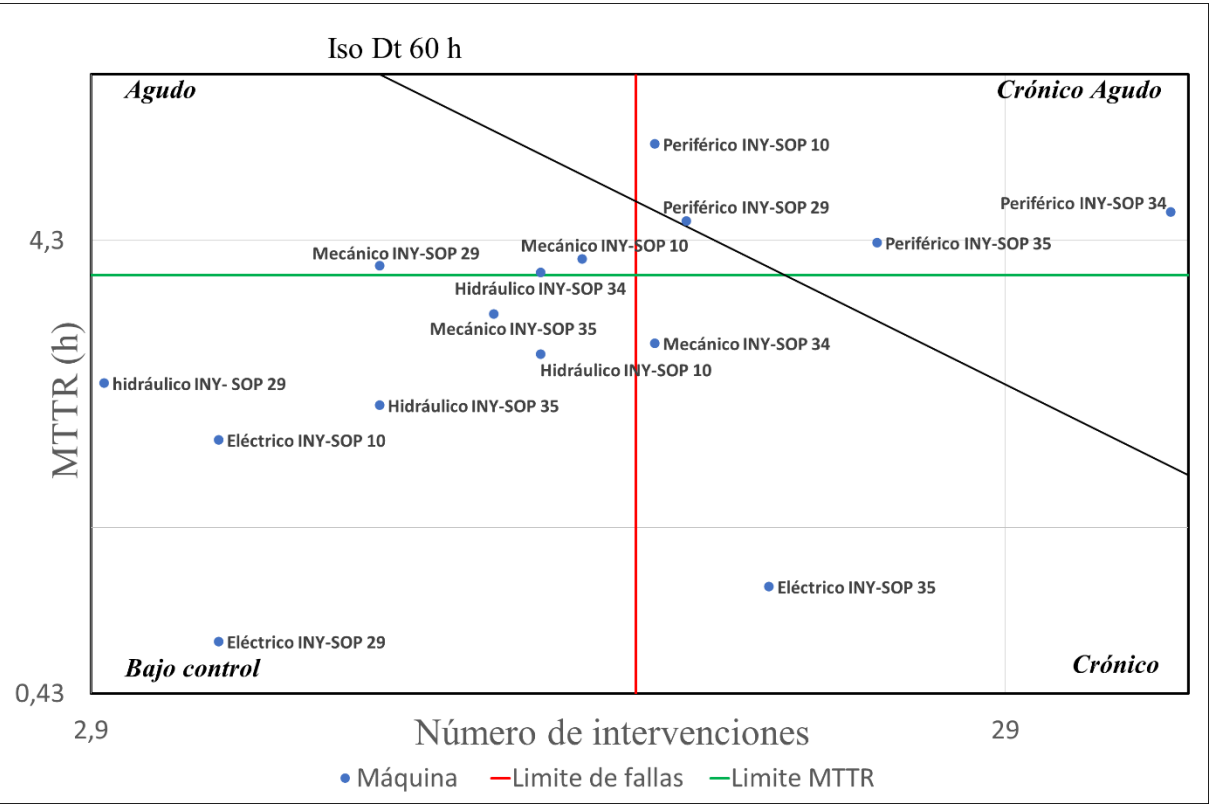


Figura 1-8. Diagrama de dispersión logarítmica realizado al área de inyección soplado.
Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del R-55.

Analizando el diagrama de dispersión logarítmica de la figura 1-8 se puede apreciar la curva Iso Dt 60 h, sobre esta se encuentran los equipos controladores de temperatura que la empresa denomina a estos como equipos periféricos. Estos equipos aportan la mayor indisponibilidad al equipo principal porque trabajan en serie para poder obtener el producto. Estos se encuentran en el cuadrante crónico agudo teniendo los índices más altos de falla y tiempo medio de reparación. De el grafico de la figura 1-8 podemos concluir que los equipos controladores de temperatura aportan el 60% de los tiempos de detención de la máquina, por lo tanto, nuestro sistema a analizar será el equipo controlador de temperatura de molde de la máquina INY – SOP 34.

**CAPÍTULO 2: JERARQUIZACIÓN DE MODOS DE FALLA, POLÍTICAS DE
MANTENIMIENTO Y ACTIVIDADES**

2.1. HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

La función del mantenimiento centrado en la confiabilidad es determinar que se debe hacer para asegurar que la maquinaria o activo continúe realizando sus operaciones dentro de sus condiciones normales de trabajo. Este tipo de mantenimiento busca obtener como resultados mayor seguridad e integridad medioambiental, desempeño operativo optimizado, mejor relación costo eficiencia, mayor vida útil del equipo, la creación de una base de datos más confiable y mejoras en la motivación tanto en nivel individual como en equipo, quedando todo documentado.

Para llevar a cabo este tipo de análisis el mantenimiento centrado en la confiabilidad responde a las siguientes preguntas:

- 1 ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema?
- 2 ¿De qué forma puede fallar respecto a la función que cumple?
- 3 ¿Qué puede causar que falle?
- 4 ¿Qué sucede realmente cuando falla?
- 5 ¿Qué ocurre cuando sucede el fallo que repercusiones reales tiene (disponibilidad, costes accidentes, etc.)?
- 6 ¿Qué se puede hacer para prevenir dichos fallos?
- 7 ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?

2.1.1. Descripción del equipo

El controlador de temperatura son equipos que están diseñados para controlar la temperatura del molde de inyección en el proceso de inyectó soplado, con el fin de que la transferencia térmica sea gradual manteniendo el molde en una temperatura más elevada que el punto de fusión así obteniendo un estiramiento adecuado de la preforma del envase que esta confinada en el molde de inyección. Esta transferencia se logra gracias a que el molde dispone de una canal interna por la cual circula el aceite a altas temperaturas ver la figura 2-1 en la cual muestra un diagrama de flujo con el recorrido que realiza el aceite y los componentes involucrados en este proceso, todo esto para que al momento de pasar al molde de soplado y que los machos inyecten aire a presión este logre un estiramiento adecuado copiando la forma del molde y que los envases no tengan falta de llenado.

El principio de funcionamiento de este se logra mediante la circulación forzada de aceite a altas temperaturas, esta circulación se logra mediante una bomba que presurizará el fluido y lo enviará al tanque del calefactor (ver anexo E), después de ser calentado al

molde y de este volverá al equipo. En el proceso, si la temperatura del aceite es demasiado alta, el sistema activará la válvula solenoide para permitir que el agua de refrigeración enfríe el aceite a alta temperatura indirectamente hasta que la temperatura baje al requisito del sistema.

Si la temperatura sigue aumentando y alcanza el punto de ajuste de la válvula EGO, el sistema hará sonar la alarma y detendrá la operación. El sistema tendrá una alarma de nivel bajo y dejará de funcionar si el nivel de aceite cae por debajo del punto establecido.

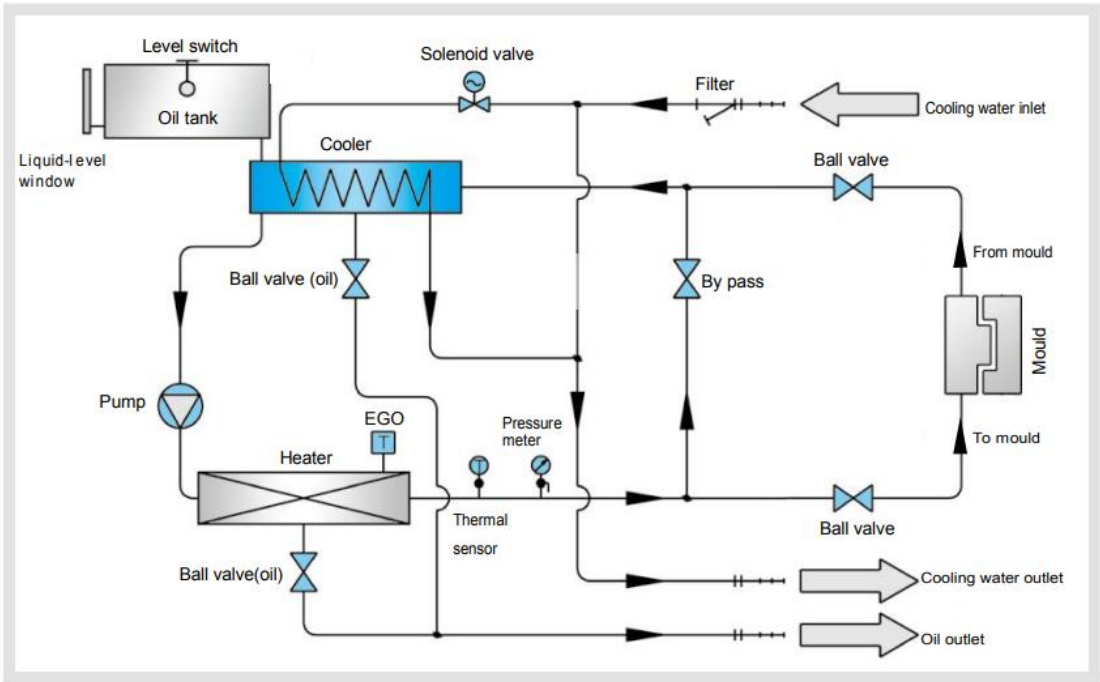


Figura 2-1. Diagrama de funcionamiento del equipo.

Fuente: Manual de usuario del equipo STM Shini.

2.1.2. Taxonomía de ítem

En la búsqueda de una correcta aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad existen normas que nos dan las directrices a seguir una de ella es la norma ISO 14224:2016 que define la taxonomía como la clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos basada en sus características comunes (localización, uso, tipo de equipo, etc.).

En la tabla 2-1 podemos apreciar una adaptación de la norma ISO 14224:1016 aplicada a los equipos controladores de temperatura en la cual se recopilaron los datos para la búsqueda de los ítem mantenibles.

Tabla 2-1. Taxonomía de los equipos controladores de temperatura de plásticos Tumani.

Equipo	Controlador de temperatura de molde			
Subunidad	Sistema de control	Sistema de calefacción	Motor - bomba	Sistema de enfriamiento
Ítems mantenibles	Controlador de temperatura de molde	Calefactor	Rodamiento	Intercambiador de calor
	Válvula de enfriamiento	Cables	Rotor	Tuberías
	Unidad de control	Empaquetaduras	Sellos	Filtros
	Suministro de energía	Contactores	Ventilador	Empaquetadura
		Empaquetaduras	Impulsor	

Fuente: Elaboracion propia adaptando ejemplo de la norma ISO 14224

2.2.3. Análisis de diagrama SIPOC

Para responder a la pregunta 1 el diagrama SIPOC es una herramienta nos ayudará a entender la relación del conjunto e identificar todos los elementos relevantes de sistema que forman al equipo. Recibe su nombre por sus siglas en ingles de proveedores (suppliers), entradas (inputs), proceso (process), resultados (output) y clientes (costumers) en la tabla 2-2 tenemos el diagrama SIPOC realizado al controlador de temperatura de molde, que como se explica anteriormente este dispone de 4 etapas para llevar a cabo su función.

Tabla 2-2. Análisis SIPOC a los equipos controladores de temperatura.

Stage	Equipment	Supplier	Input	Process	Output	Customer
1	Sistema de control	Enchufe trifásico	Energía trifásica con un voltaje no menor 380v y no mayor a 400v	Mantener el equipo energizado la bomba a 380v y 0.6 A, el calefactor a 380v y no mayor a 10A y entregar un voltaje de 220v para los componentes electrónicos	Corriente eléctrica de 380v y 220v respectivamente	Bomba Calefactor Componentes electrónicos

Fuente: Elaboración propia con datos del funcionamiento del equipo.

Tabla 2-2. Análisis SIPOC a los equipos controladores de temperatura (continuación).

Stage	Equipment	Supplier	Input	Process	Output	Customer
2	Bomba	Estanque de aceite	Aceite Mobil therm 605 a un nivel a no menos de 6 litros en el estanque	Bombear aceite con un caudal no menor a 27 l/min a 2 bar	Aceite Mobil therm 605 a un caudal de 27l/min	Depósito calefactor
3	Calefactor	Bomba	Aceite Mobil therm 605 a un caudal de 27l/min	Elevar la temperatura del aceite Mobil therm 605 a no menos de 180°C	Aceite Mobil therm 605 a una temperatura no menor a 180°C con un caudal de 27 l/min a 2bar	Molde
4	Estanque de refrigeración	Molde	Aceite Mobil therm 605 a una temperatura no menor a 180°C con un caudal de 27 l/min a 2bar	Mantener la temperatura del aceite a no más de 3°C de la temperatura seteada	Aceite Mobil therm 605 con una temperatura inferior a la seteada	Bomba

Fuente: Elaboración propia con datos del funcionamiento del equipo.

2.2. ANÁLISIS DE MODO DE FALLA EFECTO Y CRITICIDAD (AMFEC)

Para responder las preguntas 2,3,4 y 5 el mantenimiento centrado en la confiabilidad se apoya de la técnica organizativa el análisis de modo de fallo efecto y criticidad esta se basa en realizar un análisis cualitativo que revisa y estudia a profundidad la fiabilidad de un sistema y subsistema. Lo que busca este análisis en primer lugar es identificar el equipo y su función, luego el modo de fallo dominante y sus efectos apoyándose de la norma SAE JA1011, esta hoja se divide en:

- **Función:** En esta sección se definen las funciones que son las actividades que realiza el equipo y para lo que se ha destinado estas se dividen en funciones primarias: estas funciones describen al equipo por qué motivo fue adquirido el equipo. Funciones secundarias: estas funciones son las que acompañan a la función principal tales como la seguridad, control, contención, confort, integridad, etc.

- Falla funcional: La Falla funcional es aquella en el que un equipo o sistema no se encuentra disponible para realizar una función específica a un nivel de desempeño esperado.
- Modo de falla: Un modo de falla puede ser definido como cualquier evento que causa que un bien (sistema o, proceso) puedan fallar ya sean efectos o factores.

En la tabla 2-3 están ordenados los modos de fallos tomando como base el diagrama de SIPOC y las definiciones de la norma ISO 14224.

Tabla 2-3. Modos de falla del equipo MTC.

Sistema/Subsistema	#	Descripción de la función	#	Falla funcional	#	Modo de falla
Sistema de control	1	Mantener el equipo energizado la bomba a 380v y 0.6 A, el calefactor a 380v y no mayor a 10A y entregar un voltaje de 220v para los componentes electrónicos	1.1	Incapaz de entregar energía	1.1.1	Cable de alimentación desconectado de la bornera
					1.1.2	Fases invertidas dentro del enchufe trifásico
			1.2	Equipo entrega energía menor a los rangos establecidos.	1.2.1	Transformador de 380v/220v quemado
					1.2.2	Fusible quemado
Bomba	2	Bombear aceite con un caudal no menor a 27 l/min a 2 bar	2.1	Detención imprevista motor	2.1.1	Rotura de rodamiento
					2.1.2	Cortocircuito por caída de agua
					2.1.3	Rotura de rotor
					2.1.4	Perdida de aislación del motor
			2.2	Detención imprevista bomba	2.2.1	Rotura impulsor
					2.2.2	Rotura del acoplamiento
			2.3	Detención imprevista por filtraciones	2.3.1	Degradación térmica de los o-ring y empaquetaduras
			2.4	La bomba impulsa menos del caudal y presión requerido	2.4.1	Tuberías tapadas aceite degradado formación de carboncillo y lodo
					2.4.2	Desgaste en el impulsor
Estanque calefactor	3	Elevar la temperatura del aceite Mobil therm 605 a no menos de 180°C	3.1	Incapaz de elevar temperatura	3.1.1	Resistencias del calefactor quemadas
					3.1.2	Bobina del contactor quemada
					3.1.3	Relé de 12v quemado
			3.2	Incapaz de mantener la temperatura en los estándares de desempeño	3.2.1	Desgaste mecánico en el contactor por arco eléctrico
					3.2.2	Cables alimentación desconectados de la bornera del calefactor
Estanque de refrigeración	4	Mantener la temperatura del aceite a no más de 3°C de la temperatura seteada	4.1	Incapaz de mantener la temperatura en los parámetros de refrigeración	4.1.1	Tubería del sistema de refrigeración tapado
					4.2.2	Válvula solenoide tapada

Fuente: Elaboración propia a base del diagrama SIPOC.

2.2.1. Análisis de criticidad y jerarquización de los modos de fallo

Los efectos de las fallas son las consecuencias que provoca un modo de falla en el equipo, es decir una breve descripción de “qué pasa cuando la falla ocurre” o los síntomas y cuál es la importancia que tendría la falla en caso de producirse. La norma SAE JA1011 evalúa estos riesgos mediante el producto de valores tabulados aplicados para la gran mayoría de las empresas, pero en nuestro caso para la empresa plásticos aplicaremos un modelo de riesgo total anualizado de criticidad ABC aplicado a los requerimientos de la empresa, estimando los datos mediante cotizaciones de repuesto y media aritmética para los precios de los productos y su ciclo porque sus valores son variados y no hay registro de que producto se estaba trabajando al momento de la falla. Para poder realizar la matriz de criticidad ABC se necesitó de los siguiente:

- Riesgo cuantitativo: es el producto entre la frecuencia, el tiempo medio de reparación y el impacto en la producción sumado a los gastos directos por el modo de fallo, con ello obtendremos el gasto anual provocado por los modos de fallo.
- Riesgo cualitativo: Este resultado no será un valor numérico, sino que más bien una referencia del impacto que puede tener, definiéndolos en afectará, podría afectar y no afectara ligándolos respectivamente a las siglas ABC es el producto entre el impacto en la seguridad y el impacto en el medio ambiente, esto nos ayudara posteriormente para poder jerarquizar mediante la matriz.

ver la tabla 2-4 en la cual se indican los efectos de modos de fallo dándonos información clara de los efectos operacionales y las consecuencias de estos.

Tabla 2-4. Análisis modo de falla, efecto y criticidad de falla.

#	Modo de falla	Efecto falla	Frecuencia fallas	MTTR (LOG-EJEC-P en marcha)	Impacto en la producción (USD/h)	Costos directos por falla (USD /falla)	Impacto en la seguridad	Impacto en el medio ambiente	Riesgo cuantitativo (USD/año)	Riesgo cualitativo
1.1.1	Cable de alimentación desconectado de la bornera	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No Afecta Efecto operacional (síntomas): La luz piloto indicadora de equipo energizado se encuentra apagada, aunque esté conectado a una fuente de alimentación Acción correctiva: Desarmar enchufe trifásico y revisar conexión verificando que estén todos los cables en su borne determinado, si no hay anomalía realizar mediciones de continuidad con multímetro entre el comienzo del cable y el final para determinar falla en el cable de no haber continuidad, cambiar cable	1	0,25	25,56 USD	0,00 USD	C	C	6,39 USD	CC
1.1.2	Fases invertidas dentro del enchufe trifásico	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo se energiza, pero emite alarma sonora y luz piloto de Phase alarm, es incapaz de arrancar Acción correctiva: Desarmar enchufe trifásico y cambiar de borne dos de las fases y rearmar enchufe	7	0,25	25,56 USD	0,00 USD	C	C	44,73 USD	CC
1.2.1	Transformador de 380v/220v quemado	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo energizado, pero no enciende luz piloto y se detecta olor a quemado en el transformador Acción correctiva: Realizar mediciones de voltaje en la entrada y salida del transformador marcando 380v en entrada y 0v en la salida, realizar cambio de transformador ya que este está defectuoso	1	1	25,56 USD	24,47 USD	C	C	50,03 USD	CC
1.2.2	Fusible quemado	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo se energiza, pero no opera, en cabina eléctrica uno fusibles marca abierta en la medición de resistencia con multímetro Acción correctiva: Cambiar fusible	1	0,16	25,56 USD	1,06 USD	C	C	5,15 USD	CC

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cotizaciones y del R55.

Tabla 2-4. Análisis modo de falla, efecto de falla y criticidad (continuación).

2.1.1	Rotura de rodamiento	Evidente / No evidente: no evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): Motor presenta fuerte olor a quemado y el eje trabado Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desconectar y sacar el motor para mandar a bobinado	2	12	25,56 USD	131,00 USD	C	C	875,45 USD	CC
2.1.2	Cortocircuito por caída de agua	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: Si afecta Efecto operacional (síntomas): Cortocircuito presenciando grandes chispas, caída de agua dentro del motor provocando un cortocircuito Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desconectar y sacar el motor para mandar a bobinado	1	24	25,56 USD	157,68 USD	A	B	771,12 USD	AB
2.1.3	Rotura de rotor	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: Si afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo presenta fuerte ruido y la bomba se detiene en seco. Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desconectar y sacar el motor para reparación del rotor	0,01	24	25,56 USD	157,68 USD	C	C	7,71 USD	CC
2.1.4	Perdida de aislación del motor	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: Si afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo presenta fuerte olor a quemado, el motor se detiene Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desconectar y sacar el motor para bobinar	1	24	25,56 USD	157,68 USD	B	C	771,12 USD	BC
2.2.1	Rotura impulsor	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo presenta fuerte ruido y el equipo deja impulsar líquido, aunque la bomba esté funcionando Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desconectar y cambiar el impulsor	0,01	24	25,56 USD	18,41 USD	C	C	6,32 USD	CC
2.2.2	Rotura del acoplamiento	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): Equipo presenta fuerte ruido y el equipo deja impulsar líquido, aunque la bomba esté funcionando Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desconectar, cambiar la chaveta y prisioneros	1	5	25,56 USD	5,65 USD	C	C	133,45 USD	CC

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cotizaciones y del R55.

Tabla 2-4. Análisis modo de falla, efecto de falla y criticidad (continuación).

2.3.1	Degradación térmica de los o-ring y empaquetaduras	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: Si afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo funciona, pero se ve filtración de aceite proveniente de la bomba además que continuamente empezara a sonar y a detenerse por la alarma de bajo nivel Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desacoplar, desarmar motobomba, cambiar o ring y volver a montar	10	8	25,56 USD	17,66 USD	B	B	2.221,45 USD	BB
2.4.1	Tuberías tapadas aceite degradado formación de carboncillo y lodo	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: No Afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo se energiza e inicia con sus funciones, el controlador indica que la temperatura ya está en los solicitado pero la línea que alimenta del molde se encuentra fría y la presión del sistema se encuentra elevada reflejándose en el manómetro. Acción correctiva: Desacoplar mangueras de alta temperatura tapada, varillar y pasar aire a presión	7	2	25,56 USD	17,66 USD	B	B	481,46 USD	BB
2.4.2	Desgaste en el impulsor	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo no es capaz de mantener la presión generada pasándose el fluido entre cámaras y dando un bajo caudal Acción correctiva: Drenar aceite del equipo, desacoplar motobomba, desarmar y cambiar impulsor de esta misma	2	4	25,56 USD	3,63 USD	C	C	211,74 USD	CC
3.1.1	Resistencias del calefactor quemadas	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo por más que se exija subir la temperatura este no sube, la medir resistencia en su bornera marca a masa y resistencias abiertas Acción correctiva: Drenar aceite del equipo desacoplar brida del depósito de calefacción y cambiar calefactor	2	24	25,56 USD	191,76 USD	C	C	1.610,40 USD	CC
3.1.2	Bobina del contactor quemada	Evidente / No evidente: Evidente Afecta SHA: No Afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo se energiza, pero no llega corriente al calefactor en cabina eléctrica se detecta visualmente que la bobina está pegada el contactor está malo. Acción correctiva: Cambiar el contactor	2	0,5	25,56 USD	28,55 USD	B	B	82,67 USD	BB

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cotizaciones y del R55.

Tabla 2-4. Análisis modo de falla, efecto de falla y criticidad (continuación).

3.1.3	Relé de 12v quemado	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo no es capaz de alcanzar la temperatura deseada solo marca la temperatura ambiente, al verificar cabina eléctrica el contactor no actúa al momento que controlador indica que mando la señal Acción correctiva: Cambiar el relé del controlador de temperatura	1	1	25,56 USD	5,06 USD	C	C	30,62 USD	CC
3.2.1	Desgaste mecánico en el Contactor por arco eléctrico	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo es incapaz de alcanzar la temperatura deseada, al medir resistencia en el contactor una de las líneas marca abierta. Acción correctiva: Cambiar el contactor.	0,3	0,5	25,56 USD	28,55 USD	C	C	12,40 USD	CC
3.2.2	Cables alimentación desconectados de la bornera del calefactor	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: Si afecta Efecto operacional (síntomas): El equipo es incapaz de elevar la temperatura en la cabina se observa que el contactor está en buen estado, al destapar la protección del calefactor se observan los cables cortados. Acción correctiva: cortar y pelar los cables para su conexión	2	0,5	25,56 USD	2,26 USD	A	C	30,08 USD	AC
4.1.1	Tubería del sistema de refrigeración tapado	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): El controlador de temperatura esta con la función de refrigeración activada pero la temperatura es incapaz de bajar Acción correctiva: Detener equipo, drenar aceite sacar bridas del depósito de enfriamiento y destapar serpentín con ácido	2	9	25,56 USD	69,36 USD	C	C	598,80 USD	CC
4.2.2	Válvula solenoide tapada	Evidente / No evidente: No evidente Afecta SHA: No afecta Efecto operacional (síntomas): la temperatura comienza a subir siendo que el controlador indica que está trabajando el sistema de refrigeración la medición de la bobina indica que le está llegando la señal para activarse, pero esta no ejecuta las acciones Acción correctiva: Desmontar válvula y realizar limpieza	2	0,5	25,56 USD	0,00 USD	C	C	25,56 USD	CC

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cotizaciones y del R55.

2.2.2. Jerarquizacion de los modos de falla

Luego de haber realizado el análisis cuantitativo y cualitativo en la tabla 2-4, se realizara la jerarquización mediante el diagrama de flujo y análisis de criticidad del modelo ABC ordenando los 20 modos de fallos en rangos de riesgo máximo, medio y minimo ver la figura 2-1 digrama de flujo ABC.

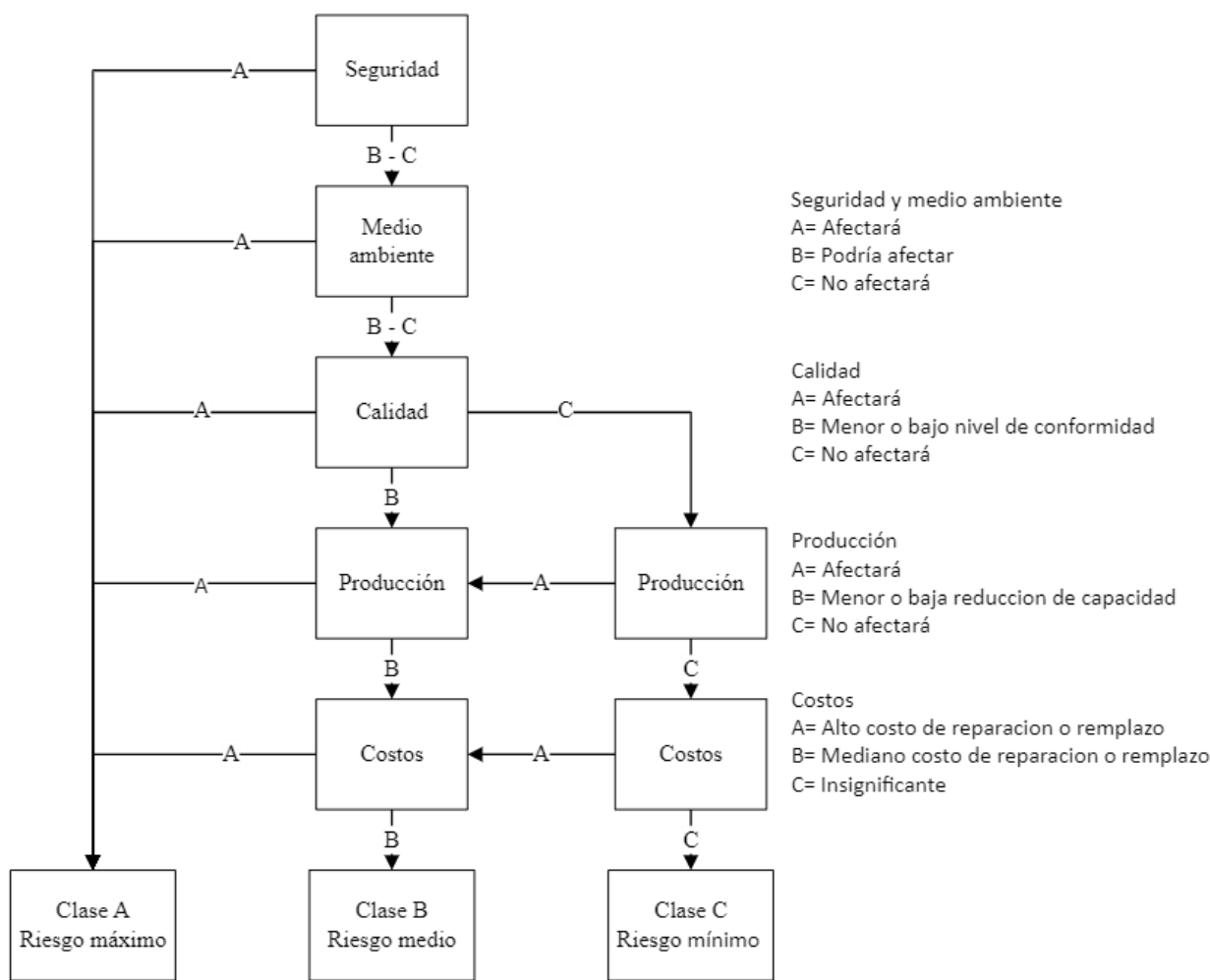


Figura 2-2. Diagrama de flujo modelo de criticidad ABC.

Fuente: Elaboracion propia realizada en Visio.

Las fallas dentro del rango crítico, que presenta el equipo deben analizarse y abordarse de tal forma de encontrar la mejor manera de atacarlas con el fin de que salgan de este rango, estos implican una falla funcional total inmediata con altos costos de mantenimiento, producción y seguridad, en tabla 2-5 se presenta una matriz cualitativa con la jerarquización de los modos de fallos utilizando los datos del análisis de modo de falla, efecto y criticidad además del diagrama de flujo, en la tabla 2-6 un resumen con la criticidad de cada modo de fallo.

Tabla 2-5. Matriz cualitativa jerarquización modos de fallo.

Riesgo máximo	3.2.2		2.1.2		2.3.1
Riesgo medio	3.1.2	2.4.1	2.1.1/2.1.4/	3.1.1	
Riesgo mínimo	1.1.1/1.1.2/1.2.1/1.2.2/2.1.3/2.1/2.2.2/2.4.2/3.1.3/3.2.1/4.2.2/	4.1.1			
	0,00 USD322,00 USD	323,0 USD644,00 USD	645,00 USD966,00 USD	967,00 USD1.594,50 USD	1.595,00 USD2.222,00 USD
	Costo total anualizado				

Fuente: Elaboración propia utilizando matriz de riesgo ABC.

Tabla 2-6. Resumen de criticidad de cada modo de fallo

#	Modo de falla	Riesgo
2.3.1	Degradación térmica de los o-ring y empaquetaduras	Riesgo máximo
2.1.2	Cortocircuito por caída de agua	Riesgo máximo
4.1.1	Tubería del sistema de refrigeración tapado	Riesgo máximo
3.2.2	Cables alimentación desconectados de la bornera del calefactor	Riesgo máximo
3.1.1	Resistencias del calefactor quemadas	Riesgo medio
2.1.1	Rotura de rodamiento	Riesgo medio
2.1.4	Perdida de aislación del motor	Riesgo medio
2.4.1	Tuberías tapadas aceite degradado formación de carboncillo y lo	Riesgo medio
3.1.2	Bobina del contactor quemada	Riesgo medio
2.4.2	Desgaste en el impulsor	Riesgo mínimo
2.2.2	Rotura del acoplamiento	Riesgo mínimo
1.2.1	Transformador de 380v/220v quemado	Riesgo mínimo
1.1.2	Fases invertidas dentro del enchufe trifásico	Riesgo mínimo
3.1.3	Relé de 12v quemado	Riesgo mínimo
4.2.2	Válvula solenoide tapada	Riesgo mínimo
3.2.1	Desgaste mecánico en el contactor por arco eléctrico	Riesgo mínimo
2.1.3	Rotura de rotor	Riesgo mínimo
1.1.1	Cable de alimentación desconectado de la bornera	Riesgo mínimo
2.2.1	Rotura impulsor	Riesgo mínimo
1.2.2	Fusible quemado	Riesgo mínimo

Fuente: Elaboración propia con datos de matriz de jerarquización.

2.2.3. Políticas de mantenimiento y actividades de mantenimiento

Las políticas de mantenimiento serán nuestras guías para poder generar posibles acciones para poder hacer frente a los modos de fallo respondiendo las preguntas 6 y 7 de la metodología RCM, esta programación detallada considera en su planeación, los datos de las consecuencias, tasa de fallo e indicadores de fallo predictivo. Estas se clasificarán como:

- FBM: Mantenimiento basado en fallas es cuando se realiza una reparación después de que ha ocurrido una falla.
- UBM: Mantenimiento basado en horas es un tipo de mantenimiento preventivo o predictivo, en el que después de un tiempo fijo o período de uso se aplicara las actividades de mantenimiento.
- CBM: Mantenimiento basado en condición consiste en un tipo de mantenimiento predictivo y preventivo con el cual realizara la actividad de mantenimiento cuando el activo esté en parámetros fuera de lo normal.

En la figura 2-3 se encuentra el diagrama de flujo de selección de la política a utilizar, donde

✓= Opción más segura
✗= Estrategia ideal basada en la experiencia

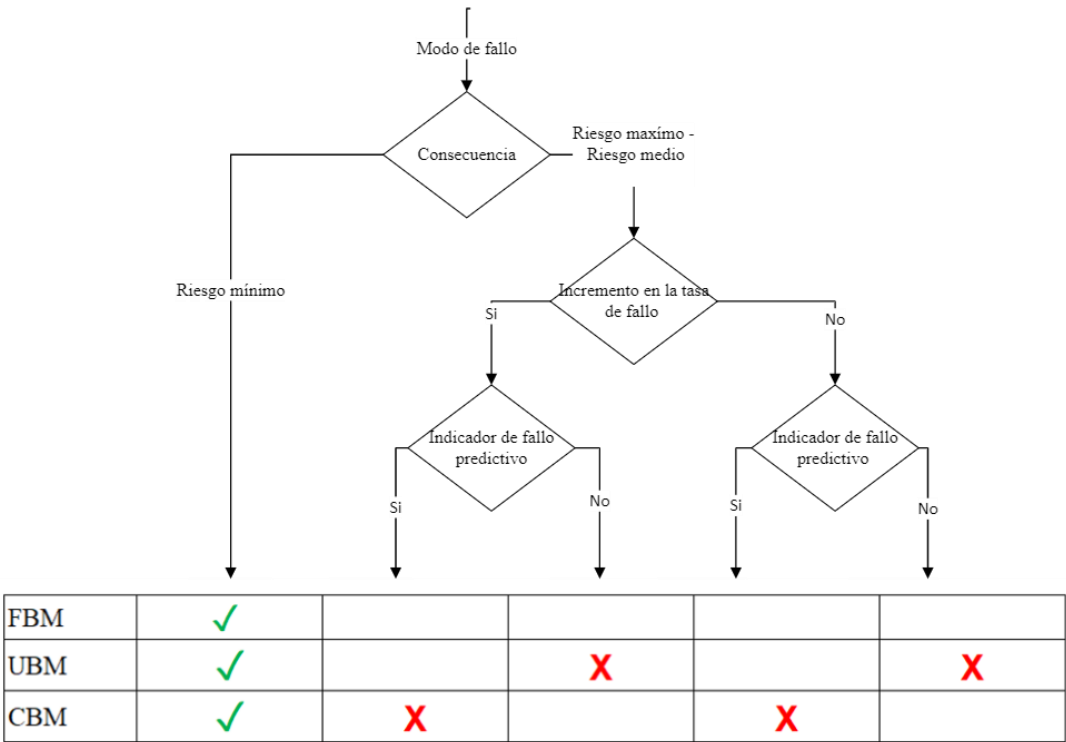


Figura 2-3. Diagrama de flujo para selección de política de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia en Visio.

Para la selección de actividades de mantenimiento y la acción que ejecutar se utilizó de parámetro guía la norma ISO14224:2016 la cual establece doce categorías de actividades de mantenimiento (ver anexo J), en la organización para las frecuencias de la actividad está dada con las referencias conseguidas en manual y para las otras como como el MTBF de cada modo de fallo dividido en 6. En la tabla 2-7 se aprecia la selección de política de mantenimiento usando como criterio los datos obtenidos en el análisis de modo de falla, efecto y criticidad.

Tabla 2-7. Políticas de mantenimiento y acción a ejecutar.

#	Modo de falla	Política de mantenimiento	Actividad de mantenimiento	Acción que ejecutar	Frecuencia de aplicación	Número de personas
1.1.1	Cable de alimentación desconectado de la bornera	UBM	Ajustar	Reapretar e inspeccionar el conexionado del enchufe principal en detenciones programadas de cambio de molde	8	1
1.1.2	Fases invertidas dentro del enchufe trifásico	UBM	Combinación	Inspeccionar y reconectar las fases en el enchufe invirtiendo su posición en detenciones programadas de cambio de molde	2	1
1.2.1	Transformador de 380v/220v quemado	CBM	Inspección	Inspeccionar los rangos de voltaje y resistencia a masa en el devanado de salida con multímetro y megger	4	1
1.2.2	Fusible quemado	FBM	Combinación	Reemplazar el fusible quemado y revisión para identificar porque ocurrió la falla	12	1
2.1.1	Rotura de rodamiento	UBM	Reemplazar	Reemplazar los rodamientos en mantenimiento programado	12	1
2.1.2	Cortocircuito por caída de agua	CBM	Combinación	Inspeccionar con cámara térmica para modificar la descarga de líquido refrigerante mediante la instalación de un flexible de teflón que posee mayor resistencia a las temperaturas en caso de que los parámetros estén fuera de rango	6	1
2.1.3	Rotura de rotor	UBM	Inspección	Realizar medición de elongación y desgaste del eje	6	1
2.1.4	Perdida de aislación del motor	UBM	Inspección	Inspeccionar con cámara térmica para detectar sobre temperatura en el motor y mediciones de aislamiento con megger	6	1
2.2.1	Rotura impulsor	FBM	Reemplazar	Reemplazar impulsor de bronce por otro	12	1
2.2.2	Rotura del acoplamiento	UBM	Ajustar	Ajustar chaveta dependiendo de la medida eje e impulsor, restaurar condición de los prisioneros repasando rosca	6	1

Fuente: Elaboración propia con datos del diagrama de flujo y norma ISO 14224.

Tabla 2-7. Políticas de mantenimiento y acción a ejecutar (continuación).

2.3.1	Degradación térmica de los o ring y empaquetaduras	UBM	Preventivo	Reemplazar o ring y juntas en mantenimiento programado determinado por estimación del fabricante	4	1
2.4.1	Tuberías tapadas aceite degradado formación de carboncillo y lodo	UBM	Reequipamiento	Cambiar aceite en mantenimiento programado como indica el fabricante	4	1
2.4.2	Desgaste en el impulsor	UBM	Inspección	Realizar control dimensional en mantenimiento programado	4	1
3.1.1	Resistencias del calefactor quemadas	UBM	Reemplazar	Reemplazar calefactor cuando este supere las 10000 (h) de trabajo como indica el fabricante	12	1
3.1.2	Bobina del contactor quemada	FBM	Reemplazar	Reemplazar contactor desgastado que cumplió su vida útil	6	1
3.1.3	Relé de 12v quemado	UBM	Combinación	Realizar cambio del relé quemado e identificación del cortocircuito que provoco el incidente	12	1
3.2.1	Desgaste mecánico en el contactor por arco eléctrico	FBM	Reemplazar	Reemplazar contactor desgastado que cumplió su vida útil	12	1
3.2.2	Cables alimentación desconectados de la bornera del calefactor	UBM	Ajustar	Reapretar tuercas que estén fuera de tolerancia en la bornera trasera del calefactor	6	1
4.1.1	Tubería del sistema de refrigeración tapado	UBM	Reacondicionamiento	Desarmar del equipo y el intercambiador de calor, aplicar desincrustante y rehacer las soldaduras con soldadura de plata al 60%	4	1
4.2.2	Válvula solenoide tapada	FBM	Reequipamiento	Realizar servicio menor de limpieza cuando esta se tapone	12	1

Fuente: Elaboración propia con datos del diagrama de flujo y norma ISO 142246

CAPÍTULO 3: PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO Y
COSTOS ASOCIADOS

3.1. PROGRAMACIÓN DE TAREAS

La programación del mantenimiento es una etapa en la cual deben estar detalladas todas las actividades a realizar considerando para ello necesidades de producción en escala temporal y ver el mantenimiento como una oportunidad de negocio al momento de realizarlo. Esta programación pretende optimizar los recursos tanto humanos como materiales para ello se tendrá en cuenta que los equipos ya tienen un rodaje importante y las actividades será basado en tiempo.

- Trimestrales: Cada 4 meses. Ver Tabla 2-6. Políticas de mantenimiento y acción a ejecutar.
- Anuales: Cada 12 meses. Ver Tabla 2-6. Políticas de mantenimiento y acción a ejecutar.
- Correctivas: una vez que se presente la falla. Ver Tabla 2-6. Políticas de mantenimiento y acción a ejecutar.

3.1.1. Modelo de planificación

Para obtener una planificación que sea capaz de darnos soluciones íntegras para mitigar los efectos de los modos de fallos críticos, para ello se llevara a un modelo de 30 preguntas las cuales serán una guía para el especialista que lleve a cabo dichos trabajos. Esta planificación se realizará mediante mantenimiento basado en hora (UBM) y mantenimiento basado en condición (CBM) dado que la toma de datos de análisis está dada en la misma frecuencia siendo estas preventivo anual y trimestral, en la figura 3-1 se encuentra un extracto de la planificación del mantenimiento preventivo propuesto (ver Anexo F) además se dará la planificación de actividades correctivas para imprevistos que puedan ocurrir (ver Anexo G).

Planificación Mantención Controlador De Temperatura De Moldes (INY - SOP) STM-607~1220 – SHINI OIL HEATER 1. ¿Qué trabajo se requiere realizar? 1.1 Cambio de aceite térmico. 1.2 Cambio de o-ring y empaquetaduras. 1.3 Inspección de bornera calefactor. 1.4 Ajustar conexionado de enchufe. 1.5 Inspección estado componentes motor. 1.6 Inspección transformador. 1.7 Inspección impulsor. 1.8 Limpieza intercambiador y calefactor. 1.9 Cambio de componentes que ya hayan cumplido los 12 meses de funcionamiento.
--

Figura 3-1. Extracto de planificación del mantenimiento preventivo propuesto.

Fuente: Adaptación de base de Planificación Mantención Agitador 553-28-028.

3.2. **PAUTAS DE TRABAJO Y CHECK LIST**

3.2.1. Pauta de trabajo

Para realizar un procedimiento de mantenimiento las instrucciones que permitan al trabajador realizar su trabajo de manera expedita y eliminando los tiempos muertos serán fundamentales, la pauta de trabajo da la realización del procedimiento de forma adecuada siguiendo un orden y un método de que es lo se debe hacer de forma secuencial en la tabla 3-1 se encuentra un extracto de la puta de trabajo propuesta (ver anexo H) esta se realizó mediante la planificación del mantenimiento exactamente del punto 4.

Tabla 3-1. Extracto de propuesta de pauta de trabajo.

Pauta de Trabajo - Controlador de temperatura de molde					
Lista de Actividades		Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1	Detener funcionamiento del calefactor y accionar sistema de enfriamiento, esperar hasta que el equipo descienda su temperatura hasta los 30°C.				
2	Apagar equipo, desconectar de energía eléctrica, cerrar llaves de paso y desconectar conexión salida y retorno del molde, desconectar conexión de entrada y salida de líquido refrigerante.				
3	Transportar equipo hacia taller, desmontar tapas de la carcasa, colocar cadenas y con ayuda de un tacle hidráulico levantar y montar en banco de prueba.				
4	Puentear flexible de teflón de altas temperaturas puenteando la salida del aceite con el retorno, abrir llaves de paso y conectar el sistema de refrigeración a la línea del agua.				
	Inspecciones visuales y eléctricas.				

Fuente: Adaptación de pauta mantención agitador 553-38-0386.

3.2.2. Check List

El Check List de tareas se dará al final del mantenimiento realizado este tendrá como fin la búsqueda de una buena implementación de las actividades ya que será un chequeo de estas mismas verificando detalles antes de su entrega, evitando reportes de que el activo fallo luego de pocas horas de funcionamiento. En la figura 3-2 se encuentra un extracto del Check List propuesto para la programación del mantenimiento (Ver anexo I).

Plástico Tumani - Planta Curauma Valparaíso - 2022			
Check List recepción: Controlador de temperatura de moldeo			
Ítem	Actividad	Si	No
1	Verificar que no existan filtraciones en los componentes cambiados.	☐	☐
2	Verificar las conexiones al molde que no se crucen con las del equipo continuo.	☐	☐
3	Verificar que las temperaturas alcanzadas sean un valor real.	☐	☐
4	Verificar flujo de entrada y de retorno.	☐	☐
5	Verificar la presión de trabajo.	☐	☐
6	Verificar consumo de amperaje.	☐	☐

Figura 3-2. Extracto Check List propuesto.

Fuente: Adaptación de base de Planificación Mantención Agitador 553-28-028.

3.3. EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA

Al tener una visión más amplia del concepto de mantenimiento podemos tomarlo como una oportunidad de inversión donde la evaluación técnica y económica contrastara los costos asociados del actual mantenimiento correctivo reactivo frente a los costos involucrados en la propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad. Para realizar esta evaluación tendremos estimaciones de valores precio de envase y costos de fabricación debido a que se trabaja con diversos productos y no hay registro de cual estaba trabajando al momento de la falla ver la tabla 3-2.

Tabla 3-2. Detalles de producción.

Tiempo de trabajo anual	3483
Promedio general de precio de venta de los envases de inyección soplado	0,09 USD
Costos de fabricación de envase	0,06 USD
Utilidad por envase	0,03 USD
Costos HH mecánico de mantenimiento	3,39 USD
Ciclo promedio de producción de envases de inyección soplado (s)	12,5
Cavidades de trabajo	3
Fabricación por hora	864

Fuente: Elaboración propia con datos de planificación de producción.

3.3.1. Costos del mantenimiento actual

Estos análisis se realizarán mediante el impacto de cada modo de falla, los costos de mantenimiento son obtenidos de la información facilitada por el departamento de mantención a través de las cotizaciones y órdenes de compra para este análisis se tomó de referencia la tabla 2-3 del análisis de modo de falla, efecto y criticada, esto porque se

contempla el impacto cualitativo anual, en la tabla 3-3 se aprecian los costos asociados al mantenimiento correctivo correspondientes al año 2017.

Tabla 3-3. Costos de intervención del mantenimiento correctivo para el MTC correspondiente al año 2017

#	Modo de falla	Frecuencia fallas	MTTR (LOG-EJEC-P en marcha)	Impacto en la producción (USD/h)	Costos directos por falla (USD /falla)	Riesgo cuantitativo (USD/año)	Costo H.H	Total
1.1.1	Cable de alimentación desconectado de la bornera	1	0,25	25,56 USD	0,00 USD	6,39 USD	0,85 USD	7,24 USD
1.1.2	Fases invertidas dentro del enchufe trifásico	7	0,25	25,56 USD	0,00 USD	44,73 USD	5,93 USD	50,66 USD
1.2.1	Transformador de 380v/220v quemado	1	1	25,56 USD	24,47 USD	50,03 USD	3,39 USD	53,42 USD
1.2.2	Fusible quemado	1	0,16	25,56 USD	1,06 USD	5,15 USD	0,54 USD	5,69 USD
2.1.1	Rotura de rodamiento	2	12	25,56 USD	131,00 USD	875,45 USD	81,36 USD	956,81 USD
2.1.2	Cortocircuito por caída de agua	1	24	25,56 USD	157,68 USD	771,12 USD	81,36 USD	852,48 USD
2.1.3	Rotura de rotor	0,01	24	25,56 USD	157,68 USD	7,71 USD	0,81 USD	8,52 USD
2.1.4	Perdida de aislación del motor	1	24	25,56 USD	157,68 USD	771,12 USD	81,36 USD	852,48 USD
2.2.1	Rotura impulsor	0,01	24	25,56 USD	18,41 USD	6,32 USD	0,81 USD	7,13 USD
2.2.2	Rotura del acoplamiento	1	5	25,56 USD	5,65 USD	133,45 USD	16,95 USD	150,40 USD
2.3.1	Degradación térmica de los o-ring y empaquetaduras	10	8	25,56 USD	17,66 USD	2.221,45 USD	271,20 USD	2.492,65 USD
2.4.1	Tuberías tapadas aceite degradado formación de carboncillo y lodo	7	2	25,56 USD	17,66 USD	481,46 USD	47,46 USD	528,92 USD
2.4.2	Desgaste en el impulsor	2	4	25,56 USD	3,63 USD	211,74 USD	27,12 USD	238,86 USD
3.1.1	Resistencias del calefactor quemadas	2	24	25,56 USD	191,76 USD	1.610,40 USD	162,72 USD	1.773,12 USD
3.1.2	Bobina del contactor quemada	2	0,5	25,56 USD	28,55 USD	82,67 USD	3,39 USD	86,06 USD
3.1.3	Relé de 12v quemado	1	1	25,56 USD	5,06 USD	30,62 USD	3,39 USD	34,01 USD
3.2.1	Desgaste mecánico en el contactor por arco eléctrico	0,3	0,5	25,56 USD	28,55 USD	12,40 USD	0,51 USD	12,91 USD

Tabla 3-3. Costos de intervención del mantenimiento correctivo para el MTC correspondiente al año 2017 (continuación),

3.2.2	Cables alimentación desconectados de la bornera del calefactor	2	0,5	25,56 USD	2,26 USD	30,08 USD	3,39 USD	33,47 USD
4.1.1	Tubería del sistema de refrigeración tapado	2	9	25,56 USD	69,36 USD	598,80 USD	61,02 USD	659,82 USD
4.2.2	Válvula solenoide tapada	2	0,5	25,56 USD	0,00 USD	25,56 USD	3,39 USD	28,95 USD
							Total	8.833,60 USD

Fuente: Elaboración propia con estimación de costo de la empresa plásticos Tumani.

3.3.2. Costos de la propuesta y diferencias en el impacto en la disponibilidad

En esta sección se evalúan los costó de la propuesta e implementación de las actividades de mantenimiento involucrando los costos directos como el impacto en la producción, costos de repuestos y costos de mano de obra profesional. Este análisis de costo se realiza individualmente a cada modo de falla tomando en cuenta los valores entregados en la tabla 3-2, además de una comparativa de una comparativa del impacto en la disponibilidad del mantenimiento actual y del plan de mantenimiento propuesto, para efectos de cálculos se considera que al menos ocurra una vez los modos de falla correctivos. En la tabla 3-5 se entregan los valores y gastos de la implementación del plan y la comparativa de la disponibilidad, donde la disponibilidad fue analizada a cada modo de fallo del plan y está dada por:

$$D_{(con\ plan\ mtto)} = \frac{\frac{1}{f \cdot t} \cdot 2}{\left(\frac{1}{f \cdot t}\right) \cdot 2 + MTTR}$$

$$D_{(sin\ plan\ mtto)} = \frac{\frac{1}{f \cdot t}}{\left(\frac{1}{f \cdot t}\right) + MTTR}$$

Donde:

D =disponibilidad

f =Frecuencia del modo de fallo

t =Tiempo de trabajo anual

MTTR =Tiempo medio de reparación del modo de fallo

Tabla 3-4. Costos y comparativa de implementación de la propuesta de plan de mantenimiento

#	Modo de falla	Frecuencia fallas	MTTR (LOG-EJEC-P en marcha)	Actividad de mantenimiento	Frecuencia de aplicación	Número de personas	HH-ejecución	Especialidad	Costo HH especialidad	Costos HH	Costo del plan	Disponibilidad sin plan de MTTO	Disponibilidad con plan de MTTO	Costos Totales
1.1.1	Cable de alimentación desconectado de la bornera	1	0,25	Ajustar	8	1	0,15	Mecánico	3,39 USD	0,51 USD	0,76 USD	99,99%	100,00%	3,96 USD
1.1.2	Fases invertidas dentro del enchufe trifásico	7	0,25	Combinación	2	1	0,25	Mecánico	3,39 USD	0,85 USD	5,09 USD	99,95%	99,97%	27,45 USD
1.2.1	Transformador de 380v/220v quemado	1	1	Inspección	4	1	0,5	Mecánico	3,39 USD	1,70 USD	5,09 USD	99,97%	99,99%	30,10 USD
1.2.2	Fusible quemado	1	0,16	Combinación	12	1	0,5	Mecánico	3,39 USD	1,70 USD	1,70 USD	100,00%	100,00%	4,27 USD
2.1.1	Rotura de rodamiento	2	12	Reemplazar	12	1	6	Mecánico	3,39 USD	20,36 USD	20,36 USD	99,32%	99,66%	458,08 USD
2.1.2	Cortocircuito por caída de agua	1	24	Combinación	6	1	4	Mecánico	3,39 USD	13,57 USD	27,14 USD	99,32%	99,66%	412,70 USD
2.1.3	Rotura de rotor	0,01	24	Inspección	6	1	6	Mecánico	3,39 USD	20,36 USD	40,71 USD	99,99%	100,00%	44,57 USD
2.1.4	Perdida de aislación del motor	1	24	Inspección	6	1	1	Mecánico	3,39 USD	3,39 USD	6,79 USD	99,32%	99,66%	392,34 USD
2.2.1	Rotura impulsor	0,01	24	Remplazar	12	1	0,15	Mecánico	3,39 USD	0,51 USD	0,51 USD	99,99%	100,00%	3,67 USD
2.2.2	Rotura del acoplamiento	1	5	Ajustar	6	1	4	Mecánico	3,39 USD	13,57 USD	27,14 USD	99,86%	99,93%	93,87 USD
2.3.1	Degradación térmica de los o-ring y empaquetaduras	10	8	Preventivo	4	1	6	Mecánico	3,39 USD	20,36 USD	61,07 USD	97,75%	98,86%	1.171,79 USD
2.4.1	Tuberías tapadas aceite degradado formación de carboncillo y lodo	7	2	Reequipamiento	4	1	6	Mecánico	3,39 USD	20,36 USD	61,07 USD	99,60%	99,80%	301,80 USD
2.4.2	Desgaste en el impulsor	2	4	Inspección	4	1	0,25	Mecánico	3,39 USD	0,85 USD	2,54 USD	99,77%	99,89%	108,41 USD
3.1.1	Resistencias del calefactor quemadas	2	24	Reemplazar	12	1	6	Mecánico	3,39 USD	20,36 USD	20,36 USD	98,64%	99,32%	825,56 USD
3.1.2	Bobina del contactor quemada	2	0,5	Reemplazar	6	1	0,5	Mecánico	3,39 USD	1,70 USD	3,39 USD	99,97%	99,99%	44,73 USD
3.1.3	Relé de 12v quemado	1	1	Combinación	12	1	1	Mecánico	3,39 USD	3,39 USD	3,39 USD	99,97%	99,99%	18,70 USD
3.2.1	Desgaste mecánico en el contactor por arco eléctrico	0,3	0,5	Reemplazar	12	1	0,5	Mecánico	3,39 USD	1,70 USD	1,70 USD	100,00%	100,00%	7,90 USD
3.2.2	Cables alimentación desconectados de la bornera del calefactor	2	0,5	Ajustar	6	1	0,5	Mecánico	3,39 USD	1,70 USD	3,39 USD	99,97%	99,99%	18,43 USD
4.1.1	Tubería del sistema de refrigeración tapado	2	9	Reacondicionamiento	4	1	1	Mecánico	3,39 USD	3,39 USD	10,18 USD	99,49%	99,74%	309,58 USD
4.2.2	Válvula solenoide tapada	2	0,5	Reequipamiento	12	1	9	Mecánico	3,39 USD	30,53 USD	30,53 USD	99,97%	99,99%	43,31 USD
Total:												93,04%	96,45%	4.321,21 USD

Fuente: Elaboración propia con estimación de datos

3.3.3. Comparativa entre el plan actual y el plan de mantenimiento propuesto

Analizando la prefactibilidad técnica económica presentada anteriormente, realizar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad es rentable entregando resultados bastante positivos, tomando en cuenta que la máquina de inyección soplado 34 tuvo pérdidas de producción 9.027,94 USD dándonos una disponibilidad del 90% en la cual los equipos controladores de temperatura aportaron 6.283,44 USD del total entregando una disponibilidad de 93,04% si a este valor sumamos el valor de las horas del mecánico que reparo el equipo y repuestos estos valores aumentan a 8.833,60 USD.

La propuesta entregada aumenta esta disponibilidad a un 96,45% y reduciendo las perdidas por indisponibilidad del equipo en 4.512,39 USD en esta propuesta además están considerados los eventos programados como mantenimiento basado en falla considerando la experiencia del personal de que estas ocurren al menos 1 vez por año, estos gastos también se logran debido a que la empresa mantiene un pañol con stock de repuesto, evitando el gasto inicial para la implementación.

CONCLUSIÓN

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo es posible afirmar que la propuesta de plan de mantenimiento que se elaboró a través de herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad apoyado de las normas SAE JA1011 e ISO 16224:2016 con el propósito de disminuir los costos y los tiempos de detención del sistema crítico para la empresa Plásticos Tumani fue acertada. Para ello la identificación de nuestro sistema crítico mediante diagramas de dispersión logarítmica demostró que este aportaba más de 60 horas de indisponibilidad a nuestra maquina principal.

Al sistema seleccionado que fue el controlador de temperatura de molde en el cual la determinación de sus funciones fue realizada mediante metodología SIPOC determinó sus funciones primarias y secundarias para posteriormente analizar sus modos de falla, efecto y criticidad, jerarquizando los 20 modos de falla encontrados de manera cualitativa y cuantitativa en niveles de riesgo máximo a riesgo mínimo, con el fin de priorizar la asignación de tareas unas sobre otras entregando 4 modos de fallos a los cuales se dará mayor relevancia dentro de la planificación. La programación de actividades se utilizó de un modelo de planificación de 30 preguntas que abarca todas las variables a considerar para ejecutar el trabajo de mantenimiento, las cuales dan como resultados una pauta de trabajo y un Check List para garantizar un correcto desempeño después de haber sido intervenido por los mecánicos.

Finalmente se realizó un estudio de prefactibilidad técnico-económica dio resultados bastante favorables este fue aplicado a cada modo de falla comparándolos directamente con la propuesta entregada, este nos entregó un ahorro total de 4.512,39 USD. Como conclusión este modelo es rentable y aplicable a los demás equipos de inyección soplado ya que las fallas imprevistas producen pérdidas significativas además de entregar las pautas en las cuales se toman en consideración a los trabajadores dando las directrices para desempeñar un mantenimiento estandarizado y con políticas adecuadas, además para la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad es de primordial importancia contar con un historial de falla fidedigno el cual nos ayudara a encontrar los malos actores dentro del proceso, como recomendación es retomar la aplicación del r55, pero guiándose con la norma ISO 14224:2016 ya que quedó demostrado que este fue de vital importancia para poder realizar este trabajo.

Bibliografía

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en la confiabilidad. 2ª ed. Reino Unido: Aldon Ltd. 1991. 446 p. ISBN 09539603-2-3.

DIXON CAMPBELL, John. O DUFFUA, Salih. RAOUF, Abdul. Sistemas de mantenimiento planeación y control. México: Editorial Limusa. 2000. 420 p. ISBN 968-18-5918-9.

GONZALEZ FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2ª ed. Madrid: Fundación confemetal. 2005. 289 p. ISBN 84-96169-49-9

GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna. 3ª ed. España: McGraw-Hill. 2007. 1022 p. ISBN 0-471-74485-9

KALPAKJIAN, Serope. SCHMID, Steven R. Manufactura, ingeniería y tecnología. 5ª ed. Mexico: Pearson educación. 2008. 1328 p. ISBN 978-970-26-1026-7

PARK, Allan. Facilities management an explanation. 2ª ed. Basingstoke: Macmillan. 1998. 178 p. ISBN 9780333737989

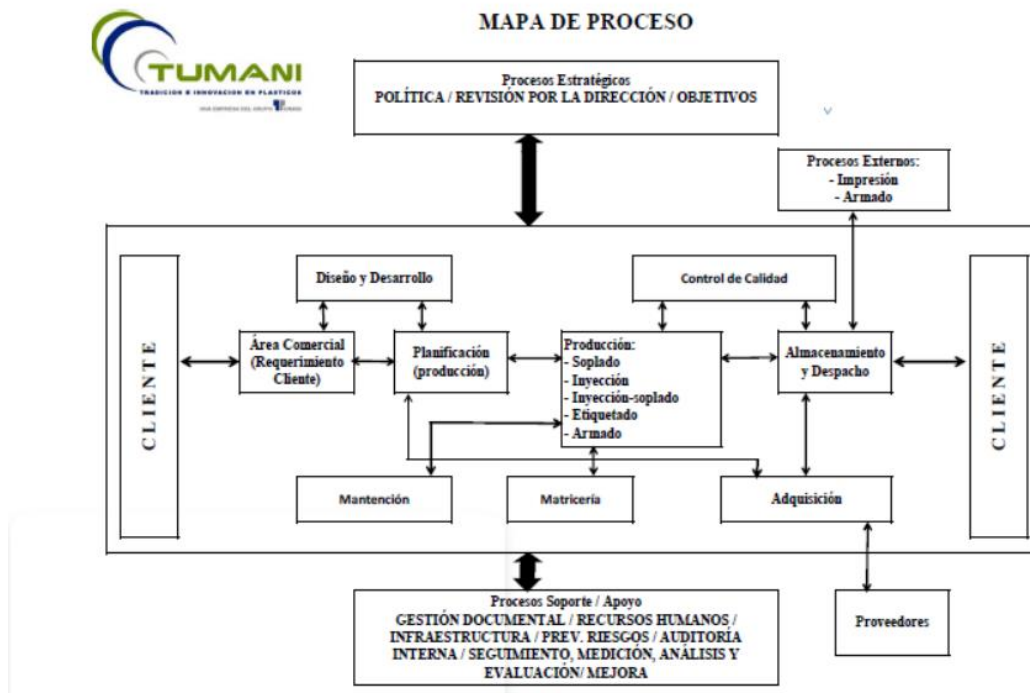
SAE 1999, Norma SAE JA 1011 – Evaluation criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM). Agosto de 1999, Society of Automotive Engineers, Inc. The Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space. Warrendale, PA. 19096-0001.

BSI 2016, Norma ISO 14224 - Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. Octubre de 2016, BSI Standards Limited. The British Standards Institution. Bruselas, Bélgica. ISBN 978-0-580-90387-8

TUMANI. Quienes somos [en línea]. 2019 [consulta 29 de agosto de 2022]. Disponible en: < <https://www.tumani.cl/about-us/>>

ANEXOS

ANEXO A: MAPA DE PROCESO PRODUCTIVO



Fuente: archivos empresa plasticos tumani

ANEXO B: DISTRIBUCION MAQUINARIA PLASTICOS TUMANI



Fuente: Disco duro archivo plásticos Tumani

ANEXO C TABLA DE DATOS RESUMEN DE TIEMPO, CANTIDAD DE FALLAS, MTBF Y MTTR DE LA MAQUINARIA DE PLASTICOS TUMANI

Máquina	Numero de intervenciones	Tiempo que estuvo detenida (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
SOP 06	51	91,17	66,51	1,79
INY - SOP 35	50	131,66	67,03	2,63
INY - SOP 34	72	310,61	44,06	4,31
SOP 05	49	71,6	69,62	1,46
SOP 04	38	58,02	90,13	1,53
SOP 01	37	89,93	91,7	2,43
INY - SOP 10	35	151,27	95,19	4,32
INY 31	29	90	117	3,1
SOP 03	27	93,47	125,54	3,46
INY 09	27	63,65	126,64	2,36
INY - SOP 29	26	92,83	130,39	3,57
INY 05	21	33,08	164,28	1,58
INY 33	20	100	169,15	5
INY 11	20	68,18	170,74	3,41
SOP 07	20	36,5	172,33	1,83
INY 36	18	48,12	190,83	2,67
INY 32	18	43,68	191,07	2,43
SOP 02	16	57,93	214,07	3,62
INY 15	14	48,17	245,35	3,44
SOP 1A	14	22,33	247,19	1,6
INY 28	13	37,58	265,03	2,89
INY 18	13	23,17	266,14	1,78
ARM 01	13	16,95	266,62	1,3
INY 07	11	15,9	315,19	1,45
INY 06	11	13,92	315,37	1,27
INY 16	11	8,03	315,91	0,73
ARM 02	11	6,92	316,01	0,63
INY 19	10	17,75	346,53	1,78
INY 03	9	18,75	384,92	2,08
INY 27	8	14	433,63	1,75
INY 02	7	18,75	494,89	2,68
INY 25	7	12,03	495,85	1,72
SOP 09	7	6,95	496,58	0,99
INY 26	6	11,75	578,54	1,96
INY 04	6	6,5	579,42	1,08
INY 20	5	7,58	695,08	1,52
CHILL 03	3	26,83	1152,06	8,94
INY 12	3	11,37	1157,21	3,79
INY 08	3	4,08	1159,64	1,36
SOP 11A	3	3,58	1159,81	1,19
CHILL 04	2	9,67	1736,67	4,83
EST 01	2	2,58	1740,21	1,29
SOP 10 A	1	4	3479	4
SOP 12A	1	2,42	3480,58	2,42
CARRO	1	0,67	3482,33	0,67

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la planilla R-55 del departamento de
mantención de plásticos Tumani Spa.

ANEXO D: TABLA DE DATOS RESUMEN TIPOS DE FALLA, TIEMPO, CANTIDAD, MTBF Y MTTR MAQUINAS SECCION INYECCION - SOPLADO

Máquina	Tipo de falla	Numero de intervenciones	Tiempo que estuvo detenida (h)	MTBF (h)	MTTR (h)
INY - SOP 29	Periférico INY-SOP 29	13	61,67	263,18	4,74
	Mecánico INY-SOP 29	6	22,67	576,72	3,78
	hidráulico INY- SOP 29	3	6,25	1158,92	2,08
	Eléctrico INY-SOP 29	4	2,25	870,19	0,56
INY - SOP 34	Periférico INY-SOP 34	45	244,79	71,96	5,44
	Mecánico INY-SOP 34	12	30,58	287,7	2,55
	Hidráulico INY-SOP 34	9	32,82	383,35	3,65
	Eléctrico INY-SOP 34	6	2,42	580,1	0,4
INY - SOP 35	Periférico INY-SOP 35	21	85	169,9	4,25
	Mecánico INY-SOP 35	8	23,67	432,42	2,96
	Eléctrico INY-SOP 35	16	11,83	216,95	0,74
	Hidráulico INY-SOP 35	6	11,17	578,64	1,86
INY - SOP 10	Periférico INY-SOP 10	12	84,28	283,23	7,02
	Mecánico INY-SOP 10	10	39,08	344,39	3,91
	Hidráulico INY-SOP 10	9	21,67	384,59	2,41
	Eléctrico INY-SOP 10	4	6,25	869,19	1,56

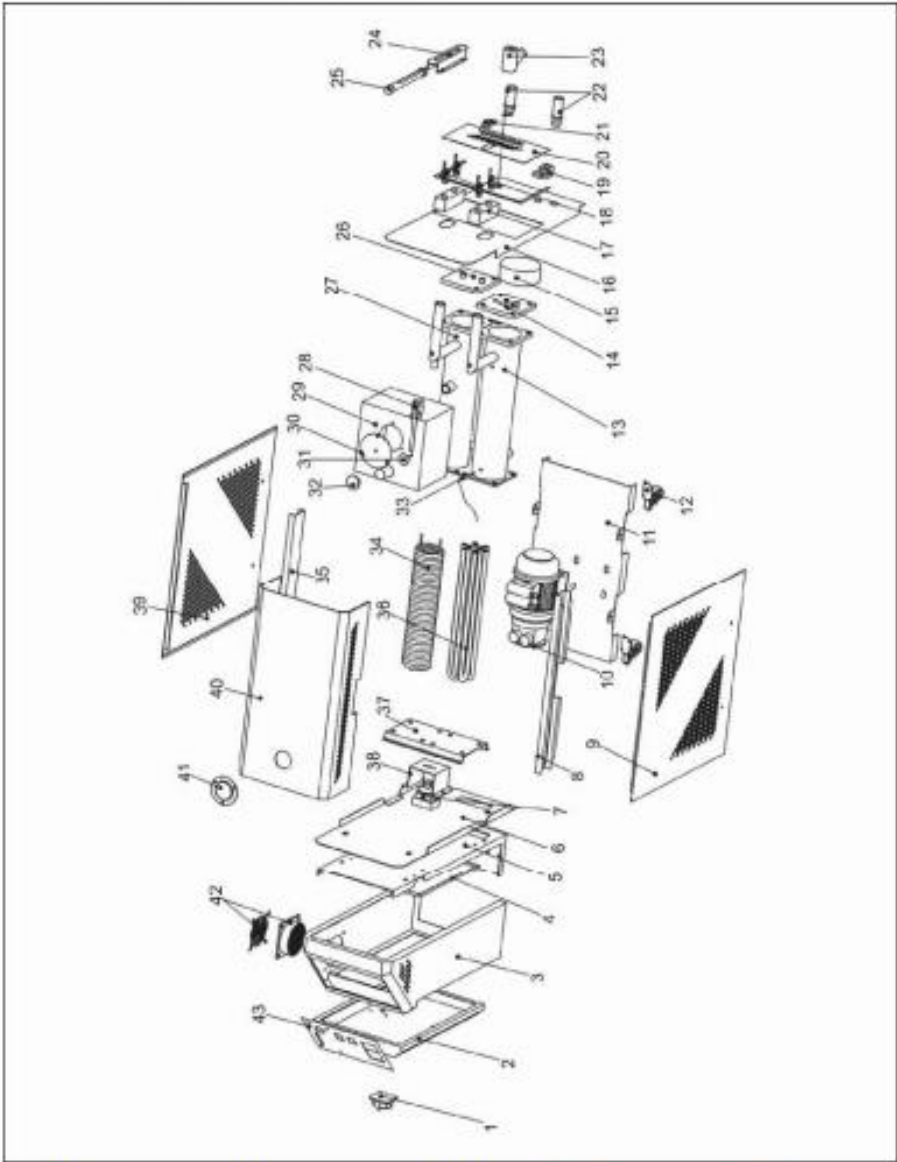
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la planilla R-55 del departamento de
mantención de plásticos Tumani Spa.

ANEXO E: DATA DESENSAMBLE DEL EQUIPO SHINI STM 600



2.2 Assembly Drawing

2.2.1 Assembly Drawing (STM-607~1220)



Remarks: Please refer to material list 2.2.2 for specific explanation of the Arabic numbers in parts drawing.

Picture 2-2: Assembly Drawing (STM-607~1220)



2.2.2 Parts List (STM-607~STM-1220)

Table 2-1: Parts List (STM-607/STM-607-D)

No.	Name	Part No.	
		STM-607	STM-607-D
1	Main switch*	YE10200300000	YE10220300000
2	Door plate	BL40060700920	BL40691040720
3	Control box	BL40060702520	BL40060740220
4	Electrical components board	BL40060701920	BL40060704020-
5	Control box rear plate	BL40060702120	BL40691041120
6	Middle plate	BL40060701420-	BL40691040120
7	EGO*	YE21503000000	YE21503000000
8	Right beam	-	-
9	Right side plate	BL40060703720	-
10	Pump*	BM20005500250	BM20005500250
11	Bottom plate	BL40060740320	BL40060740120
12	Castor	YW03000200000	YW03000300200 YW03000300000
13	Heating tank	BK40060700320	BK40060700320
14	Heating tank flange	BL40060702320	BL40060702320
15	Pipe heater cover	BL80091000120	BL80091000120
16	Rear plate	BL42060703820	BL40691040220-
17	Water flow distributor	-	-
18	Ball valve	YW50030800100	YW50030800100
19	Solenoid valve**	YE32213100000	YE32213100000
20	Rear cover	-	-
21	Plastic handle	YR40523000000	YR40523000000
22	Copper joint	BH12030801310	BH12030801310
23	Y type strainer*	YW57010200000	YW57010200000
24	Level indicator cover	-	-
25	Level indicator*	BH12060700210	BH12060700210
26	Cooling tank flange	BL42691049420	BL42691049420
27	Cooling tank	BL49060730020	BL49060730020
28	Microswitch	YE14152400000	YE14152400000
29	Oil tank	BL42060700321	BL42060700321
30	Floating ball chamber cover*	BL40060703220	BL40060703220
31	Floating ball	BL40060702620	BL40060702620
32	Oxidized aluminum oil lap	BH12030403040	BH12030403040
33	Thermocouple	BE90100000150	BE90100000150
34	Cooling pipes	BL49060710020	BL49060710020
35	Left beam	-	-

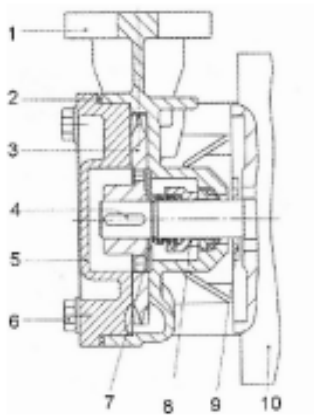


No.	Name	Part No.	
		STM-607	STM-607-D
36	Pipe heater*	BH70060700050	BH70060700050
37	Heating tank mounting plate	-	-
38	EGO mounting plate	-	-
39	Left side plate	-	-
40	Top cover	-	-
41	Pressure meter	YW85001000100	YW85001000100
42	Cooling fan + fan guard*	YM60922500100	YM60922500100
43	Manufacturer's plate	YR01004000000	YR01004000000

* means possible broken parts.
** means easy broken part. and spare backup is suggested.
Please confirm the version of manual before placing the purchase order to guarantee that the item number of the spare part is in accordance with the real object.



2.2.7 Pump



Picture 2-5: Pump

Table 2-4: Pump Parts List

No.	Name	Part No.				
		STM-607/607D	STM-910/910D	STM-1220	STM-2440	STM-3650
1	Pump body					
2	O-shape ring					
3	Impeller					
4	Key					
5	Pump lid					
6	Hexagonal head screw					
7	Snap ring					
8	Mechanical shaft seal *	YR80901000000	YR80901200000	YR80901600000	YR80902240000	YR80902240000
9	Rotary ring					
10	Motor					

* means possible broken parts.
** means easy broken part. and spare backup is suggested.
Please confirm the version of manual before placing the purchase order to guarantee that the item number of the spare part is in accordance with the real object.

ANEXO F: PROPUESTA DE PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS MTC.

Planificación Mantención Controlador De Temperatura De Moldes (INY - SOP)

STM-607~1220 – SHINI OIL HEATER

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?

- 1.1 Cambio de aceite térmico.
- 1.2 Cambio de o-ring y empaquetaduras.
- 1.3 Inspección de bornera calefactor.
- 1.4 Ajustar conexionado de enchufe.
- 1.5 Inspección estado componentes motor.
- 1.6 Inspección transformador.
- 1.7 Inspección impulsor.
- 1.8 Limpieza intercambiador y calefactor.
- 1.9 Cambio de componentes que ya hayan cumplido los 12 meses de funcionamiento.

2. ¿Por qué se debe realizar?

- 2.1 Mantenimiento preventivo trimestral.
- 2.2 Mantenimiento preventivo 10.000h de trabajo.
- 2.3 Disminuir mantenciones correctivas.

3. ¿Cuáles son las recomendaciones del fabricante o especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?

- 3.1 Cambio de aceite térmico.
- 3.2 Limpiar intercambiador y calefactor.

4. ¿Cómo se debe realizar el trabajo?

Note: si el equipo no se encuentra en funcionamiento al momento de intervenirlo comenzar desde el punto 4.2.

- 4.1 Detener funcionamiento del calefactor y accionar sistema de enfriamiento, esperar hasta que el equipo descienda su temperatura hasta los 30°C, bloquear equipo principal.
- 4.2 Apagar equipo, desconectar de energía eléctrica, cerrar llaves de paso y desconectar conexión salida y retorno del molde, desconectar conexión de entrada y salida de líquido refrigerante.

4.3 Transportar equipo hacia taller, desmontar tapas de la carcasa, colocar cadenas y con ayuda de un tecele hidráulico levantar y montar en banco de prueba.

4.4 Puentear flexible de teflón de altas temperaturas puenteando la salida del aceite con el retorno, abrir llaves de paso y conectar el sistema de refrigeración a la línea del agua.

-----Inspecciones visuales y eléctricas -----

4.5 Enchufar equipo y energizar dando arranque a este.

4.6 Realizar mediciones de consumo y temperatura a motor eléctrico.

4.7 Realizar mediciones de voltaje y de resistencia al transformador de 380v/220v.

4.8 Inspeccionar visualmente los puntos que se encuentran con filtración.

4.9 Apagar calefactor y accionar de forma manual el sistema de refrigeración.

4.10 Apagar equipo una vez que este a 30°Cy desconectar de fuente de energía.

----- Cambio de o-ring y rodamientos motor-----

4.11 Drenar aceite del equipo depositándolo en un tambor de 20 litros.

4.12 Desconectar eléctricamente y de su base el motor.

4.13 Desacoplar las conexiones de la bomba con los depósitos de refrigeración y calefacción.

4.14 Retirar el motor bomba y montarlo en tornillo mecánico.

4.15 Retirar pernos de sujeción bomba desmontar la voluta y comenzar a desmontar los demás componentes.

4.16 Extraer impulsor con machina de extracción y realizar mediciones.

4.17 Inspeccionar medidas impulsor.

4.18 Retirar seguro segger y retirar el sello mecánico parte móvil.

4.19 Retirar el cuerpo soporte desmontar la parte fija del sello mecánico.

4.20 Realizar limpieza del eje con lija 1500 para retirar excesos de carboncillos.

Note si en la actividad de inspección 4.7 se detecta anomalía o el motor ya se encuentra en las 10.000h de trabajo seguir con la secuencia de lo contrario saltar se hasta el punto 4.29

4.21 Marcar tapas de motor para su desarme.

4.22 Desmontar ventilador y retirar pernos de las tapas.

4.23 Sacar rotor una tapa quedara en el motor y la otra tapa quedara en el rotor,

4.24 Desmontar rotor de la tapa, sacar seguro segger de la tapa y desmontar rodamientos tanto el del rotor como el de la tapa con el Extractor de rodamientos.

4.25 Montar rodamientos nuevos (6202c3)

- 4.26 Ensamblar motor siguiendo los pasos a la inversa a como se desmonto.
- 4.27 Montar o-ring nuevos en el sello mecánico estático (2-113 VITON) y en el sello dinámico (2-110 VITON).
- 4.28 Montar el sello mecánico estático con su o-ring en el cuerpo soporte y montar en el motor, montar sello dinámico comprimiendo su o-ring con su anillo metálico.
- 4.29 Instalar resorte con su sello segger
- 4.30 Montar impulsor si este presenta desgaste instalar uno nuevo.
- 4.31 Montar o-ring de la carcasa (2-038 VITON) y colocar los pernos de sujeción de la bomba.
- 4.32 Montar el motor en el equipo, conectando la entrada y la descarga de la bomba en el depósito de calefacción y del intercambiador.
- Limpieza y revisión calefactor-----
- 4.33 Desmotar tapa de protección conexiones eléctricas, desconectar terminales de la bornera del calefactor.
- 4.34 Desmontar pernos de sujeción brida del calefactor, sacar el calefactor y limpiar el interior sacando el resto de carboncillo que se disponga en su interior.
- 4.35 Limpiar el calefactor con hidro lavadora y grata retirando los restos de la empaquetadura anterior.
- 4.36 Realizar mediciones de resistencia para verificar que los calefactores estén buenos.
- 4.37 Instalar calefactor en caso de encontrarse con las resistencias abiertas o haya cumplido un total 10.000h de funcionamiento realizar cambio por uno nuevo.
- 4.38 Fabricar empaquetadura (Klinger 4553) con medidas del plano.
- 4.39 Colocar sellante en brida y deposito, instalar empaquetadura y montar pernos verificando su apriete.
- 4.40 Verificar estado de terminales si se encuentran cortados o desgastados instalar nuevos.
- 4.41 Apernar los terminales en la bornera del calefactor verificando su apreté.
- 4.42 Montar tapa de protección.
- Limpieza y revisión del sistema de refrigeración-----
- 4.43 Desmontar cañerías del sistema de refrigeración.
- 4.44 Desmontar pernos de sujeción de la brida y desmontar intercambiador.
- 4.45 Limpiar con hidro lavadora y grata removiendo carboncillo y restos de la empaquetadura anterior.

- 4.46 Conectar adaptación de niples para realizar limpieza con bomba desincrustante.
- 4.47 Conectar a la red de agua para eliminar residuos del desincrustante.
- 4.48 Desacoplar adaptación de niples y fabricar empaquetadura (Klinger 4553) con la medida de los planos.
- 4.49 Colocar sellante en la brida del calefactor y del depósito.
- 4.50 Montar empaquetadura y montar el intercambiador en el depósito de refrigeración.
- 4.51 Montar pernos de sujeción del intercambiador.
- 4.52 Instalar cañerías.
- 4.53 Rellenar deposito con 6 litros de aceite térmico (Mobil therm 605).
- 4.54 Desarmar enchufe trifásico y apretar las bornera que sujetan los cables.
- 4.55 Rearmar enchufe.

-----Entrega a producción-----

- 4.56 Conectar a la corriente el equipo y encender para realizar pruebas de calidad.
- 4.57 Apagar el calefactor y accionar manualmente el sistema de refrigeración para que baje la temperatura de aceite.
- 4.58 Bajar del banco de prueba con ayuda del tecla hidráulico, colocar sus tapas y realizar limpieza de este mismo.
- 4.59 Transportar hacia la máquina de inyección soplado de la cual fue retirada y realizar conexión hacia el molde y del líquido refrigerante.
- 4.60 Enchufar y realizar pruebas de encendido verificando que las fases no estén cambiadas.
- 4.61 Desbloquear equipo principal, generar aviso de entrega.
- 4.62 Entregar a producción.

5. ¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?

- 5.1 Desenergizar equipo.
- 5.2 Bloquear equipo principal.
- 5.3 Desconexión del molde y del líquido refrigerante
- 5.4 Verificación de componente en banco de pruebas.
- 5.5 Drenaje de aceite.
- 5.6 Desacoplar motor del equipo y de los depósitos.
- 5.7 Cambio de o-ring sello mecánico y estático.
- 5.8 Instalar motor bomba.
- 5.9 Desconectar eléctricamente calefactor y desacoplar.
- 5.10 Limpiar calefactor y fabricar empaquetaduras.
- 5.11 Montaje con empaquetaduras nuevas, realizar conexión eléctrica.

- 5.12 Desconectar cañerías de sistema de refrigeración y desacoplar.
- 5.13 Realizar limpieza interna y externa al intercambiador, fabricar empaquetaduras.
- 5.14 Montaje con empaquetaduras nuevas y conectar cañerías.
- 5.15 Rellenar el equipo con aceite nuevo.
- 5.16 Revisión.
- 5.17 Montaje de equipo en la máquina de inyección soplado.
- 5.18 Desbloqueo de la maquina principal.
- 5.19 Entrega a producción.

6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?

- 6.1 Instalación de sellos y juntas fuera de los parámetros (o-ring de NBR y empaquetaduras de Vellumoide), se evitará verificando de labores de mantención y componentes (Check List).

7. ¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los eventos de la partida de la partida anterior, cuáles y como se evitarán?

- 7.1 Presenta filtración y detenciones por bajo nivel, se evitarán cambiando material de repuesto y realizando mantenimiento preventivo.

8. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

- 8.1 Verificar repuestos en pañol.
- 8.2 Retirar repuestos de pañol.
- 8.3 Verificar la no existencia de productos en pañol.
- 8.4 Retiro de aceite en SUSPEL.

9. ¿Cuándo se debe realizar?

- 9.1 En mantenimiento programado cada 4 meses, coordinando con el departamento de producción.

10. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?

- 10.1 Del término de producción de la máquina de INY – SOP.

11. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

- 11.1 Partida de producción inicio de la máquina principal.

12. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

12.1 No existe ningún trabajo en paralelo.

13. ¿Qué repuestos e insumos se necesitan?

13.1 O-ring 2-113 de FKM (VITON)	1(c/u)
13.2 O-ring 2-110 de FKM (VITON)	1(c/u)
13.3 O-ring 2-038 de FKM (VITON)	1(c/u)
13.4 Empaquetadura c4553 de 1/8” cuadrada de 125 x 125mm	2(c/u)
13.5 Rodamientos 6202C3*	2(c/u)
13.6 Transformador 380v/220v*	1(c/u)
13.7 Calefactor tubular con brida*	1(c/u)
13.8 Aceite Mobil therm 605	6 litros(c/u)
13.9 Paño de toalla	10(c/u)
13.10 Desengrasante	1 litro(c/u)
13.11 Desincrustante	1 litro (c/u)

Note: Los repuestos marcados (*) se utilizarán solo si en la inspección se detectan con anomalía o si en su defecto este cumplió los 12 meses de trabajo.

14. ¿Qué herramientas se necesitan?

14.1 Llaves punta corona 10,12,13,14,15,17,19,22,27 y 32	1(c/u)
14.2 Juego de llaves Allen mm	1(c/u)
14.3 Multímetro	1(c/u)
14.4 Megger	1(c/u)
14.5 Amperímetro	1(c/u)
14.6 Cámara térmica	1(c/u)
14.7 Mesón de pruebas con receptáculo de aceite y tornillo mecánico	1(c/u)
14.8 Alicata extractor segger exterior recto de 7 pulgadas	1(c/u)
14.9 Machina de extracción para impulsor de hilos m4	1(c/u)
14.10 Alicata extractor de seguros segger interior de 90° de 7 pulgadas	1(c/u)
14.11 Extractor de rodamientos de 100mm	1(c/u)
14.12 Prensa instalación de rodamientos	1(c/u)
14.13 Alicata universal de 8 pulgadas	1(c/u)
14.14 Caimán de 8 pulgadas	1(c/u)
14.15 Grilletes ¾ de pulgada	1(c/u)
14.16 Cadena de 0,6m	1(c/u)
14.17 Grata de copa trenzada	1(c/u)

15. ¿Qué equipos se necesitan?

- 15.1 Tecle hidráulico.
- 15.2 Bomba y depósito para líquido refrigerante.
- 15.3 Bomba desincrustante.
- 15.4 Esmeril angular
- 15.5 Hidro lavadora.

16. Indique (seleccione) ¿Qué competencias técnicas requiere el trabajo?

- 16.1 Hidráulica.
- 16.2 Máquinas y herramientas mecánicas.
- 16.3 Electricidad.
- 16.4 Sellos mecánicos.

17. ¿Qué servicios se requieren contratar?

- 17.1 Ningún servicio externo es necesario contratar.

18. ¿Quién o quiénes realizarán el trabajo?

- 18.1 Técnico de mantenimiento.

19. ¿Quién será el responsable del trabajo?

- 19.1 Supervisor: Nombre.
- 18.2 Mecánico: Nombre.

20. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

- 20.1 Informar sobre el procedimiento a realizar de forma previa.
- 20.2 Adjuntar formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List, Planos.

21. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

- 21.1 Tiempo disponible: El tiempo disponible será de 9 horas iniciando desde la entrega de maquina por parte de producción en la fecha de mantenimiento preventivo.

22. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

- 22.1 Jornada laboral normal.

23. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

- 23.1 Técnicos de mantenimiento: 1 mecánico y 1 supervisor.

24. ¿Cómo se decepcionará el trabajo?

24.1 Mantención mecánica eléctrica: Check List recepción de equipo.

25. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1 Realizar pruebas de arranque en banco de prueba a exigencias máximas, por 1 hora para verificación de hermeticidad.

26. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico de mantenimiento.

27. Realice un análisis de riesgo de esta actividad (¿what the if?)

27.1 ¿Qué sucede si no hay repuestos en stock?

27.1.1 Realizar cotización y orden de compra a los servicios de la región para la recepción del repuesto durante el día.

27.1.2 Coordinar con producción para entregar planes de inicio de máquina.

28. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

28.1 Pauta de trabajo.

28.2 Check List de recepción.

28.3 Informe indicativo de estándares de despiece logrados en prueba de banco.

29. Instrucciones de seguridad

29.1 Antes de comenzar todo trabajo asegúrese de contar con todos los implementos de protección personal guantes de cabritilla, zapatos de seguridad, protección auditiva y cofia.

29.2 Antes de iniciar los de desmontaje del equipo de la unidad principal, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.

29.3 Antes de comenzar a realizar cualquier maniobra con el equipo asegúrese que la temperatura del aceite se encuentre por debajo de los 30° para prevenir quemaduras.

29.4 Utilizar en todo momento para su desconexión de flexibles guantes de cabrerilla.

29.5 Una vez desconectado la subestación dejar bloqueado el equipo principal para que solo el equipo de mantenimiento pueda intervenirlo.

29.6 Una vez se disponga el equipo en el taller utilice los elementos alzadores que dispone la empresa para subir el equipo al banco de prueba jamás utilizar la fuerza humana.

29.7 Asegure que, durante maniobras de movimiento de cargas suspendidas, ninguna persona estará bajo la carga suspendida.

29.8 Después de drenar el aceite deseche este mismo en la zona de SUSPEL.

- 29.9 Tenga precaución, al comenzar las actividades de mantenimiento ya que el equipo o sus componentes pueden tener aristas vivas o superficies cortantes, el personal que participara en el trabajo debe utilizar guantes de cabritilla, o guantes hyflex si las acciones que realizaran no requieren de los otros.
- 29.10 Tenga precaución al momento de iniciar actividades el equipo aun contiene aceite ya que es imposible drenar del todo, asegúrese que en el banco de prueba se encuentre el receptáculo para contener el aceite.
- 29.11 Capacite a su personal sobre la operación y riesgos de llaves neumática, equipos hidráulicos, hidro lavadora y esmeriles angulares si aplican a su trabajo, al usar nunca apuntar al cuerpo o a extremidades de este mismo.
- 29.12 Mantenga siempre el área de trabajo limpia, aceite, grasa, pasta, etc. causan superficies resbaladizas y pueden provocar accidentes.
- 29.13 Al momento de usar bomba desincrustante verifique que todos los niples adaptados estén bien ajustados, uso overol desechable e impermeables, guantes de goma, careta, lentes y mascarilla. Si ocurre alguna filtración o contacto con del líquido desincrustante con la piel lavar con abundante agua por 20 a 30 minutos, acercarse a jefatura para asistencia médica inmediata.
- 29.14 Al entregar el equipo a producción retire todas las protecciones del equipo principal para que producción pueda darle inicio.

30. Temas Pendientes:

- 30.1 Revisar repuestos en bodega.
- 30.2 Reposición de stock repuestos ocupados.

31. Referencias:

- 31.1 Part Assembly Drawing – Shini MTC 605 : 3TM12010026

32. Fotografías

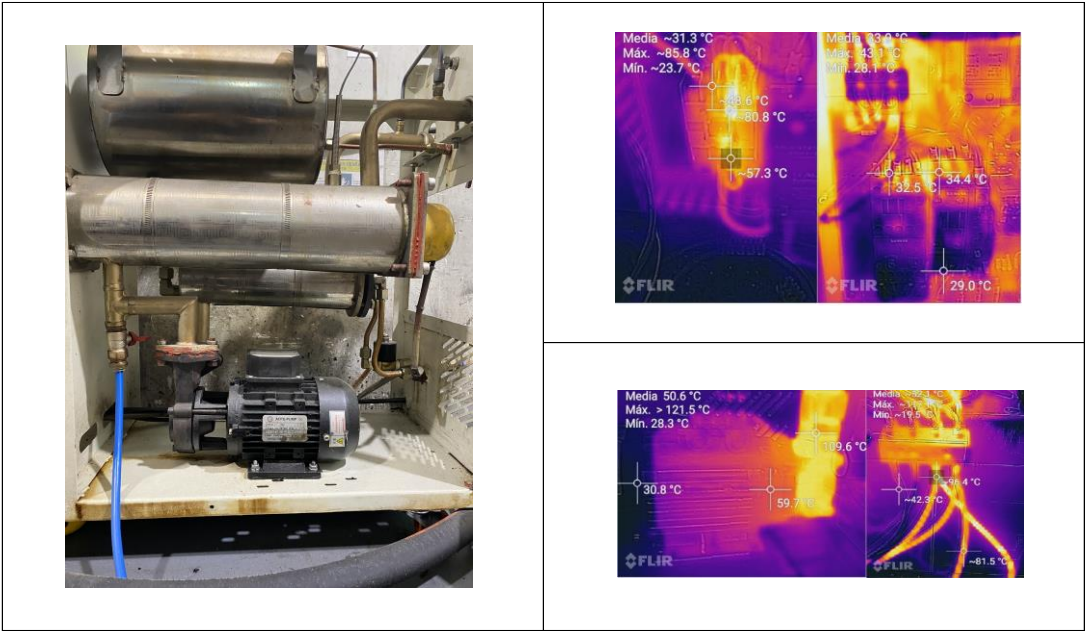


Figura 3-1. Equipo MTC y sus rangos de temperatura de trabajo permisible.
Fuente: Elaboración propia obtenidas en terreno.

ANEXO G: PLANIFICACIÓN PARA AFRONTAR ACTIVIDADES CORRECTIVAS

Fases invertidas dentro del enchufe trifásico:

1. **¿Qué trabajo se requiere realizar?**

1.1 Reconectar las fases en el enchufe invirtiendo su posición

2. **¿Por qué se debe realizar?**

2.1 Acción correctiva

3. **¿Cuáles son las recomendaciones del fabricante o especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?**

3.1 El equipo dispone de una alarma Phase alarm

4. **¿Cómo se debe realizar el trabajo**

4.1 Al conectar el equipo este emitirá una alarm sonora indicando que las fases están invertidas.

4.2 Desconectar el equipo de la energía, utilice guantes Hyflex para evitar algún daño corporal.

4.3 Abrir el enchufe con ayuda de un destornillador, desatornillar dos de los bornes hasta poder retirar los cables.

4.4 Cambiar de posiciones y atornillar los bornes.

4.5 Cerrar el enchufe y conectar.

4.6 Verificar funcionamiento.

4.7 Entregar a producción.

5. **¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?**

5.1 Desconectar el equipo.

5.2 Abrir enchufe.

5.3 Desatornillar dos fases y cambiar de lugar.

5.4 Atornillar las borneras, cerrar el enchufe y conectar.

5.5 revisión.

5.6 Entrega a producción.

6. **¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?**

6.1 Instalación de los cables con poca medida para fijación.

7. **¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los eventos de la partida de la partida anterior, cuáles y como se evitarán?**

7.1 Cambio de equipos en las distintas maquinas.

8. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

8.1 Verificar herramientas.

9. ¿Cuándo se debe realizar?

9.1 En el momento en que falle el equipo.

10. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?

10.1 Ninguno.

11. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

11.1 Partida de producción inicio de la máquina principal.

12. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

12.1 No existe ningún trabajo en paralelo.

13. ¿Qué repuestos e insumos se necesitan?

13.1 No se necesitan.

14. ¿Qué herramientas se necesitan?

14.1 Destornillador aislado punta cruz

1(c/u)

15. ¿Qué equipos se necesitan?

15.1 Ninguno.

16. Indique (seleccione) ¿Qué competencias técnicas requiere el trabajo?

16.1 Electricidad.

17. ¿Qué servicios se requieren contratar?

17.1 Ningún servicio externo es necesario contratar.

18. ¿Quién o quiénes realizaran el trabajo?

18.1 Técnico de mantenimiento.

19. ¿Quién será el responsable del trabajo?

19.1 Supervisor: Nombre.

18.2 Mecánico: Nombre.

20. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

20.1 Informar sobre el procedimiento a realizar de forma previa.

20.2 Adjuntar formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List, Planos.

21. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

21.1Tiempo disponible: El tiempo disponible será de 10min iniciando desde la presentación del problema.

22. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

22.1 Jornada laboral normal.

23. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

23.1Técnicos de mantenimiento: 1 mecánico y 1 supervisor.

24. ¿Cómo se recepcionará el trabajo?

24.1Mantención mecánica eléctrica: Check List recepción de equipo.

25. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1Realizar pruebas de arranque.

26. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico de mantenimiento.

27. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

27.1 Pauta de trabajo.

27.2 Check List de recepción.

28. Instrucciones de seguridad

28.1 Antes de comenzar todo trabajo asegúrese de contar con todos los implementos de protección personal guantes de cabritilla, zapatos de seguridad, protección auditiva y cofia.

28.2 Antes de iniciar los de desmontaje del equipo de la unidad principal, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.

28.3Utilizar en todo momento para su trabajo guantes Hyflex.

29. Temas Pendientes:

29.1Revisar estado de herramientas.

30. Referencias:

30.1 Part Assembly Drawing – Shini MTC 605 : 3TM12010026

Fusible quemado:

- 1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?**
 - 1.1 Cambio de fusibles.
 - 1.2 Búsqueda de falla.
- 2. ¿Por qué se debe realizar?**
 - 2.1 Acción correctiva.
- 3. ¿Cuáles son las recomendaciones del fabricante o especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?**
 - 3.1 No hay referencias.
- 4. ¿Cómo se debe realizar el trabajo**
 - 4.1 Desconectar el equipo de la energía, utilice guantes Hyflex para evitar algún daño corporal.
 - 4.2 Abrir porta fusible y retirar el implemento defectuoso.
 - 4.3 Realizar mediciones para descubrir que ocasiono el sobreconsumo.
 - 4.4 Una vez detectado el problema y solucionado.
 - 4.5 Cambie el fusible y cierre el porta fusibles.
 - 4.6 Liberar todas las protecciones eléctricas y verificar que el equipo encienda.
 - 4.7 Entregar a producción.
- 5. ¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?**
 - 5.1 Desconectar el equipo.
 - 5.2 Abrir porta fusible.
 - 5.3 Búsqueda de falla.
 - 5.4 Cambiar fusible.
 - 5.5 revisión.
 - 5.6 Entrega a producción.
- 6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?**
 - 6.1 Colocar un fusible de menor consumo al consumo nominal del equipo.
- 7. ¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los eventos de la partida de la partida anterior, cuáles y como se evitarán?**
 - 7.1 Ninguno.

8. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

8.1 Verificar repuestos en pañol.

9. ¿Cuándo se debe realizar?

9.1 En el momento en que falle el equipo.

10. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?

10.1 Ninguno.

11. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

11.1 Partida de producción inicio de la máquina principal.

12. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

12.1 No existe ningún trabajo en paralelo.

13. ¿Qué repuestos e insumos se necesitan?

13.1 Fusible de 10 A

1(c/u)

14. ¿Qué herramientas se necesitan?

14.1 No se necesitan herramientas.

15. ¿Qué equipos se necesitan?

15.1 Ninguno.

16. Indique (seleccione) ¿Qué competencias técnicas requiere el trabajo?

16.1 Electricidad.

17. ¿Qué servicios se requieren contratar?

17.1 Ningún servicio externo es necesario contratar.

18. ¿Quién o quiénes realizarán el trabajo?

18.1 Técnico de mantenimiento.

19. ¿Quién será el responsable del trabajo?

19.1 Supervisor: Nombre.

18.2 Mecánico: Nombre.

20. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

20.1 Informar sobre el procedimiento a realizar de forma previa.

20.2 Adjuntar formularios de Planificación.

21. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

21.1Tiempo disponible: El tiempo disponible será de 10min iniciando desde la presentación del problema.

22. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

22.1 Jornada laboral normal.

23. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

23.1Técnicos de mantenimiento: 1 mecánico y 1 supervisor.

24. ¿Cómo se recepcionará el trabajo?

24.1Mantención mecánica eléctrica: revisión de funcionamiento recepción de equipo.

25. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1Realizar pruebas de arranque.

26. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico de mantenimiento.

27. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

27.1 No se presentan documentos.

28. Instrucciones de seguridad

28.1 Antes de comenzar todo trabajo asegúrese de contar con todos los implementos de protección personal guantes de cabritilla, zapatos de seguridad, protección auditiva y cofia.

28.2 Antes de iniciar los de desmontaje del equipo de la unidad principal, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.

28.3Utilizar en todo momento para su trabajo guantes Hyflex.

29. Temas Pendientes:

29.1Revisar stock en pañol.

30. Referencias:

30.1 Part Assembly Drawing – Shini MTC 605 : 3TM12010026

Cambio de contactor por desgaste mecánico y desgaste en el núcleo o armaduras.

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?

1.1 Cambio de contactor.

2. ¿Por qué se debe realizar?

2.1 Acción correctiva.

3. ¿Cuáles son las recomendaciones del fabricante o especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?

3.1 No dispone de recomendaciones.

4. ¿Cómo se debe realizar el trabajo

4.1 Al conectar el equipo este será incapaz de ejecutar ciertas acciones ya sea la de encender el motor o mantener energizado el calefactor.

4.2 Medir voltajes en Contactores identificando cual es el que tiene problemas

4.3 Desconectar el equipo de la energía, utilice guantes Hyflex para evitar algún daño corporal.

4.4 Desconectar el contactor defecto marcando la posición de los cables y cambiar por otro nuevo instalando los cables en la misma posición.

4.5 Energizar y verificar funcionamiento.

4.6 Entregar a producción.

5. ¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?

5.1 Identificar problema y componente.

5.2 Desconectar el equipo

5.3 Cambiar contactor.

5.4 revisión.

5.5 Entrega a producción.

6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?

6.1 Instalación de los cables en posiciones incorrecta ocasionando que la bomba gire de forma inversa.

7. ¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los eventos de la partida de la partida anterior, cuáles y como se evitarán?

7.1 Ninguna.

8. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

8.1 Verificar repuestos en pañol.

9. ¿Cuándo se debe realizar?

9.1 En el momento en que falle el equipo.

10. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?

10.1 Ninguno.

11. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

11.1 Partida de producción inicio de la máquina principal.

12. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

12.1 No existe ningún trabajo en paralelo.

13. ¿Qué repuestos e insumos se necesitan?

13.1 Contactor st 12 1(c/u)

14. ¿Qué herramientas se necesitan?

14.1 Destornillador aislado punta cruz 1(c/u)

14.2 Multímetro y amperímetro 1(c/u)

15. ¿Qué equipos se necesitan?

15.1 Ninguno.

16. Indique (seleccione) ¿Qué competencias técnicas requiere el trabajo?

16.1 Electricidad.

17. ¿Qué servicios se requieren contratar?

17.1 Ningún servicio externo es necesario contratar.

18. ¿Quién o quiénes realizaran el trabajo?

18.1 Técnico de mantenimiento.

19. ¿Quién será el responsable del trabajo?

19.1 Supervisor: Nombre.

18.2 Mecánico: Nombre.

20. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

20.1 Informar sobre el procedimiento a realizar de forma previa.

20.2 Adjuntar formularios de Planificación.

21. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

21.1Tiempo disponible: El tiempo disponible será de 30 min iniciando desde la presentación del problema.

22. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

22.1 Jornada laboral normal.

23. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

23.1Técnicos de mantenimiento: 1 mecánico y 1 supervisor.

24. ¿Cómo se recepcionará el trabajo?

24.1Mantenición mecánica eléctrica: Check List recepción de equipo.

25. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1Realizar pruebas de arranque.

26. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico de mantenimiento.

27. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

27.1 Pauta de trabajo.

27.2 verificación jefatura.

28. Instrucciones de seguridad

28.1 Antes de comenzar todo trabajo asegúrese de contar con todos los implementos de protección personal guantes de cabritilla, zapatos de seguridad, protección auditiva y cofia.

28.2 Antes de iniciar los de desmontaje del equipo de la unidad principal, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.

28.3Utilizar en todo momento para su trabajo guantes Hyflex.

29. Temas Pendientes:

29.1Revisar stock de repuesto.

30. Referencias:

30.1 Part Assembly Drawing – Shini MTC 605 : 3TM12010026

Limpieza de válvula.

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?

1.1 Limpieza válvula.

2. ¿Por qué se debe realizar?

2.1 Acción correctiva.

3. ¿Cuáles son las recomendaciones del fabricante o especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?

3.1 No dispone de recomendaciones.

4. ¿Cómo se debe realizar el trabajo

4.1 Cerrar flujo de líquido refrigerante y desconectar mangueras.

4.2 Desconectar la válvula y desarmar.

4.3 Limpiar válvula y sopletear con aire comprimido, armar válvula y montar.

4.4 Conectar cañerías y mangueras.

4.5 Dar flujo de líquido refrigerante.

4.6 Entregar a producción.

5. ¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?

5.1 Identificar problema y componente.

5.2 Desconectar el equipo

5.3 Limpiar válvula.

5.4 revisión.

5.5 Entrega a producción.

6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?

6.1 Sentido incorrecto de la válvula en la instalación.

7. ¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los eventos de la partida de la partida anterior, cuáles y como se evitarán?

7.1 Ninguna.

8. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

8.1 Verificar líquidos de limpieza en pañol.

9. ¿Cuándo se debe realizar?

9.1 En el momento en que falle el equipo.

10. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?

10.1 Ninguno.

11. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

11.1 Partida de producción inicio de la máquina principal.

12. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

12.1 No existe ningún trabajo en paralelo.

13. ¿Qué repuestos e insumos se necesitan?

13.1 Ninguno.

14. ¿Qué herramientas se necesitan?

14.1 Llave punta corona 19,17,13 y 14 1(c/u)

14.2 Paños de toalla. 1kg (c/u)

14.3Artículos de limpieza desincrustante. 1lt (c/u)

15. ¿Qué equipos se necesitan?

15.1 Ninguno.

16. Indique (seleccione) ¿Qué competencias técnicas requiere el trabajo?

16.1 mecánico.

17. ¿Qué servicios se requieren contratar?

17.1Ningún servicio externo es necesario contratar.

18. ¿Quién o quiénes realizaran el trabajo?

18.1Técnico de mantenimiento.

19. ¿Quién será el responsable del trabajo?

19.1 Supervisor: Nombre.

18.2 Mecánico: Nombre.

20. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

20.1 Informar sobre el procedimiento a realizar de forma previa.

20.2 Adjuntar formularios de Planificación.

21. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

21.1Tiempo disponible: El tiempo disponible será de 30 min iniciando desde la presentación del problema.

22. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

22.1 Jornada laboral normal.

23. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

23.1Técnicos de mantenimiento: 1 mecánico y 1 supervisor.

24. ¿Cómo se recepcionará el trabajo?

24.1Mantenición mecánica eléctrica: Check List recepción de equipo.

25. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1Realizar pruebas de arranque.

26. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico de mantenimiento.

27. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

27.1 Pauta de trabajo.

27.2 verificación jefatura.

28. Instrucciones de seguridad

28.1 Antes de comenzar todo trabajo asegúrese de contar con todos los implementos de protección personal guantes de cabritilla, zapatos de seguridad, protección auditiva y cofia.

28.2 Antes de iniciar los de desmontaje del equipo de la unidad principal, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.

28.3Utilizar en todo momento para su trabajo guantes Cabritilla.

29. Temas Pendientes:

29.1Revisar stock de líquido desincrustante.

30. Referencias:

30.1 Part Assembly Drawing – Shini MTC 605 : 3TM12010026

Cambio de impulsor.

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?

1.1 Remplazar impulsor de bronce por otro

2. **¿Por qué se debe realizar?**

2.1 Acción correctiva.

3. **¿Cuáles son las recomendaciones del fabricante o especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?**

3.1 No dispone de recomendaciones.

4. **¿Cómo se debe realizar el trabajo**

4.1 Detener funcionamiento de equipo para que este descienda su temperatura a 50°C Cerrar una vez que la temperatura haya bajado bloquear equipo principal y detener flujo de líquido refrigerante y desconectar mangueras.

4.2 Apagar equipo y desconectar de la red eléctrica.

4.3 Purgar equipo sacando todo el aceite que este contenga, una vez purgado la cantidad de aceite remover el grupo motor-bomba, desconecta la parte eléctrica desde la bornera del motor y las tuercas de sujeción del depósito de calefactor y del depósito de intercambiador.

4.4 Transportar hacia taller para un mejor control de herramientas.

4.5 Desarmar la moto bomba soltando los 4 pernos de sujeción utilice la llave de 10 mm, retirar con cuidado verificando el estado de los o-ring 2-038 de la carcasa

4.6 Soltar sistema de acople y cambiar el impulsor, ajustar teniendo cuidado de que este quede con una distancia de 25 décimas de milímetro entre el impulsor y el cuerpo de la bomba.

4.7 Reapretar acople de sujeción.

4.8 Armar bomba cambiando los o-ring si este lo requiere.

4.9 Montar la bomba en el quipo siguiendo la misma secuencia de cuando esta se desconectó, fijar las tuercas de sujeción.

4.10 Verificar que todo esté conectado y que las llaves de paso para purgar estén cerradas.

4.11 Rellenar equipo con aceite nuevo para evitar inconvenientes.

4.12 Desechar aceite recolectado en bodega de residuos peligrosos.

4.13 Energizar equipo y dar el paso para el líquido refrigerante

4.14 Verificar correcto funcionamiento realizar limpieza del lugar y levantamiento de entrega del trabajo.

4.15 Desbloquear el equipo principal.

4.16 Entregar a producción.

5. **¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?**

- 5.1 Identificar problema y componente.
 - 5.2 Desconectar el equipo
 - 5.3 Bloquea equipo principal
 - 5.4 Desmontaje motor bomba
 - 5.5 Despiece bomba
 - 5.6 Cambio de impulsor
 - 5.7 Rearmado de la bomba
 - 5.8 Montaje en el equipo
 - 5.9 Revisión
 - 5.10 Desbloqueo equipo principal
 - 5.11 Entrega a producción.
- 6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo, cuáles y como se evitarán?**
- 6.1 Mal ajuste en el impulsor.
- 7. ¿Este equipo o actividad tiene asociado eventos relacionados con los eventos de la partida de la partida anterior, cuáles y como se evitarán?**
- 7.1 Ninguna.
- 8. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?**
- 8.1 Verificar repuestos en pañol.
- 9. ¿Cuándo se debe realizar?**
- 9.1 En el momento en que falle el equipo.
- 10. ¿El inicio de este trabajo depende del término o entrega de otras actividades, cuáles?**
- 10.1 Ninguno.
- 11. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?**
- 11.1 Partida de producción inicio de la máquina principal.
- 12. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?**
- 12.1 No existe ningún trabajo en paralelo.
- 13. ¿Qué repuestos e insumos se necesitan?**
- | | |
|-------------------------|--------|
| 13.1 O-ring 2-038 Viton | 1(c/u) |
| 13.2 Impulsor de latón | 1(c/u) |
- 14. ¿Qué herramientas se necesitan?**

14.1 Llave punta corona 8, 32 y 27	1(c/u)
14.2 Destornillador eléctrico	1 (c/u)
14.3Paños	1 kg (c/u)
14.4Artículos de limpieza desincrustante.	1lt (c/u)
14.5 Recipiente recolector de aceite	1 (c/u)
14.6 Fillet de 0,25 mm	2 (c/u)

15. ¿Qué equipos se necesitan?

15.1 Ninguno.

16. Indique (seleccione) ¿Qué competencias técnicas requiere el trabajo?

16.1 mecánico.

17. ¿Qué servicios se requieren contratar?

17.1Ningún servicio externo es necesario contratar.

18. ¿Quién o quiénes realizaran el trabajo?

18.1Técnico de mantenimiento.

19. ¿Quién será el responsable del trabajo?

19.1 Supervisor: Nombre.

18.2 Mecánico: Nombre.

20. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

20.1 Informar sobre el procedimiento a realizar de forma previa.

20.2 Adjuntar formularios de Planificación.

21. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

21.1Tiempo disponible: El tiempo disponible será de 30 min iniciando desde la presentación del problema.

22. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

22.1 Jornada laboral normal.

23. ¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

23.1Técnicos de mantenimiento: 1 mecánico y 1 supervisor.

24. ¿Cómo se recepcionará el trabajo?

24.1Mantención mecánica eléctrica: Check List recepción de equipo.

25. ¿Qué pruebas se realizarán?

25.1 Realizar pruebas de arranque.

26. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

26.1 Mecánico de mantenimiento.

27. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

27.1 Pauta de trabajo.

27.2 verificación jefatura.

28. Instrucciones de seguridad

28.1 Antes de comenzar todo trabajo asegúrese de contar con todos los implementos de protección personal guantes de cabritilla, zapatos de seguridad, protección auditiva y cofia.

28.2 Antes de iniciar los de desmontaje del equipo de la unidad principal, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.

28.3 Utilizar en todo momento para su trabajo guantes Cabritilla.

29. Temas Pendientes:

29.1 Revisar stock de líquido desincrustante.

30. Referencias:

30.1 Part Assembly Drawing – Shini MTC 605 : 3TM12010026

ANEXO H: PORPUESTA DE PAUTA DE TRABAJO PARA PLAN DE MANTENIMIENTO.

Pauta de Trabajo - Controlador de temperatura de molde						
Lista de Actividades			Ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1		Detener funcionamiento del calefactor y accionar sistema de enfriamiento, esperar hasta que el equipo descienda su temperatura hasta los 30°C.				
2		Apagar equipo, desconectar de energía eléctrica, cerrar llaves de paso y desconectar conexión salida y retorno del molde, desconectar conexión de entrada y salida de líquido refrigerante.				
3		Transportar equipo hacia taller, desmontar tapas de la carcasa, colocar cadenas y con ayuda de un tacle hidráulico levantar y montar en banco de prueba.				
4		Puentear flexible de teflón de altas temperaturas puenteando la salida del aceite con el retorno, abrir llaves de paso y conectar el sistema de refrigeración a la línea del agua.				
		Inspecciones visuales y eléctricas.				
5		Enchufar equipo y energizar dando arranque a este.				
6		Realizar mediciones de consumo y temperatura a motor eléctrico.				
7		Realizar mediciones de voltaje y de resistencia al transformador de 380v/220v.				
8		Inspeccionar visualmente los puntos que se encuentran con filtración.				
9		Apagar calefactor y accionar de forma manual el sistema de refrigeración.				
10		Apagar equipo una vez que este a 30°Cy desconectar de fuente de energía.				
		Cambio de o-ring y rodamientos motor				
11		Drenar aceite del equipo depositándolo en un tambor de 20 litros.				
12		Desconectar eléctricamente y de su base el motor.				
13		Desacoplar las conexiones de la bomba con los depósitos de refrigeración y calefacción.				

14	Retirar el motor bomba y montarlo en tornillo mecánico.				
15	Retirar pernos de sujeción bomba desmontar la voluta y comenzar a desmontar los demás componentes.				
16	Extraer impulsor con machina de extracción y realizar mediciones.				
17	Inspeccionar medidas impulsor.				
18	Retirar seguro segger y retirar el sello mecánico parte móvil.				
19	Retirar el cuerpo soporte desmontar la parte fija del sello mecánico.				
20	Realizar limpieza del eje con lija 1500 para retirar excesos de carbonillos.				
	<i>Note si en la actividad de inspección 4.7 se detecta anomalía o el motor ya se encuentra en las 10.000h de trabajo seguir con la secuencia de lo contrario saltar se hasta el punto 4.29</i>				
21	Marcar tapas de motor para su desarme.				
22	Desmontar ventilador y retirar pernos de las tapas.				
23	Sacar rotor una tapa quedara en el motor y la otra tapa quedara en el rotor,				
24	Desmontar rotor de la tapa, sacar seguro segger de la tapa y desmontar rodamientos tanto el del rotor como el de la tapa con el Extractor de rodamientos.				
25	Montar rodamientos nuevos (6202c3)				
26	Ensamblar motor siguiendo los pasos a la inversa a como se desmonto.				
27	Montar o-ring nuevos en el sello mecánico estático (2-113 VITON) y en el sello dinámico (2-110 VITON).				
28	Montar el sello mecánico estático con su o-ring en el cuerpo soporte y montar en el motor, montar sello dinámico comprimiendo su o-ring con su anillo metálico.				
29	Instalar resorte con su sello segger				
30	Montar impulsor si este presenta desgaste instalar uno nuevo.				
31	Montar o-ring de la carcasa (2-038 VITON) y colocar los pernos de sujeción de la bomba.				
32	Montar el motor en el equipo, conectando la entrada y la descarga de la bomba en el depósito de calefacción y del intercambiador.				

		Limpieza y revisión calefactor				
33		Desmotar tapa de protección conexiones eléctricas, desconectar terminales de la bornera del calefactor.				
34		Desmontar pernos de sujeción brida del calefactor, sacar el calefactor y limpiar el interior sacando el resto de carboncillo que se disponga en su interior.				
35		Limpiar el calefactor con hidro lavadora y grata retirando los restos de la empaquetadura anterior.				
36		Realizar mediciones de resistencia para verificar que los calefactores estén buenos.				
37		Instalar calefactor en caso de encontrarse con las resistencias abiertas o haya cumplido un total 10.000h de funcionamiento realizar cambio por uno nuevo.				
38		Fabricar empaquetadura (Klinger 4553) con medidas del plano.				
39		Colocar sellante en brida y deposito, instalar empaquetadura y montar pernos verificando su apriete.				
40		Verificar estado de terminales si se encuentran cortados o desgastados instalar nuevos.				
41		Apernar los terminales en la bornera del calefactor verificando su apreté.				
42		Montar tapa de protección.				
		Limpieza y revisión del sistema de refrigeración.				
43		Desmontar cañerías del sistema de refrigeración.				
44		Desmontar pernos de sujeción de la brida y desmontar intercambiador.				
45		Limpiar con hidro lavadora y grata removiendo carboncillo y restos de la empaquetadura anterior.				
46		Conectar adaptación de niples para realizar limpieza con bomba desincrustante.				
47		Conectar a la red de agua para eliminar residuos del desincrustante.				
48		Desacoplar adaptación de niples y fabricar empaquetadura (Klinger 4553) con la medida de los planos.				
49		Colocar sellante en la brida del calefactor y del depósito.				

50	Montar empaquetadura y montar el intercambiador en el depósito de refrigeración.				
51	Montar pernos de sujeción del intercambiador.				
52	Instalar cañerías.				
53	Rellenar deposito con 6 litros de aceite térmico (Mobil therm 605).				
54	Desarmar enchufe trifásico y apretar las bornera que sujetan los cables.				
55	Rearmar enchufe.				
	Entrega a producción.				
56	Conectar a la corriente el equipo y encender para realizar pruebas de calidad.				
57	Apagar el calefactor y accionar manualmente el sistema de refrigeración para que baje la temperatura de aceite.				
58	Bajar del banco de prueba con ayuda del teclc hidráulico, colocar sus tapas y realizar limpieza de este mismo.				
59	Entregar a producción.				
Nombre ITO Firma ITO Nombre Sup. EESS Firma Sup. EESS					

Fuente: Elaboración propia con referencia de programación de mantención Agitador 553-28-028.

ANEXO I: PROPUESTA DE CHECK LIST PARA PLAN DE MANTENIMINETO.

Plástico Tumani - Planta Curauma Valparaíso - 2022

Check List recepción: Controlador de temperatura de moldeo

Ítem	Actividad	Si	No
1	Verificar que no existan filtraciones en los componentes cambiados.	☐	☐
2	Verificar las conexiones al molde que no se crucen con las del equipo continuo.	☐	☐
3	Verificar que las temperaturas alcanzadas sean un valor real.	☐	☐
4	Verificar flujo de entrada y de retorno.	☐	☐
5	Verificar la presión de trabajo.	☐	☐
6	Verificar consumo de amperaje.	☐	☐
7	Verificar conexión agua sistema refrigerante.	☐	☐
8	Verificar funcionamiento sistema refrigerante.	☐	☐
9	Verificar nivel de aceite una vez instalado.	☐	☐
10	Verificar protecciones instaladas.	☐	☐
11	Verificar distancia con los equipos continuos.	☐	☐
12	Verificar área de trabajo limpia.	☐	☐
13	Verificar retiro de bloqueos.	☐	☐

Observaciones:

Nombre ITO

Fecha

Firma

Fuente: Elaboracion propia adaptando pauta Mantención Agitador 553-28-028.

ANEXO J: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO NORMA ISO 14224:2016.

BS EN ISO 14224:2016
ISO 14224:2016(E)

B.2.5 Actividad de mantenimiento

En la [Tabla B.5](#), se establecen doce categorías de actividad de mantenimiento, junto con los códigos correspondientes para el uso en bases de datos, tanto para mantenimiento correctivo como para mantenimiento preventivo.

Tabla B.5 — Actividad de Mantenimiento

Código Numérico	Actividad	Descripción	Ejemplos	Uso ^a
1	Reemplazar	Reemplazo del ítem por un ejemplar nuevo o rehabilitado del mismo tipo y marca	Reemplazo de un rodamiento desgastado	C, P
2	Reparar	Acción de mantenimiento manual realizada para restaurar un ítem a su apariencia o estado original	Reempaquetamiento, soldadura, llenado, reconexión, refabricación, etc.	C
3	Modificar ^b	Reemplazar, renovar o cambiar el ítem, o una parte de ello, con una pieza de otro tipo, marca, material o diseño	Instalar un filtro con una malla de menor diámetro, reemplazar una bomba de aceite de lubricación con una bomba de otro tipo, reconfiguración, etc.	C, P
4	Ajustar	Restaurar cualquier condición fuera de tolerancia al rango de tolerancia	Alinear, configurar y reconfigurar, calibrar, equilibrar	C, P
5	Reequipamiento	Actividad de reparación/servicio menor para restaurar un ítem a una apariencia aceptable, tanto interna como externa.	Pulido, limpieza, fresado, pintura, recubrimiento, lubricación, cambio de aceite, etc.	C, P
6	Revisión ^c	Se investiga la causa de la falla, pero no se realiza ninguna actividad de mantenimiento, o la acción se posterga. Función recuperada a través de acciones simples, p.ej. reiniciar o reconfigurar	Reinicio, reconfiguración, ninguna acción de mantenimiento, etc. Especialmente relevante para fallas funcionales, p.ej. detectores de incendio y gas, equipos submarinos	C
7	Servicio	Tareas de servicio periódico: normalmente el ítem no se desarma	ej. limpieza, reposición de suministros consumibles, ajustes y calibraciones	P
8	Prueba	Prueba periódica de funcionamiento o rendimiento	Prueba de función de un detector de gas, prueba de exactitud de un flujómetro	P
9	Inspección	Inspección/verificación periódica: escrutinio cuidadoso de un ítem con o sin desarmado, normalmente a través de los sentidos	Todo tipo de verificación general. Incluye mantenimiento menor como parte de la tarea de inspección.	P
10	Reacondicionamiento	Reacondicionamiento mayor	Inspección/ acondicionamiento general con desarmado y reemplazo de ítems según se especifique o se requiera	C, P
11	Combinación	Incluye varias de las actividades anteriores	Si una actividad predomina, ésta puede registrarse	C, P
12	Otros	Actividad de mantenimiento diferente a las anteriores	ej. actividades de protección	C, P
^a C: utilizado típicamente en el mantenimiento correctivo; P: utilizado típicamente en el mantenimiento preventivo.				
^b La modificación no está definida como categoría de mantenimiento, pero a menudo se realiza por personas entrenadas en disciplinas de mantenimiento. La modificación puede tener una influencia importante en la operación y confiabilidad de un equipo.				
^c "Revisión" incluye tanto los casos en donde una causa de falla se identificó, pero la acción de mantenimiento se consideró como innecesario o imposible de realizar como en aquellos casos donde no se pudo identificar una causa de falla.				

Con respecto al mantenimiento correctivo, esta información describe el tipo de actividad de restauración que

OBJETIVOS
CONTEXTO DE LA EMPRESA