

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
PARA *TOP ROLLS* EN VIDRIO ANDINO S.A

MIGUEL ANGEL MOTTA CRUZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2017

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
PARA *TOP ROLLS* EN VIDRIO ANDINO S.A

MIGUEL ANGEL MOTTA CRUZ

Trabajo de Grado en la modalidad de pasantía para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Director: Elver Jofre Carvajal
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2017

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de grado a Dios y a mi familia, a mi padre Miguel Ángel Motta, quien con sus consejos siempre me alentó a seguir adelante ante cualquier adversidad, y siempre estuvo dispuesto a hacer lo que hiciera falta por mi bienestar. A mi madre Zulma Beatriz Cruz, quien me brindó la mejor educación y quien con sus enseñanzas forjó en mí el carácter y la determinación para ser la persona que hoy soy, a mí hermana Tania Alejandra Motta por ser cómplice y amiga en este arduo camino.

Este triunfo es más de ustedes que mío, los amo inmensamente.

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a todas las personas que permitieron que esta etapa tan importante en mi vida culminara de la mejor manera.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás, en especial al ingeniero Elver Carvajal, quien orientó y dirigió mi proyecto de grado. Al ingeniero Francisco Campos quien me asesoró en la parte técnica y siempre estuvo dispuesto a brindarme su conocimiento y apoyo en el tema.

Gracias a la empresa Vidrio Andino, que me acogió y me abrió sus puertas. A sus directivos, al Ingeniero Clímaco León y al Ingeniero Felipe Botero por su apoyo y confianza al permitirme desarrollar este proyecto que ha contribuido a mi formación integral.

Agradezco a todas las personas que conforman esta maravillosa empresa, en especial al ingeniero Carlos Martínez con quien tuve la oportunidad de realizar este proyecto, quién dedicó tiempo, conocimiento y voluntad, quien con su ejemplo, se ha ganado mi respeto profesional. Al ingeniero Fernando Nocua por su comprensión y apoyo en este proceso, sus enseñanzas y consejos fueron fundamentales para continuar adelante en los momentos difíciles.

A mis compañeros y amigos de trabajo quienes me apoyaron y animaron a finalizar este peldaño para alcanzar mis objetivos.

Por último agradezco a mi novia Claudia Torres quien siempre fue incondicional y quién desinteresadamente me brindó su ayuda en este proceso, sin su compañía y sin su voz de aliento, todo hubiese sido más difícil. A su familia en especial a su tía Yolanda Rubiano, quién dispuso de su tiempo en ayudarme a la estructuración del documento.

Gracias de corazón a todos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. OBJETIVOS.....	16
4.1. OBJETIVO GENERAL	16
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
5. MARCO REFERENCIAL.....	17
5.1. GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL VIDRIO FLOTADO.....	17
5.1.1. Descripción del área del Flotado	18
5.1.2. Descripción de los equipos Top Roll.....	19
5.2. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	21
5.2.1. Definición del Mantenimiento.....	21
5.2.2. Objetivos del Mantenimiento.....	21
5.2.3. Tipos de Mantenimiento	22
5.2.4. Metodologías del mantenimiento.....	23
5.3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM).....	25
5.3.1. Definición del mantenimiento centrado en confiabilidad.....	25
5.3.2. Las Siete Preguntas Básicas del RCM:	25
5.3.3. Funciones y estándares de funcionamiento.....	26
5.3.4. Fallas funcionales.....	27
5.3.5. Modos de falla	28
5.3.6. Efectos y consecuencias de las fallas.....	28
5.3.7. Análisis de criticidad.....	30
5.3.8. Tareas de mantenimiento.....	31
5.3.9. Árbol lógico de decisiones (ALD).....	32
5.3.10. Hoja de decisiones de RCM.....	32
6. MARCO NORMATIVO	34
7. FUNCIONES Y ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	35
7.1. Conformación del grupo natural de trabajo (GNT)	35

7.2.	Plan de mantenimiento actual.....	36
7.3.	Sistemas y subsistemas del equipo.....	36
7.4.	Contexto de operación del equipo.....	38
7.4.1.	Sistema de rotación.....	40
7.4.2.	Sistema de pinzado.....	40
7.4.3.	Sistema de penetración.....	41
7.4.4.	Sistema de penetración periscopio.....	41
7.4.5.	Sistema de angulación.....	42
7.4.6.	Sistema del bastidor.....	42
7.5.	Funciones y estándares de funcionamiento del equipo.....	43
7.6.	Clasificación y listado de las funciones.....	45
8.	CRITICIDAD, MODOS Y EFECTOS DE FALLA DEL EQUIPO.....	47
8.1.	Análisis de fallas funcionales.....	47
8.1.1.	Falla total y parcial.....	47
8.1.2.	Límites superiores e inferiores.....	48
8.2.	Análisis de modos y efectos de las fallas (AMEF).....	49
8.2.1.	Modos de falla de los <i>Top Rolls</i>	49
8.2.2.	Efectos de las fallas en los <i>Top Rolls</i>	52
8.3.	Análisis de criticidad de los componentes y consecuencias de sus fallas.....	56
9.	DETERMINACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.....	61
9.1.	Árbol lógico de decisiones (ALD).....	61
9.2.	Hoja de decisiones de RCM.....	61
9.3.	Actividades y frecuencias de mantenimiento.....	62
9.3.1.	Tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclicas.....	62
9.3.2.	Tareas de monitoreo a condición.....	64
9.3.3.	Acciones “a falta de”.....	66
9.4.	Indicadores y costos de mantenimiento.....	68
10.	CONCLUSIONES.....	71
11.	RECOMENDACIONES.....	72
	BIBLIOGRAFÍA.....	73
	ANEXOS.....	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. NP3 (NÚMERO DE AVERÍAS CON O SIN PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN EN EL FLOAT POR SISTEMA) - 2016	13
FIGURA 2. PORCENTAJES COMPARADOS DE VALOR DADO POR LA DIRECCIÓN DE LAS EMPRESAS A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO - COMPARACIÓN 1990-2006-2008	14
FIGURA 3. PLANTA DE VIDRIO FLOTADO UBICADO EN SOACHA –CUNDINAMARCA	17
FIGURA 4. PROCESO DE MANUFACTURA DEL VIDRIO FLOTADO	18
FIGURA 5. VISTA GENERAL DEL ÁREA DEL FLOTAD	18
FIGURA 6. TOP ROLLS EN EL BAÑO DE ESTAÑO.	19
FIGURA 7. MOVIMIENTOS FUNDAMENTALES DE LOS <i>TOP ROLLS</i>	19
FIGURA 8. VARIABLES DE CONTROL DE LOS TOP ROLLS	20
FIGURA 9. PERMITIENDO EL DETERIORO	28
FIGURA 10. ÁRBOL LÓGICO DE DECISIONES	33
FIGURA 11. ESQUEMA GRUPO DE TRABAJO RCM	35
FIGURA 12. GRUPO DE TRABAJO RCM VIDRIO ANDINO	35
FIGURA 13. TOP ROLL EN OPERACIÓN	38
FIGURA 14. POSICIÓN DE LOS TOP ROLLS EN EL BAÑO DE ESTAÑO	39
FIGURA 15. ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE ROTACIÓN	40
FIGURA 16. ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE PINZADO	40
FIGURA 17. ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE PENETRACIÓN	41
FIGURA 18. ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE PENETRACIÓN PERISCOPIO	41
FIGURA 19. ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE ANGULACIÓN	42
FIGURA 20. ENTRADAS Y SALIDAS DEL BASTIDOR	42
FIGURA 21. PORCENTAJE DE TIPO DE ACTIVIDADES PARA EL EQUIPO <i>TOP ROLL</i>	67
FIGURA 22. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS DEL RCM EN LOS <i>TOP ROLLS</i>	67
FIGURA 23. FRECUENCIAS DE ACTIVIDADES POR RESPONSABLES	68

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. MATRIZ DE CRITICIDAD.....	30
CUADRO 2. SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL EQUIPO.....	35
CUADRO 3. NÚMERO DE PAREJAS DE TOP ROLL POR ESPESOR DE LÁMINA DE VIDRIO....	38
CUADRO 4. FUNCIÓN PRINCIPAL DE LA JUNTA ROTATIVA DEL SISTEMA DE ROTACIÓN.....	42
CUADRO 5. FUNCIÓN PRINCIPAL DEL SUBSISTEMA NEUMÁTICO DEL SISTEMA DE PINZADO	42
CUADRO 6. FUNCIÓN PRINCIPAL DEL SUBSISTEMA DE EMBRAGUE DEL SISTEMA DE PENETRACIÓN	42
CUADRO 7. FUNCIÓN PRINCIPAL DEL PIVOTE DE ANGULACIÓN DEL SISTEMA DE ANGULACIÓN	43
CUADRO 8. CALIFICACIÓN CUALITATIVA DE ALGUNAS FUNCIONES	43
CUADRO 9. FUNCIONES PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE LA JUNTA ROTATIVA Y CAMISA DE REFRIGERACIÓN DEL SISTEMA DE ROTACIÓN	44
CUADRO 10. FALLAS FUNCIONALES TOTALES Y PARCIALES DE LA JUNTA ROTATIVA.....	45
CUADRO 11. FALLAS FUNCIONALES CON LÍMITES SUPERIORES E INFERIORES PARA LA JUNTA ROTATIVA.....	46
CUADRO 12. MODOS DE FALLA POR DETERIORO EN LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ROTACIÓN	47
CUADRO 13. MODOS DE FALLA POR FALTA DE LUBRICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE PINZADO	48
CUADRO 14. MODOS DE FALLA ASOCIADOS AL POLVO Y A LA SUCIEDAD.....	49
CUADRO 15. MODOS DE FALLA POR ERRORES HUMANOS	49
CUADRO 16. MODOS DE FALLA POR SOBRECARGAS	50
CUADRO 17. EVIDENCIA DEL FALLO EN LA DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS PARA LA JUNTA ROTATIVA DEL SISTEMA DE ROTACIÓN	51

CUADRO 18. EVIDENCIA DEL FALLO ACOMPAÑADA POR EFECTOS FÍSICOS EN LA DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS PARA LA JUNTA ROTATIVA DEL SISTEMA DE ROTACIÓN.....	52
CUADRO 19. EFECTOS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE EN LA DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS PARA LA JUNTA ROTATIVA DEL SISTEMA DE ROTACIÓN	52
CUADRO 20. EFECTOS OPERATIVOS EN EL SISTEMA DE PINZADO DEL TOP ROLL	53
CUADRO 21. CRITERIOS Y CONSECUENCIAS DE RIESGO A LA SEGURIDAD.	54
CUADRO 22. CRITERIOS Y CONSECUENCIAS DE RIESGO AL MEDIO AMBIENTE	55
CUADRO 23. CRITERIOS Y CONSECUENCIAS DE RIESGO A LA ECONOMÍA.	56
CUADRO 24. CRITERIOS Y CONSECUENCIAS DE RIESGO A LA CALIDAD	56
CUADRO 25. MATRIZ DE CRITICIDAD Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	57
CUADRO 26. EVALUACIÓN DE LA CRITICIDAD Y RIESGOS DEL SUBSISTEMA DE DESPINZADO EMERGENCIA.....	58
CUADRO 27. ACTIVIDADES Y FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO DE REACONDICIONAMIENTO Y SUSTITUCIÓN CÍCLICA EN LA JUNTA ROTATIVA	61
CUADRO 28. TAREAS DE LUBRICACIÓN IDENTIFICADAS EN EL SISTEMA DE PENETRACIÓN	62
CUADRO 29. TAREAS DE MONITOREO DE CONDICIÓN PARA EL SISTEMA DE PINZADO DE LOS TOP ROLLS.	63
CUADRO 30. ACCIONES “A FALTA DE” EN LOS TOP ROLLS.....	64
CUADRO 31. COSTO DE IMPLEMENTACIÓN ESTIMADO PARA EL PROYECTO	67
CUADRO 32. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS ACTUALES VS LOS COSTOS ESPERADOS.....	68

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Recomendaciones y manual del fabricante.....	74
ANEXO B. Análisis de modos y efectos de las falla.....	77
ANEXO C. Evaluaciones de las consecuencias.....	123
ANEXO D. Hojas de decisiones.....	137

GLOSARIO

ACIEM: Asociación Colombiana de Ingenieros

ALD: Árbol lógico de decisiones

AMEF: Análisis de modos y efectos de las fallas.

FLOAT: Área donde se lleva a cabo el proceso de conformación de la hoja de vidrio

GNT: Grupo Natural de trabajo

MOLETE: Rueda dentada de giro que permanece en contacto con la hoja de vidrio constantemente y que guía y transmite los diferentes movimientos del equipo a la lámina de vidrio.

MTBF: Tiempo medio entre fallas (*Mean time between failures*)

MTTR: Tiempo medio de reparación (*Mean time to repair*)

NP3: Indicador que mide el número de averías con pérdidas de producción de la línea

PMO: Optimización del mantenimiento preventivo (*Preventive maintenance optimization*)

ROOF: Parte superior del Float- encargado de controlar la atmosfera interna del baño de estaño.

RCM: Mantenimiento centrado en confiabilidad (*Reliability centered maintenance*)

SHUTDOWN: Acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado, parando la producción de la línea entera.

TPM: Mantenimiento productivo total (*Total productive maintenance*)

1. RESUMEN

El proyecto se desarrolló en la compañía Vidrio Andino S.A. con el fin de satisfacer las demandas para la empresa:

- Garantizar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos que presentan más averías en el área del flotado (área en la que se conforma y se asigna el espesor y ancho de la lámina de vidrio)
- También, diseñar una metodología que estandarice las actividades de mantenimiento preventivas y predictivas y que se consolide como un modelo para la replicación en otros equipos de diferentes áreas críticas.

La principal motivación para el desarrollo de este proyecto del área de mantenimiento, es atenuar las constantes fallas en los equipos que asignan las dimensiones básicas a la hoja de vidrio (espesor y ancho) para proponer las actividades deberían ser implementadas para prevenir futuras fallas funcionales en estos equipos.

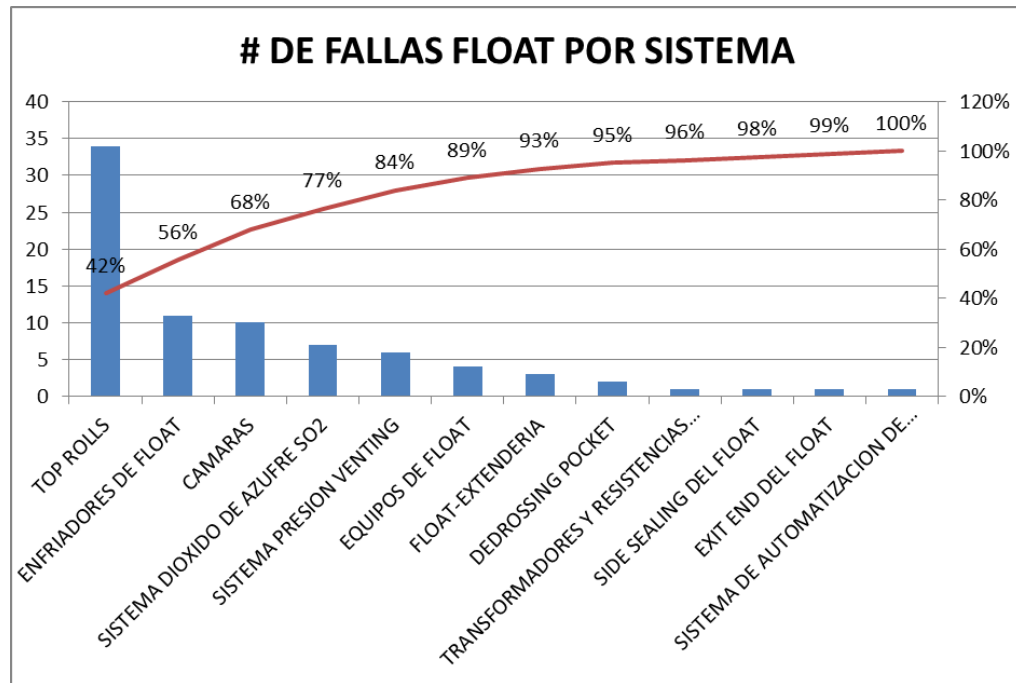
El objetivo general del proyecto fue diseñar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, apoyado en un equipo multidisciplinario integrado por ingenieros, técnicos y especialistas en el manejo del equipo.

Se utilizó la metodología mantenimiento centrado en confiabilidad, por sus siglas en ingles RCM (*Reliability Centered Maintenance*). Resultado del proceso se identificaron y generaron las actividades y las frecuencias de mantenimiento para la empresa, lo cual redundará en disminución de tiempo y costos de operación y en eficiencia.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el transcurso del año se han reportado pérdidas económicas en el proceso productivo asociadas a fallas en los top roll, las cuales representan el 42% de los de las averías del área, debido a que la planta funciona 24/7, las pérdidas que se presenten son irrecuperables para la compañía (Ver figura 1)

Figura 1. NP3 (Número de averías con o sin pérdidas de producción en el Float por Sistema) - 2016



Fuente: Vidrio Andino S.A

Sumado a lo anterior, se puede concluir que los *Top Rolls* son un equipo crítico en la línea productiva y por ello se debe garantizar su disponibilidad.

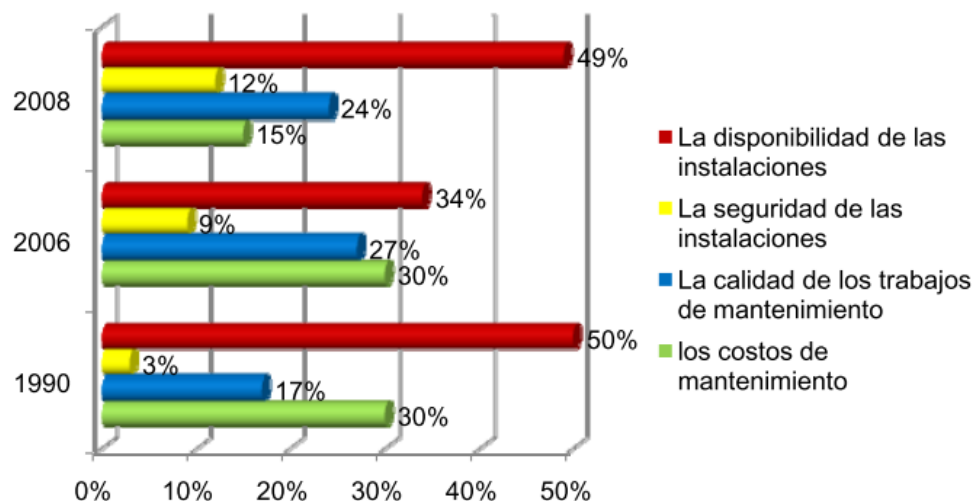
Actualmente con el número de averías y tiempos de paradas de mantenimiento no es posible tener dicha disponibilidad y por ende tampoco se puede garantizar su confiabilidad ni mantenibilidad, con indicadores de tiempo medio entre fallas (MTBF) de 127,73h y el tiempo medio de reparación (MTTR) de 1,5h. A pesar de existencia de un plan de mantenimiento inicial que en su ejecución no ha logrado controlar y atenuar las variables que influyen en las pérdidas totales o parciales en la funcionalidad del equipo.

3. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años gracias a la incorporación de los procesos de automatización y mecanización en la industria, la disponibilidad y confiabilidad, han alcanzado un papel preponderante y un estatus significativo al nivel de otros aspectos relevantes en la producción como son los estándares de calidad, la seguridad, la protección del medio ambiente y la prolongación de la vida útil de los equipos, entre otros. Todo ello para tener un mayor control en los costos del mantenimiento. (1)

De acuerdo al último estudio realizado por ACIEM, lo que más valora la dirección de las industrias colombianas en cuanto a la gestión del mantenimiento, es la disponibilidad de las instalaciones (49%) lo cual ha venido siendo una tendencia desde hace años. (2) Ver figura 2.

Figura 2. Porcentajes comparados de valor dado por la dirección de las empresas a la gestión del mantenimiento - Comparación 1990-2006-2008



Fuente: ACIEM

La disponibilidad es un término que va ligado a la confiabilidad de los activos y las instalaciones, uno de los objetivos principales del RCM es garantizar y aumentar la disponibilidad de los equipos, así como reducir los costos del mantenimiento.

“Con el paso de los años, se observa una ligera tendencia a “sacrificar” en alguna medida el control de los costos (15%) en beneficio de la calidad de los procesos (24%) y de la efectividad de los resultados de la gestión de mantenimiento” (2)

En lo que respecta a Vidrio Andino S.A, si bien se han implementado tareas tanto preventivas como predictivas en algunos de sus equipos, en busca de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los mismos, se hace necesaria la

implementación de una metodología de mantenimiento, que defina los parámetros y actividades necesarias que las mejoren y conduzcan a una baja en los costos de mantenimiento y sus implicaciones.

El diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, beneficiaría a la compañía sustancialmente en diversos aspectos:

1. Su impacto se vería reflejado en el mejoramiento de los indicadores de mantenimiento, mediante la medición del tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR) de los equipos. Su disminución evitaría paradas en la línea productiva, equivalentes a pérdidas estimadas en 600 ton/día o 600 millones de pesos (COP)/día correspondientes al 100% de la producción diaria.
2. También, se beneficiarían la calidad y demás costos asociados al mantenimiento y, así sería posible garantizar la total disponibilidad de los equipos en el proceso productivo y por tanto aumentar la confiabilidad y mantenibilidad de los mismos.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un plan de mantenimiento para los equipos *Top Roll* de Vidrio Andino S.A, utilizando técnicas del modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los estándares de funcionamiento a partir de la caracterización de las funciones y el contexto de operación del equipo.
- Determinar la criticidad de las fallas en los componentes del equipo en base a los modos, efectos y consecuencias de las mismas.
- Definir acciones, recomendaciones, intervalos, frecuencias y demás actividades del plan de mantenimiento para el mejoramiento de los indicadores y costos asociados a este.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL VIDRIO FLOTADO

Vidrio Andino es una unión de tres grupos empresariales: Saint-Gobain, NSG Pilkington y el Grupo Empresarial Antioqueño. Desde el año 1997 está presente en Colombia, como comercializadora de vidrio y desde el 2013 como fabricantes locales de Vidrio Flotado, en la planta de producción ubicada en la Vereda Canoas – Soacha, Cundinamarca, Figura 3.

Cuenta con las más modernas instalaciones y las tecnologías más avanzadas del grupo Saint-Gobain; la compañía produce más de 220 mil toneladas de vidrio anuales con láminas entre los 2 y 19 milímetros de espesor, que son para consumo local y exportación a diferentes países de la región Andina como lo son Argentina, Ecuador y Venezuela.

El vidrio fabricado tiene aplicación en la Construcción (Comercial y Residencial), la industria automotriz, electrodomésticos y también se emplea para muebles y decoración. En algunos casos, el vidrio debe pasar por un proceso de transformación, para producir vidrio de seguridad templado o laminado.

Figura 3. Planta de vidrio flotado ubicado en Soacha –Cundinamarca



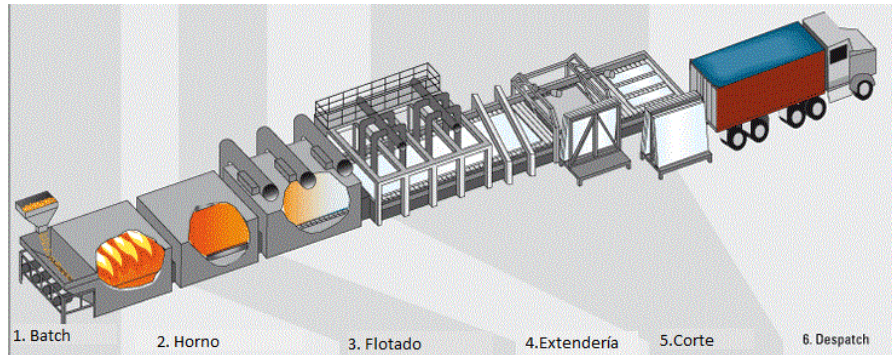
Fuente: <http://vidrioandino.com>

El proceso de fabricación de vidrio inicia con la recepción de materias primas en la Batch, donde son dosificadas en las proporciones requeridas, mezcladas y humectadas para ser enviadas al horno para ser sometidas al proceso de fundición a temperaturas cercanas a los 1500°C; luego de ser fundida, la mezcla es depositada en el Float, donde flota sobre una piscina de estaño líquido (de allí su nombre: vidrio flotado) y se le asignan las dimensiones requeridas.

Una vez endurecido, el vidrio es retirado del Float, a una temperatura aproximada de 620°C, hacia la zona de la extendería, donde deberá ser enfriado rápidamente, para poder alcanzar los requerimiento ópticos y mecánicos, y finalmente ser

entregado a la zona de corte donde la hoja de vidrio, que viene de manera continua durante el proceso descrito, es cortada en los tramos y secciones requeridos por el cliente para su empaque y entrega a los centros de distribución. En la figura 4, se presenta un esquema general de los componentes del proceso de fabricación del vidrio flotado y a continuación se detalla, el área específica de flotado.

Figura 4. Proceso de manufactura del vidrio flotado



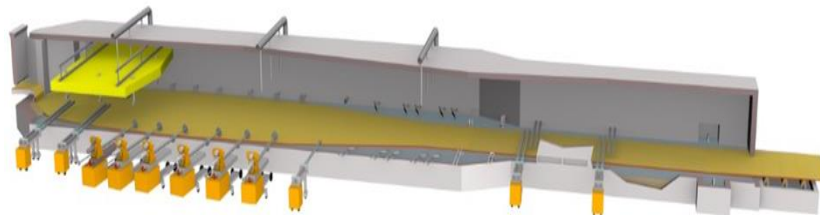
Fuente: Float Glass Manufacturing Process. Copyright (2016) Metropolitan Glass & Glazing Limited All rights reserved 2006.

5.1.1. Descripción del área del Flotado

El área de flotado (*float*) es aquella que define el proceso de conformación de la hoja de vidrio y corresponde al objeto delimitado en este proyecto, que es el área específica dónde se encuentran ubicados los *Top Rolls*, (ver detalle en la figura 5). Dentro de las funciones principales de ésta, encontramos:

- Controlar el flujo de vidrio
- Conformar la hoja de vidrio
- Definir las características fundamentales de la hoja tales como ancho y espesor.

Figura 5. Vista general del área del flotad

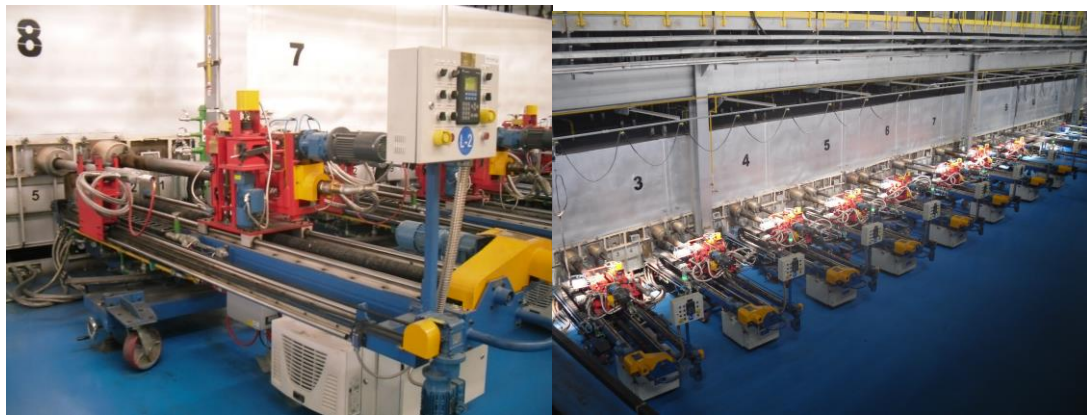


Fuente: Módulo de inducción al flotado – Saint Gobain Glass

5.1.2. Descripción de los equipos Top Roll

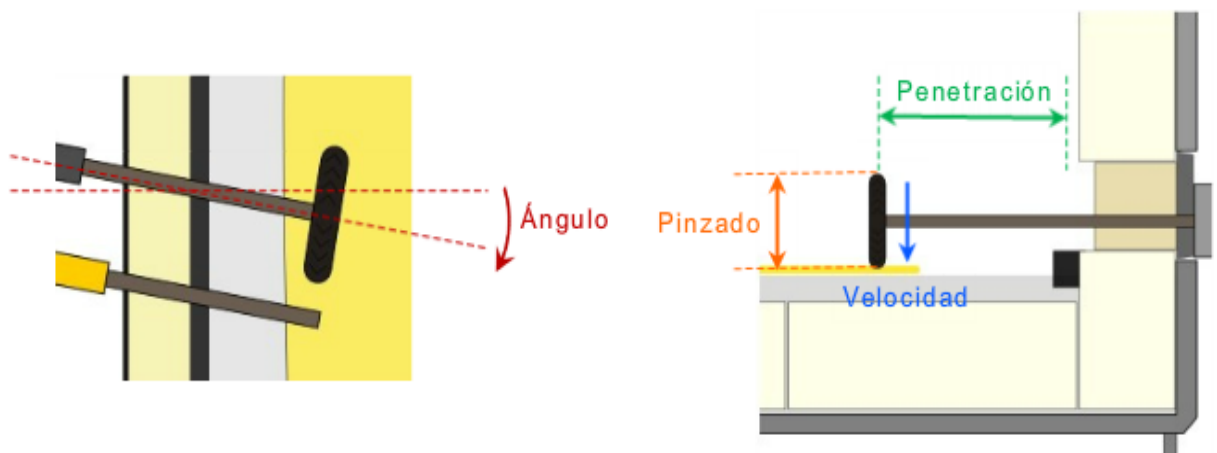
Los Top Rolls (ver figura 6) son los dispositivos encargados de conformar la hoja de vidrio. Estos dispositivos le asignan características tales como ancho y espesor a la lámina de vidrio. Se encuentran distribuidos de manera simétrica a ambos lados del baño de estaño, y dependiendo del tipo de espesor o las necesidades de producción se determina la cantidad de equipos necesarios para conformar la hoja de vidrio. Los Top Rolls realizan 4 movimientos fundamentales (Pinzado, penetración, rotación y angulación) para la conformación de la lámina de vidrio, tal como se ilustra en la figura 7.

Figura 6. Top Rolls en el baño de estaño.



Fuente: Vidrio Andino

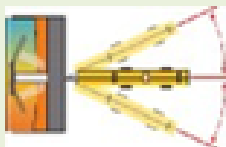
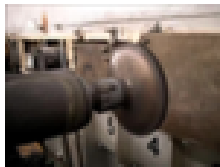
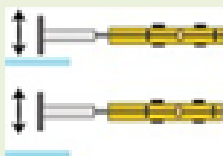
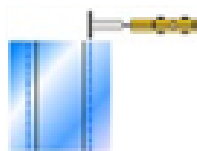
Figura 7. Movimientos fundamentales de los *Top Rolls*



Fuente: Módulo de inducción al flotado – Saint Gobain Glass

Las variables de control para la operación de estos equipos son descritas detalladamente la figura 8.

Figura 8. Variables de control de los Top Rolls

Temperatura		La temperatura de los Top Rolls es controlada mediante agua que circula a través del dispositivo. Para garantizar una temperatura adecuada de operación del Top Roll debe revisarse constantemente el flujo de agua y la temperatura del agua a la salida del Top Roll.
Angulo		Mediante la modificación del ángulo de los Top Rolls, se consiguen variar las dimensiones finales de la hoja, cuando se tiene ángulos negativos se obtienen espesores gruesos y cuando se tiene ángulos positivos se obtiene espesores delgados.
Velocidad de rotación		Dependiendo de la velocidad de giro de las ruedas dentadas y la velocidad de la extendería es posible modificar las dimensiones de la hoja. Para la fabricación de vidrios delgados la velocidad de los primeros pares de Top Rolls será menor y la de los últimos será mayor; para vidrios gruesos la velocidad de los primeros pares será mayor mientras que la de los últimos será menor.
Pinzado		Está directamente relacionado con la altura del Top Roll, respecto al suelo. Cuanto más bajo esté el Top Roll, mayor será el pinzado y la presión que ejerce sobre la hoja, sujetando así el vidrio.
Penetración		La penetración hace referencia a la distancia hacia el centro de la hoja a la que están trabajando las ruedas dentadas de los Top Roll, entre más adentro de la hoja se encuentren menor será el área aprovechable durante el proceso de corte.

Fuente: Módulo de inducción al flotado- Vidrio Andino

5.2. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

5.2.1. Definición del Mantenimiento

La asociación francesa de normalización en su norma AFNOR X60 010, define el mantenimiento como “El conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un bien a un estado especificado o a una situación tal que pueda asegurar un servicio determinado”. (3)

La norma militar norteamericana dice que el mantenimiento son “Todas las acciones necesarias para conservar un ítem en un estado especificado o restablecerlo a él”. (4)

La organización europea de mantenimiento por su lado dice que es “La función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones así como el conjunto de los trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos”.

En síntesis y de acuerdo a la asociación colombiana de ingenieros (ACIEM) el mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad de los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones. Además permite eliminar condiciones inseguras que podrían afectar a las personas.(5)

5.2.2. Objetivos del Mantenimiento

ACIEM plantea también algunos objetivos claves del mantenimiento, argumentando que el objetivo principal del mantenimiento es aumentar el retorno sobre los activos (ROA) (5) y nos lista algunos otros:

- Asegurar la competitividad
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente
- Maximizar el beneficio global
- Conseguir el desempeño eficiente de las instalaciones y activos como el control de su ciclo de vida.
- Disponer el mayor tiempo posible de los equipos, haciendo mínimas las averías.
- Reducir el tiempo de respuesta ante avisos de avería.

- Eliminar actividades sin valor añadido o que generen desorden.
- Conocer en cada momento los recursos disponibles.
- Optimización de costos vinculados con el proceso de negocio.
- Aumento de la calidad de servicio \ producción.
- Mejora de la confiabilidad de un equipo.
- Plantear y calcular los indicadores de gestión de mantenimiento más adecuados a la situación.
- Informar a los directivos de las compañías en una forma clara para ellos, el estado de sus activos
- Mantener o aumentar el valor económico de los activos.

5.2.3. Tipos de Mantenimiento

Dentro de los tipos de mantenimiento más comunes encontramos:

Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es el desempeño de tareas de mantenimiento no planificadas (es decir, inesperadas) para restaurar las capacidades funcionales de equipos o sistemas fallidos o que funcionan mal. (6)

Una tarea de mantenimiento correctivo típica (7) consta de las siguientes actividades:

- Detección de la falla
- Localización de la falla
- Desmontaje
- Recuperación o sustitución
- Montaje
- Pruebas
- Verificación.

Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es el desempeño de tareas de inspección y / o mantenimiento pre examinadas (es decir, programadas) para su realización en momentos específicos para retener las capacidades funcionales de los equipos o sistemas operativos.(6)

Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué periodo de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.(7)

El mantenimiento predictivo realiza actividades de análisis de variables realizadas con una frecuencia apoyadas por medio de técnicas y/o equipos como: análisis de vibraciones, mediciones eléctricas, voltaje, amperaje, resistencia, ultrasonido, medición de espesores, termografías, etc. Que permiten inferir el momento aproximado en el que un elemento entrara en falla. (5)

5.2.4. Metodologías del mantenimiento

Existe igualmente una serie de metodologías y herramientas importantes entre las cuales se destacan:

PMO (Optimización del Mantenimiento preventivo)

El PMO es un proceso estructurado, destinado a preservar y restaurar las condiciones de un equipo determinado, mejorar la eficacia y la eficiencia de las acciones de mantenimiento preventivo. (10)

EL PMO es una metodología basada en el largo plazo y que trata el mantenimiento como un proceso y no como una función o división dentro de la compañía. Pretende, en general, mejorar la confiabilidad, la mantenibilidad, la confiabilidad y reducir las horas de trabajo necesarias para atender las necesidades de mantenimiento. (7)

Las acciones en que más se apoya el PMO son las planeadas (preventivas y/o predictivas) y exige el trabajo multidisciplinario en equipo para alcanzar sus objetivos, los cuales deben tener estricto seguimiento, monitoreo y control, hasta su total culminación e implementación.(7)

TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Es un sistema gerencial que permite tener equipos de producción siempre listos, con la participación de todo el personal de la empresa. Permiten obtener una mejora constante en la productividad y calidad de productos o servicios enfocándose en la prevención de defectos, errores y fallas de sus recursos humanos, físicos y técnicos. (5)

Se fundamenta en lo que se llaman pilares y se resumen en los siguientes:

- Mejora focalizada
- Mantenimiento autónomo
- Mantenimiento planeado
- Mantenimiento de la calidad
- Mantenimiento temprano, prevención del mantenimiento
- Mantenimiento de las áreas administrativas
- Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento.
- Seguridad higiene y medio ambiente

El objetivo principal del TPM consiste en buscar la mejora continua de todos los procesos y sistemas de producción, sea cual sea sus niveles. Para ello asume el reto de cero fallos, cero incidentes y cero defectos, mejorando así la eficacia de un proceso, permitiendo reducir costes y stocks intermedios y finales. Con lo que la productividad mejora considerablemente. Para conseguir este objetivo es necesario que se cree en la empresa un cambio de visión del mantenimiento tradicional, de las personas y de la organización en general. (8)

RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

El RCM se puede definir como un proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso o activo físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su contexto operacional actual. (9)

La metodología fue propuesta por los ingenieros F.S. Nowlan y H.F.Heap y publicada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1978, y luego documentada por John Moubray en su libro RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. De igual forma, la metodología cuenta con dos Normas, la SAE JA1011 y la SAE JA1012 las cuales definen los requisitos para un programa de mantenimiento basado en RCM y explican la aplicación de la norma, respectivamente.(5)

La metodología RCM es una táctica procedimental que basa su esquema en el permanente cuestionamiento de las actividades de mantenimiento, y que sigue un proceso lógico, coherente y normativo, se fundamenta en el reconocimiento del contexto operacional de los activos físicos sometidos a análisis, su grado criticidad o riesgo y la solución satisfactoria a 7 preguntas fundamentales. Estas preguntas unidas a lo que la metodología llama el árbol lógico de decisión entregan un plan de mantenimiento diseñado para las condiciones particulares de los activos.(7) (5)

La aplicación del RCM es muy útil en empresas con un gran clima organizacional, donde el recurso humano es motivado y consciente de la importancia del trabajo en equipo de mantenimiento y producción alrededor de las máquinas, la metodología no solo usa diferentes tipos de acciones (correctivas, modificativas, predictivas, preventivas) sino que también se apoya en diversos instrumentos

avanzados específicos de orden técnico. Aquí radica la gran diferencia con el TPM, ya que este último tiene un enfoque social humanista (para motivar al personal) , mientras que el RCM es básicamente técnico.(7)

Para el caso de Vidrio Andino dado el nivel de confiabilidad que se requiere para los equipos *Top Roll* y debido al clima organizacional propicio por parte de los operadores, se seleccionó RCM dadas sus múltiples ventajas frente a las otras opciones, sin embargo esto no implica que sea una metodología excluyente, por el contrario, puede ser complementaria con otros aspectos y actividades exclusivas de las otras metodologías.

5.3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM).

5.3.1. Definición del mantenimiento centrado en confiabilidad

El mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM, es definido según la norma SAE JA1011, de la siguiente manera: “RCM es un proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para administrar los modos de falla que pueden causar fallas funcionales en cualquier activo físico en su contexto operacional” (11).

Para Jhon Moubray (1997): “RCM es un proceso que permite determinar cuáles deben ser las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico, dicho proceso debe garantizar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios desean que hagan en su contexto operacional actual” (9).

En síntesis, el mantenimiento centrado en confiabilidad es un proceso que debe garantizar el funcionamiento adecuado de los activos físicos de cualquier empresa. Las definiciones expuestas, se circunscriben al contexto operacional.

5.3.2. Las Siete Preguntas Básicas del RCM:

La metodología de RCM plantea siete preguntas que deben ser contestadas satisfactoriamente (11) en el siguiente orden:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas y los estándares de funcionamiento asociados del activo, en su contexto operacional?
2. ¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
4. ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional?
5. ¿De qué manera es importante cada falla?
6. ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla?

7. ¿Qué se debe hacer si una tarea proactiva que conviene no está disponible?

Estas preguntas unidas a lo que en la metodología se denomina, árbol lógico de decisiones, ayudan a generar un plan de mantenimiento diseñado para las condiciones particulares del activo de interés. (5)

5.3.3. Funciones y estándares de funcionamiento

Para contestar a la primera pregunta, es necesario reconocer cada elemento que conforma los sistemas de los equipos, además de ello, se requiere el conocimiento de cada función y/o sub-función, para las cuales fueron adquiridos. Las funciones del equipo se dividen en:

- **Funciones primarias**

Las funciones primarias están asociadas a las operaciones o acciones específicas que debe ejecutar el activo y que responden al porqué de su adquisición.

- **Funciones secundarias**

Son las funciones que el activo realiza además de las funciones primarias, estas son menos obvias de reconocer. Pero la pérdida de una función secundaria puede ser igual o aún más perjudicial que la pérdida de una función primaria, por ende también necesitan igual o mayor atención que las primarias. (12)

Es necesario además establecer un funcionamiento deseado, con unos parámetros mínimos en los cuales debe funcionar el activo. Se debe tomar en cuenta, que todo activo en funcionamiento sufre desgaste y por ende se deteriora, por lo cual si el desempeño cae por debajo de los parámetros establecidos por el usuario, se dice que el activo ha fallado, mientras que si funciona por encima de dichos parámetros o estándares, evidentemente el activo estará funcionando satisfactoriamente.

Es importante al momento de establecer los estándares, para una mejor definición de las funciones del activo tener en cuenta dos aspectos importantes:

- **Estándares de funcionamiento cuantitativos**

Hacen referencia a valores cuantitativos numéricos asociados al proceso productivo, en términos de cantidad, masa, peso, temperatura, tiempo, entre otros. Debe tenerse especial cuidado en evitar enunciar parámetros cualitativos como “producir tantas piezas como requiera producción”, o “el ir tan rápido como sea posible”. En realidad, puede ser extraordinariamente difícil definir precisamente qué es lo que se requiere, pero esto no significa que no se pueda o no se deba hacer. (9)

- **Estándares de funcionamiento cualitativos**

Más allá de la necesidad de ser precisos, a veces es imposible especificar parámetros de funcionamiento cuantitativos, se hace entonces necesario utilizar cualificaciones asociadas por ejemplo a la calidad de las imágenes (mala, regular, óptima) con las cuales el usuario y quien hace el mantenimiento estén familiarizados y tengan un entendimiento claro y común de lo que se quiere con ese tipo de estándares.

Cabe resaltar que establecer unos estándares de funcionamiento es importante ya que estos tienen impacto directo en aspectos tales como: la producción, calidad del producto, servicio al cliente, problemas del medio ambiente, costo operacional y seguridad. Esto resalta la importancia de identificar precisamente qué es lo que los usuarios quieren cuando se comienza a desarrollar un programa de mantenimiento.

5.3.4. Fallas funcionales

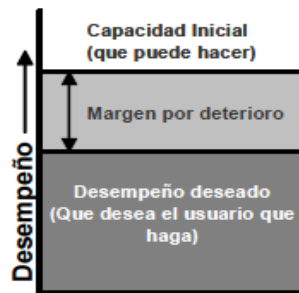
Una vez son identificadas las funciones que debe desempeñar el activo y con ello los parámetros mínimos de funcionamiento, se deben identificar aquellas fallas que de diversas maneras pueden hacer que un sistema o subsistema pueda dejar de cumplir con los requerimientos de funcionamiento para los cuales está diseñado, si un sistema o subsistema opera en un estado de deterioro, pero dicho funcionamiento no tiene impacto en ninguno de los parámetros establecidos, este no tendrá una falla funcional. Si la falla impide que el activo cumpla parcial o totalmente sus funciones o sub funciones, se denominará una falla funcional o estado de falla. (13)

La norma SAE JA1012, define que “todo activo se deteriora por debajo de la capacidad inicial después de algún tiempo de uso, y tal deterioro puede ser tolerado, mientras no alcance el punto inaceptable para el usuario del activo, figura 9. El deterioro sólo se convierte en una falla funcional (parcial o total) cuando el desempeño cae por debajo del nivel mínimo requerido por el usuario.” (12)

En adición, es importante definir claramente las funciones, y hacerlo acorde al contexto operacional, dado que si se definen a cabalidad las funciones y con ello sus parámetros mínimos de funcionamiento, la falla funcional se identificará claramente.

Se deben de definir fallas funcionales por cada función. Una función puede tener varias fallas funcionales, las cuales se deben registrar.(11)

Figura 9. Permitiendo el deterioro



Fuente: SAE JA1012

5.3.5. Modos de falla

Un modo de falla, consiste en identificar todas las posibles causas por las cuales un equipo puede llegar a un estado de falla, “es probable que para una sola falla funcional existan diversos modos de falla” (14). Es necesario tener en cuenta todos los aspectos por los cuales puede llegar a fallar el equipo y por los cuales se pudo haber causado cada estado de falla, esto incluye un listado con las fallas que ya han ocurrido antes, también las fallas probables que aún no hayan ocurrido e incluso debe contemplar errores humanos asociados a los operadores del equipo o errores de diseño que conlleven a una posible falla funcional.(12)

Es primordial disponer el tiempo necesario para describir a detalle cada modo de falla, sin desperdiciar tiempo en un análisis profundo de la causa. “El modo de falla está constituido por un sustantivo y un verbo, debe ser lo suficientemente detallada para poder seleccionar una estrategia de manejo de la falla apropiada, pero no tanto como para perder mucho tiempo en el propio proceso de análisis”. (9)

5.3.6. Efectos y consecuencias de las fallas

Identificados los modos de falla, se deben indicar los efectos asociados a ella, es decir: ¿Qué pasa cuando la falla ocurre? Se debe describir lo que puede pasar si no se realiza ninguna tarea o plan de acción, para anticipar, prevenir o detectar la falla. (11)

Se debe incluir la información pertinente que soporte la evaluación de las consecuencias, lo cual incluye aspectos, tales como:

- ¿Qué evidencia (si existe alguna) hay de que la falla ha ocurrido?
- ¿Qué hace (si ocurre algo) para matar o dañar a alguien, o para tener efectos adversos en el ambiente?

- ¿Qué hace (si hace algo) para tener un efecto adverso en la producción o en las operaciones?
- ¿Qué daño físico (si existe alguno) causa la falla?
- ¿Qué (si existe algo) debe ser hecho para restaurar la función del sistema después de la falla?

Cabe resaltar, que a pesar que existen múltiples modos de falla, a menudo los efectos de la falla, son en gran medida los mismos o muy similares en su naturaleza. Desde una perspectiva de funcionalidad del sistema, el resultado de cualquier fallo de un componente puede resultar siempre en la degradación o pérdida de la función del mismo. (13)

“El proceso de identificar funciones, fallas funcionales, modos de falla y efectos de falla trae asombrosas y muchas veces apasionantes oportunidades de mejorar el rendimiento y la seguridad, así como también de eliminar el desperdicio”. (9)

La metodología de RCM clasifica las consecuencias (9) de las fallas en cuatro grupos:

- **Consecuencias Operacionales**

Aquellas que afectan la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Están asociados a inversiones de capital y su monto sugiere cuanto debería gastar en prevenirlas.

- **Consecuencias no operacionales**

Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

- **Consecuencias de las fallas no evidentes**

Las fallas que no son evidentes no tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que trata las fallas que no son evidentes, primero reconociéndolos como tales, en segundo lugar otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente adoptando un acceso simple, práctico y coherente en relación con su mantenimiento.

- **Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente:**

Una falla tiene consecuencias sobre la seguridad si puede afectar físicamente a alguien. Tiene consecuencias ambientales si infringe las normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente. RCM considera las repercusiones que cada falla tiene sobre la seguridad y el medio ambiente, y lo hace antes de considerar la cuestión del funcionamiento. Pone a las personas por encima de la problemática de la producción.

5.3.7. Análisis de criticidad

Como parte del proceso de la metodología RCM, es necesario priorizar los componentes y/o sistemas del objeto de estudio, en este caso los Top Rolls. Para ello se hará uso de un modelo de criticidad semi-cuantitativo “CTR” (criticidad total por riesgo) el cuál es el adaptado por Vidrio Andino, para la priorización de los activos dentro de la planta.

Este modelo consiste en multiplicar la frecuencia de los fallos, por las consecuencias de los mismos, y así identificar mediante código de colores los sistemas más importantes y críticos del activo, para priorizar las actividades y centralizar los recursos adecuadamente.

Por tanto la expresión matemática que resume la criticidad es:

$$CTR = C * P$$

Dónde:

CTR = Criticidad total por riesgo
 C = Consecuencia de las fallas
 P = Probabilidad de los fallos

Para cada término del producto de la criticidad se asigna un valor ponderado de acuerdo a:

Consecuencia (C) (Escala 1-5)

- Catastrófico = 5
- Crítico = 4
- Marginal = 3
- Insignificante = 2
- Ninguno = 1

Probabilidad (P) (Escala 1-6)

- Frecuente (F) ± 1 Mes
- Moderado (E) < 6 Meses
- Ocasional (D) < 1 año
- Remoto (C) < 2 años
- Improbable (B) < 5 Años
- Imposible (A) > 5 Años

En el siguiente cuadro se puede evidenciar el código de colores de acuerdo al producto de las consecuencias por la probabilidad de la falla

Cuadro 1. Matriz de Criticidad

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD					
		IMPOSIBLE	IMPROBABLE	REMOTO	OCASIONAL	MODERADO	FRECUENTE
Catastrófico	5	5	10	15	20	25	30
Critico	4	4	8	12	16	20	24
Marginal	3	3	6	9	12	15	18
Insignificante	2	2	4	6	8	10	12
Ninguno	1	1	2	3	4	5	6
		1	2	3	4	5	6
		A > 5 Años	B < 5 Años	C < 2 Años	D < 1 Años	E < 6 Meses	F ± 1 Mes

Fuente: Grupo Natural de Trabajo (GNT)

Dónde:

- Criticidad baja: Color verde (Escala de 1 a 7)
- Criticidad media: Color amarillo (Escala de 8 a 14)
- Criticidad alta: Color rojo (Escala de 15 a 30)

Al tener plenamente identificados cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores y priorizar la programación y ejecución de órdenes de trabajo. (15)

5.3.8. Tareas de mantenimiento

- **Tareas proactivas :**

Se realizan antes de que ocurra una falla, su objetivo es prevenir que el componente entre a un estado de falla. “Abarcan lo que comúnmente se denomina mantenimiento “predictivo” y “preventivo”, aunque RCM utiliza los términos reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica y mantenimiento a condición”. (9)

- **Acciones a falta de :**

Acciones realizadas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva o que sea técnicamente factible. Las acciones a falta de, incluyen: búsqueda de falla, rediseño y mantenimiento a rotura. Una tarea es técnicamente factible, si físicamente permite reducir o realizar una acción que reduzca las consecuencias del modo de falla asociado, a un nivel que sea aceptable al dueño o usuario del activo.

5.3.9. Árbol lógico de decisiones (ALD)

El árbol lógico de decisiones, es la herramienta que sirve para seleccionar adecuadamente las tareas de mantenimiento, acorde con la filosofía de RCM. En este diagrama se realizan una serie de preguntas para determinar el tipo de tarea más adecuada de acuerdo a las consecuencias que tengan los modos de falla asociados al activo. Ver figura 10.

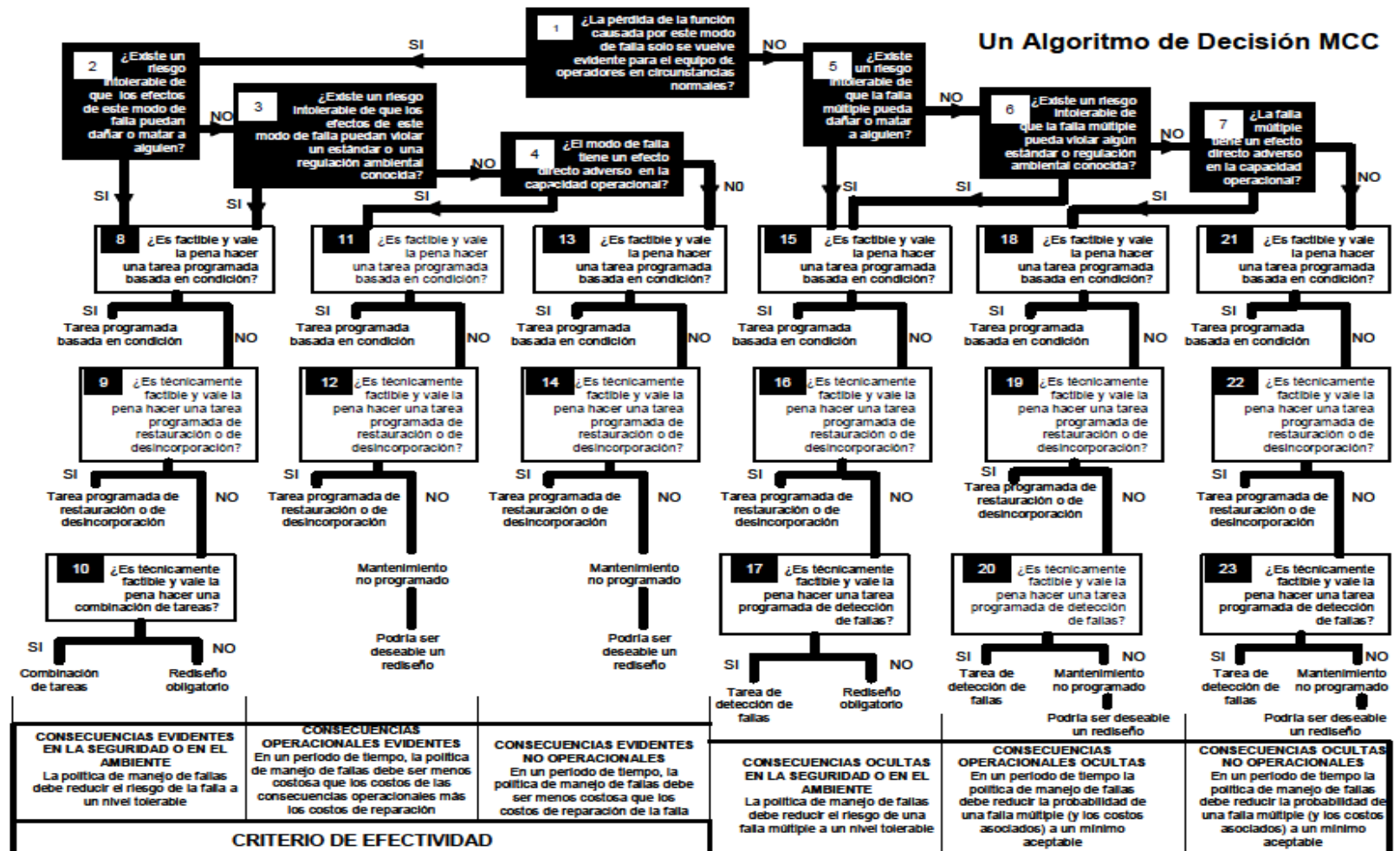
A partir del árbol lógico de decisión se obtiene respuestas a las preguntas: ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla? Y ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada? Las respuestas a estas preguntas se consignan en la hoja de decisión de RCM

5.3.10. Hoja de decisiones de RCM

En la hoja de decisión se registra:

- Que actividades de mantenimiento (si las hay) serán realizadas, con qué frecuencia y quién lo hará.
- Qué actividades “a falta de” existen en caso de que no se pueda realizar ninguna tarea proactiva
- Qué fallas son lo suficientemente serias como para justificar el rediseño.
- Casos en los que se toma una decisión deliberada de dejar que ocurran las fallas.

Figura 10. Árbol lógico de decisiones



Fuente: SAE- JA1012

6. MARCO NORMATIVO

- **Norma Técnica Colombiana NTC-OHSAS 18001:2007 “Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional”** – En este momento la empresa se encuentra en proceso de certificación en esta norma
- **Decreto 1072 de 2015 “Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo”** – En éste decreto se definen las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en el trabajo.
- **Norma Técnica Colombiana NTC ISO 14001:2015 “Sistema de Gestión Ambiental”**, la empresa se encuentra certificada en esta norma cuyo propósito es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

Esta norma especifica requisitos que permitan que una organización logre los resultados previstos que ha establecido para su sistema de gestión ambiental.

- **Decreto 4741 de 2005** “Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.”
- **Resolución 909 de 2008** emisiones atmosféricas por fuentes fijas “Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.”

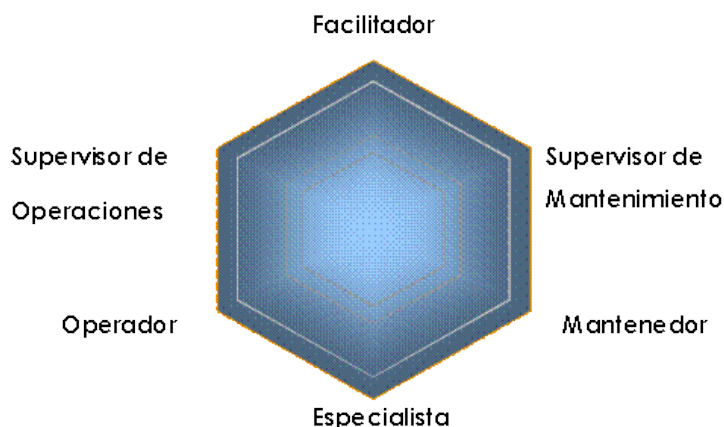
7. FUNCIONES Y ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

En el desarrollo de este capítulo se establecieron los estándares de funcionamiento a partir de la caracterización de las funciones y contexto operacional del equipo.

7.1. Conformación del grupo natural de trabajo (GNT)

Para caracterizar las funciones y parámetros de funcionamiento del equipo, y así establecer un estándar de funcionamiento, en primera instancia se conformó un grupo multidisciplinario, compuesto por especialistas tanto en el proceso como en el activo físico, las cuales aportan su experiencia y conocimiento en el desarrollo del proyecto. En la figura 11 se presenta un esquema del equipo sugerido y en la figura 12 los integrantes del mismo integrado por trabajadores de la Empresa y la Universidad Santo Tomás de Aquino.

Figura 11. Esquema grupo de trabajo RCM



Fuente: RCM II- John Mouybray

Figura 12. Grupo de trabajo RCM Vidrio Andino



Fuente: Autor

- Ingeniero de procesos: Nelson Castañeda
- Planeador de mantenimiento: Carlos Martínez
- Operador de mantenimiento mecánico: Edward Yesid Bohórquez
- Operador de mantenimiento eléctrico: Sixto Reyes
- Operador del Float: Gustavo Gutiérrez
- Facilitador: Miguel Ángel Motta Universidad Santo Tomás de Aquino

7.2. Plan de mantenimiento actual

El plan de mantenimiento realizado actualmente por Vidrio Andino para los Top Rolls consiste en rutinas de inspección realizadas semanalmente, lubricaciones mensuales y limpiezas generales llevadas a cabo semanalmente, este mantenimiento preventivo es realizado en base al manual de operación y mantenimiento suministrado por el fabricante (ver anexo A). El resultado de estas actividades arroja indicadores de tiempo medio entre fallas (MTBF) de 127,73h y tiempo medio de reparación (MTTR) de 1,5h.

A la fecha, no se ha realizado un estudio que evalúe la criticidad de los componentes del activo y por tanto establezca la periodicidad de sustituciones programadas, tareas a condición o reacondicionamientos cíclicos en base al funcionamiento y vida útil de los componentes.

7.3. Sistemas y subsistemas del equipo

Uno de los primeros pasos para la aplicación de la metodología de RCM es la identificación de los sistemas y sub sistemas que componen al equipo, en el cuadro 2, se listan los diferentes sistemas con su respectivo código.

Cuadro 2. Sistemas y subsistemas del equipo

Sistema	Sub-Subsistema
Rotación	Motor
	Reductor
	Junta rotativa
	Subsistema de transmisión de potencia
	Camisa de refrigeración
	Moleta
	Subsistema de embrague
	Sensor de rotación
	Encoder de giro

Cuadro 2. Sistemas y subsistemas del equipo (Continuación)

Pinzado	Motor
	Reductor
	Subsistema de embrague
	Subsistema de transmisión de potencia
	Tornillo Sin Fin
	Encoder incremental
	Micros finales de carrera
	Subsistema Neumático
Penetración	Motor
	Reductor
	Subsistema de transmisión de potencia
	Tornillo Sin Fin
	Subsistema de embrague
	Micros finales de carrera
	Encoder incremental
	Subsistema de desplazamiento lineal
Angulación	Motor
	Reductor
	Subsistema de embrague
	Micros finales de carrera
	Encoder incremental
	Subsistema de transmisión de potencia
	Pivote de angulación
	Rodillos de desplazamiento angular
Penetración periscopio	Motor
	Reductor
	Cámara periscópica
	Subsistema de transmisión de potencia
	Encoder incremental
	Micros finales de carrera
	Camisa de refrigeración
	Subsistema de desplazamiento lineal
	Subsistema de embrague
Bastidor	Estructura soporte del equipo
	Ruedas de movimiento
	Sistema de anclaje mediante bulón
	Sistema de nivelación y elevación delantero
	Sistema de nivelación y elevación medio

Se identificaron en total 6 sistemas y 47 componentes, los cuales fueron objeto de análisis de la metodología RCM.

7.4. Contexto de operación del equipo

Una descripción adecuada del contexto operacional del equipo influye drásticamente en la definición de las funciones y los estándares de funcionamiento del mismo, así mismo afecta la naturaleza de los modos de falla que pueden ocurrir, sus efectos y consecuencias, la periodicidad con la que pueden suceder y qué debe hacerse para manejarlas.(9)

Con el grupo natural de trabajo se contextualizó el equipo, teniendo en cuenta aspectos como: turnos de operación, horas de trabajo continuas, impacto a la producción, a la seguridad y al medio ambiente.

En su contexto operativo (ver figura13), los *Top Rolls* (al ser la fabricación de vidrio flotado un proceso continuo) se encuentran en funcionamiento las 24 horas del día, los siete días de la semana, operados en tres turnos (6:00 am a 2:00 pm; 2:00 pm a 10:00 pm y 10:00 pm a 6:00 am) que cuentan con supervisores e ingenieros de proceso por turno, que controlan la operación, operadores en el cuarto de control del flotado y mecánicos de turno disponibles.

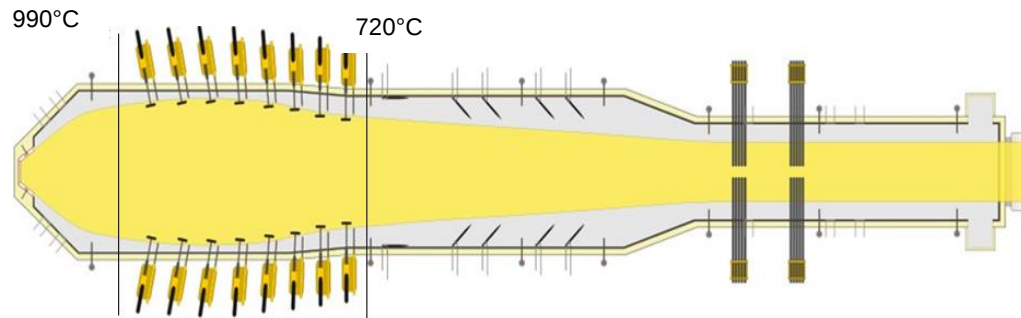
Los *Top Rolls* en la planta, se encuentran ubicados en el área de flotado donde las temperaturas están entre 990°C y 720°C, las cuales determinan el espacio de operación (Ver figura 14). Si se quiere ampliar el área de trabajo de los *Top Rolls* será necesario acondicionar térmicamente el baño de estaño para ubicar las temperaturas respectivas en posiciones más alejadas dentro del baño.

Figura 13. Top Roll en operación



Fuente: Vidrio Andino

Figura 14. Posición de los Top Rolls en el baño de estaño



Fuente: Vidrio Andino

La cantidad de parejas de equipos necesarios para la producción de determinado espesor de hoja de vidrio, puede obtenerse teóricamente de gráficas especializadas del proceso, sin embargo basados en la experiencia registrada en las marchas de referencia, se tiene un registro de la cantidad de Top Rolls necesarios para cada espesor, tal como se ilustra en el cuadro 3. Este aspecto es importante a tener en cuenta ya que impacta el número de equipos disponibles para un determinado espesor, y fue la base para disponerlos en la planta.

Los Top Rolls están conformados principalmente por los 6 sistemas identificados previamente, cada uno con diferentes contextos de operación y de uso.

Cuadro 3. Número de parejas de Top Roll por espesor de lámina de vidrio

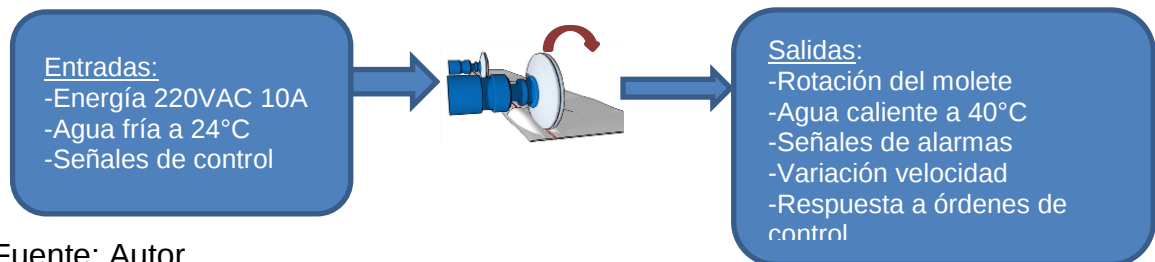
ESPESOR (mm)	NO. DE PAREJAS
1,6	8
2,1	7
2,4	7
2,6	7
3	6
3,15	6
4	5
5	5
6	6
8	7
10	8
12	8
15	9
19	10

Fuente: Vidrio Andino

7.4.1. Sistema de rotación

El sistema de rotación es operado las 24 horas del día, los siete días de la semana y durante su funcionamiento se debe garantizar el flujo constante de agua de refrigeración, la cual debe circular hasta el molete (rueda dentada que permanece en contacto con la hoja de vidrio y proporciona una guía y transmite los movimientos del equipo) a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C, tal como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Entradas y salidas del sistema de rotación



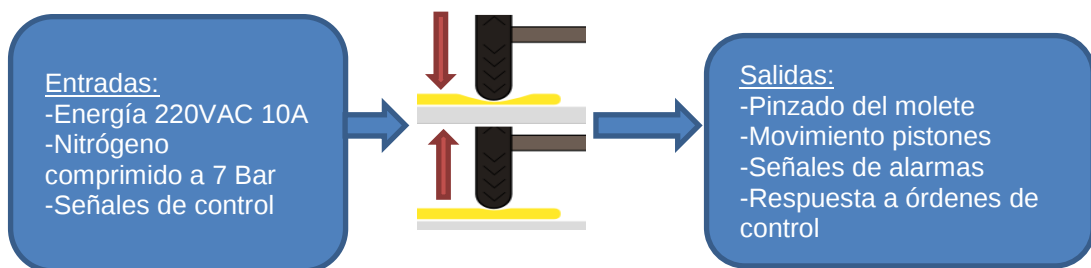
Fuente: Autor

La velocidad de rotación de los Top Rolls tiene una influencia directa en la expansión del vidrio. La disminución o aumento de la expansión de la hoja puede tener consecuencias sobre el ancho y espesor de la hoja.

7.4.2. Sistema de pinzado

El sistema de pinzado es operado esporádicamente, sólo cuando se realiza cambio de espesor, lo cual es llevado a cabo 3 veces por semana o en caso de que se requiera retirar del baño de estaño un equipo para mantenimiento (figura 16).

Figura 16. Entradas y salidas del sistema de pinzado



Fuente: Autor

Para el funcionamiento de los pistones neumáticos del despinzado emergencial, la presión del nitrógeno comprimido debe ser de 0.6 Mpa, para garantizar que el

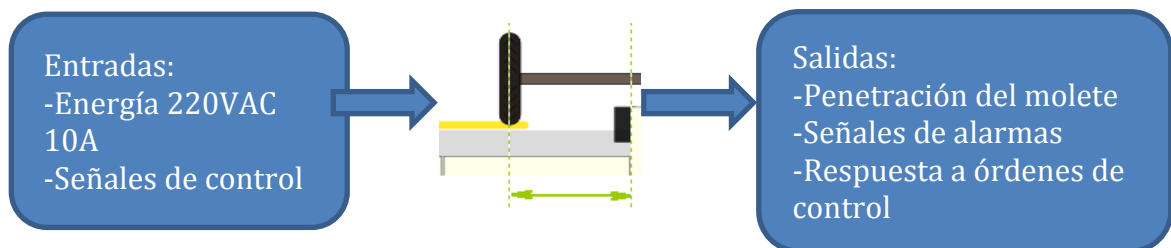
tiempo de accionamiento del sistema esté en un rango de 2 a 4 segundos y así evitar posibles daños y problemas subsecuentes.

El pinzado tiene una influencia significativa en el perfil final del espesor y su rango de operación está entre 50 mm a -50 mm, es decir que el descenso real del molete es de 100 mm.

7.4.3. Sistema de penetración

Este sistema es de igual manera operado cada cambio de espesor, su penetración efectiva es de 2900 mm (figura 17).

Figura 17. Entradas y salidas del sistema de penetración



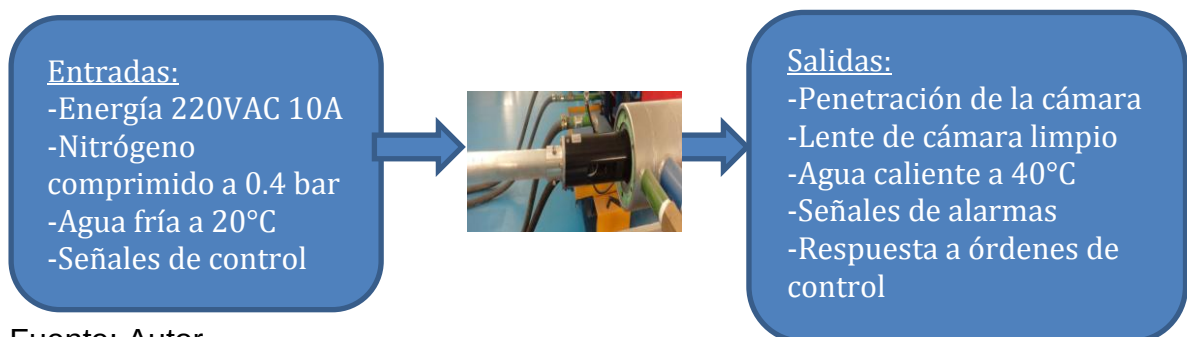
Fuente: Autor

Dentro del proceso productivo, la penetración es un parámetro fundamental para la optimización de la hoja de vidrio, puesto que debe ser lo suficientemente profunda para permitir la conformación de esta, pero al mismo tiempo lo más pequeña posible para tener un mayor aprovechamiento del ancho útil de la misma.

7.4.4. Sistema de penetración periscopio

Este sistema monitorea las 24 horas la operación del equipo dentro del baño de estaño. Para su funcionamiento correcto, el sistema debe ser refrigerado constantemente a una temperatura de 24°C a 40 °C (figura 18).

Figura 18. Entradas y salidas del sistema de penetración periscopio



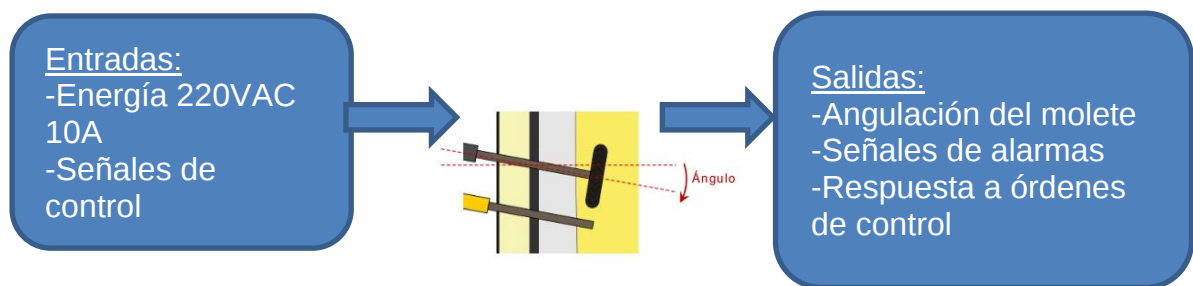
Fuente: Autor

Se debe garantizar de igual manera un flujo constante de nitrógeno para la limpieza del lente de la cámara, la presión para ello debe ser de 0.2 Mpa.

7.4.5. Sistema de angulación

El sistema de angulación, al igual que el pinzado y la penetración, es operado únicamente durante un cambio de espesor, su rango de operación se encuentra entre los 15° a los -15° lo cual dentro del proceso productivo influencia directamente al espesor (ángulos positivos adelgazan la hoja) y al ancho (ángulos positivos extienden la hoja), las entradas y salidas se muestran en la Figura 19.

Figura 19. Entradas y salidas del sistema de angulación



Fuente: Autor

7.4.6. Sistema del bastidor

Este sistema permite el transporte y la nivelación uniforme del equipo y por otro lado cumple la función de proporcionar rigidez y sostén a todos los sistemas y sub sistemas del Top Roll así como suministrar el anclaje a la estructura del baño de estaño para la correcta estabilidad y funcionamiento del equipo (figura 20).

Figura 20. Entradas y salidas del bastidor



Fuente: Autor

7.5. Funciones y estándares de funcionamiento del equipo.

Una función está correctamente definida si en su estructura está compuesta de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario, este último debe ser lo suficientemente detallado en lo que se tolerará y en lo que definitivamente será inaceptable y se considerará como falla funcional.

Dentro del proceso de definición de las funciones y los estándares de funcionamiento, se acordaron con el grupo natural de trabajo (GNT), múltiples variables y condiciones que influyen significativamente en el funcionamiento deseado para cada sistema y subsistema del equipo y que responden a la primera pregunta de la metodología de RCM: ¿Cuáles son las funciones y estándares de funcionamiento asociados del activo en su contexto operacional?

A modo de ejemplo se muestran algunos componentes y subsistemas de cada uno de los sistemas que componen el equipo, para los cuales se definieron las funciones y estándares de funcionamiento, para ver más detalle consultar los AMEF respectivos. (Ver anexo B).

En ocasiones una función puede contener uno o varios estándares de funcionamiento, como es el caso de la junta rotativa (ver cuadro 4) o del subsistema neumático de pinzado (ver cuadro 5) en donde se espera más de una variable dentro del estándar, a esto se le denomina un estándar múltiple de funcionamiento.

Cabe resaltar que la variabilidad que puede tolerarse en la especificación de los diferentes estándares de funcionamiento, esta usualmente determinada por factores externos, como es el caso del cuadro anterior, en donde la temperatura del agua, dependerá netamente del estado en que llegue desde el suministro.

Cuadro 4. Función principal de la junta rotativa del sistema de rotación

Componente	Información técnica	Función- Estándares de funcionamiento
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	Velocidad : ≤ 1000 a 3000 rpm Temperatura : ≤ 100 °C Presión : ≤ 260 Psi	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C

Fuente: Autor

Cuadro 5. Función principal del subsistema neumático del sistema de pinzado

Componente	Información técnica	Función- Estándares de funcionamiento
SUBSISTEMA NEUMÁTICO- PISTONES FESTO DNC- 80-140-PPV-A	P _{máx} : 12 bar Pistón doble efecto	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos

Fuente: Autor

Debe tenerse sumo cuidado en evitar enunciar parámetros cualitativos, ya que este tipo de enunciados pueden hacer imposible definir exactamente cuándo se tolerará que falle el componente.

Otro aspecto a tener en cuenta dentro del proceso de definición de las funciones y estándares de funcionamiento, es que en ocasiones se describen funciones las cuales no contienen su estándar de funcionamiento respectivo como se evidencia en el cuadro 6.

Cuadro 6. Función principal del subsistema de embrague del sistema de penetración

Componente	Información técnica	Función- Estándares de funcionamiento
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	-	Permitir la operación del sistema de penetración en modo manual

Fuente: Autor

A este tipo de casos se les denomina: estándares de funcionamiento absolutos, este tipo de estándares sugiere que el sistema debe funcionar sin tolerar ninguna pérdida, para este caso, el sistema de embrague debe permitir siempre la operación del sistema de penetración y se considerará como falla el hecho de que no lo haga o de que lo haga parcialmente.

Existen funciones con estándares de funcionamiento que contienen límites superiores e inferiores, esto debido a que generalmente el sistema no funciona exactamente según el mismo estándar cada vez que operan, esto se evidencia en el cuadro 7.

Cuadro 7. Función principal del pivote de angulación del sistema de angulación

Componente	Información técnica	Función- Estándares de funcionamiento
PIVOTE DE ANGULACIÓN	Diámetro = 100 mm	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación en un rango de 15° a - 15°

Fuente: Autor

Para el componente anterior se tienen dos valores de operación, un límite superior y uno inferior, el equipo opera en ese rango dependiendo de la producción y del espesor que se esté fabricando. Es importante definir ambos límites ya que en ocasiones las fallas funcionales y modos de falla asociados pueden variar de un límite a otro.

Cuando no es posible especificar parámetros de funcionamiento cuantitativos, por ello se recurre a los cualitativos, tal como se ilustra en los ejemplos del cuadro 8.

Cuadro 8. Calificación cualitativa de algunas funciones

Componente	Información técnica	Función- Estándares de funcionamiento
CÁMARA PERISCÓPICA	-	Transmitir constantemente la imagen en una resolución óptima de los movimientos de la moleta al cuarto de control del flotado
ESTRUCTURA SOPORTE DEL EQUIPO	N/A	Proporcionar soporte y rigidez al equipo y a sus componentes

Fuente: Autor

7.6. Clasificación y listado de las funciones

Una vez identificadas las funciones para cada sistema del activo y con ello los respectivos estándares de funcionamiento, se procedió a clasificar dichas funciones en dos categorías: funciones primarias y secundarias. Cabe resaltar que las funciones secundarias normalmente son menos obvias que las funciones primarias. Pero la pérdida de una función secundaria también puede tener serias consecuencias, en ocasiones más serias que la pérdida de la función primaria.

Dentro del análisis de modos y efectos de las fallas (AMEF) se listaron consecutivamente las funciones de cada sistema y componente del equipo partiendo de las primarias seguidas de las secundarias, y siguiendo para cada sistema una numeración de la función sucesiva identificada por la letra F. A modo

de ejemplo, se muestra en el cuadro 9, para algunos componentes del sistema de rotación, la manera en que fueron clasificadas y listadas las diferentes funciones, de acuerdo a la importancia y a la razón por la cual fue adquirido el activo.

Cuadro 9. Funciones primarias y secundarias de la junta rotativa y camisa de refrigeración del sistema de rotación

Componente	Información técnica	Función- Estándar de funcionamiento	
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	Medio: Agua de 24°C a 40°C Velocidad : ≤ 1000 a 3000 rpm Temperatura : ≤ 100 °C Presión : ≤ 260 Psi	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	Medio: Agua de 24°C a 40°C Velocidad : ≤ 1000 a 3000 rpm Temperatura : ≤ 100 °C Presión : ≤ 260 Psi	F6	Permitir la rotación del sistema de refrigeración de los elementos conductores móviles respecto a los elementos fijos.
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	Longitud: 3785 mm Diámetro 121 mm	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C.
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	Longitud: 3785 mm Diámetro 121 mm	F8	Proporcionar aislamiento térmico entre en eje de rotación y la atmosfera del float, evitando perdidas de temperatura para el proceso y exceso de la misma en el barril

Fuente: Autor

En total se definieron, clasificaron y listaron con el GNT 59 funciones con su respectivo estándar de funcionamiento para los diferentes sistemas y componentes del equipo, las cuales se pueden constatar en el anexo B.

8. CRITICIDAD, MODOS Y EFECTOS DE FALLA DEL EQUIPO

Este capítulo da respuesta al objetivo planteado en el Proyecto: Determinar la criticidad de las fallas en los componentes del equipo en base a los modos, efectos y consecuencias de las mismas.

8.1. Análisis de fallas funcionales

Una vez definidas las funciones y estándares de funcionamiento deseados para el equipo, se procedió a realizar el análisis de modos y efectos de la falla (AMEF) partiendo de un análisis previo de fallos funcionales, el cuál contesta a la segunda pregunta de la metodología RCM: ¿De qué maneras puede fallar el activo al cumplir sus funciones?.

Para un correcto análisis de fallas funcionales, fue necesario tener en cuenta dos aspectos adicionales que resalta la norma SAE- JA1012, los cuales son:

8.1.1. Falla total y parcial.

Las fallas funcionales que representan la falla total de la función son relativamente fáciles de identificar. En el cuadro 10, la función “Permitir la rotación del sistema de refrigeración de los elementos conductores móviles respecto a los elementos fijos.”: puede presentar dos fallas funcionales diferentes, una falla total, en donde el equipo no permita la rotación en lo absoluto y una falla parcial donde la permita parcialmente.

Las fallas parciales necesitan identificarse separadamente porque ellas son causadas casi siempre por modos de falla diferentes de las fallas totales, y porque las consecuencias casi siempre son también diferentes. (12)

Cuadro 10. Fallas funcionales totales y parciales de la junta rotativa

Componente	Función		Fallo funcional	
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F2	Permitir la rotación del sistema de refrigeración de los elementos conductores móviles respecto a los elementos fijos.	A	No permite la rotación
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F2	Permitir la rotación del sistema de refrigeración de los elementos conductores móviles respecto a los elementos fijos.	B	Permite parcialmente la rotación

Fuente: Autor

8.1.2. Límites superiores e inferiores.

Los estándares de desempeño asociados con algunas funciones incorporan límites superiores e inferiores. Estos límites implican que el activo ha fallado si opera por encima del límite superior o por debajo del límite inferior. En estos casos, la demarcación del límite superior necesita ser documentada separadamente de la demarcación del límite inferior. Esto es porque los modos de falla y/o consecuencias asociadas cuando se excede el límite superior son generalmente diferentes que los asociados cuando se está por debajo del límite inferior. (12)

A modo de ejemplo en el cuadro 11 se muestran las fallas funcionales con límites superiores e inferiores de funcionamiento para el caso de la junta rotativa del sistema de rotación.

Cuadro 11. Fallas funcionales con límites superiores e inferiores para la junta rotativa

Componente	Función		Fallo funcional	
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F1	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	C	Permite el flujo de agua de refrigeración a un caudal menor a 35 litros por minuto.
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F1	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	D	Permite el flujo del agua de refrigeración a un caudal mayor a 45 litros por minuto

Fuente: Autor

Como se observa en los cuadros anteriores, la manera de listar las fallas funcionales correspondientes a cada función es en orden alfabético para cada componente de acuerdo al número de fallas funcionales obtenidas

Se determinaron en total 159 fallas funcionales las cuales se pueden ver con más detalle en el anexo B.

8.2. Análisis de modos y efectos de las fallas (AMEF)

Como parte del proceso de RCM, el AMEF busca contestar a las preguntas 3 y 4 de la metodología: ¿Cuál es la causa de cada falla funcional? y ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla?

8.2.1. Modos de falla de los *Top Rolls*

Para responder la primera pregunta, en base a la experiencia y conocimiento del activo por parte del GNT, se analizaron e identificaron los modos de falla más representativos y razonablemente probables de que ocurran, para ello se tuvieron en cuenta: los diferentes históricos de fallas del equipo, las fallas que se están previniendo actualmente con el programa de mantenimiento vigente, y los modos de fallas que no han ocurrido, pero se piensa que son probables ocurran.

Dentro de la descripción de los modos de falla se contemplaron también los tipos de modos de fallas que ocasionan las diferentes fallas funcionales, a continuación se mostrarán algunos ejemplos que dan más claridad al respecto, para mayor detalle ver anexo B.

El deterioro al que están expuestos los equipos, es el tipo de modo de fallo más común, esto incluye factores como el desgaste o la corrosión, dichos modos de falla se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12. Modos de falla por deterioro en los componentes del sistema de rotación.

Componente	Función	Fallo funcional		Modo de falla	
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F8	A	No proporciona aislamiento térmico al eje	2	Corrosión de la camisa de refrigeración
BARRIL	F9	A	No transmite la potencia a la moleta	2	Cojinete de grafito dañado o partido por desgaste
MOLETA	F10	A	No guía la lámina de vidrio	2	Dientes de la moleta desgastados o partidos

Fuente: Autor

La lubricación o la falta de la misma, es otro factor que ocasiona múltiples modos de falla que impiden el correcto funcionamiento de determinado componente o sistema, los cuales se deben identificar correctamente, para focalizar los recursos y actividades y así atenuarlos.

En el cuadro 13 se observan algunos modos de falla asociados a la lubricación, para más detalle, ver anexo B.

Cuadro 13. Modos de falla por falta de lubricación de los componentes del sistema de pinzado

Componente	Función	Fallo funcional		Modo de falla	
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	B	Proporciona menos de 0,66kW de potencia al reductor	2	Rodamientos en mal estado o sin lubricación
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F2	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o sin lubricación
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	A	El sistema no desplaza linealmente	1	Rodamientos lineales en mal estado o sin lubricación
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	A	El sistema no desplaza linealmente	3	Guías de desplazamiento sucias o mal lubricadas

Fuente: Autor

El polvo o la suciedad son modos de fallas muy comunes, que suelen interferir en el adecuado funcionamiento de cualquier activo físico, por ende las actividades de mantenimiento deben ir orientadas a reducir este tipo de causales.

En el cuadro 14 a modo de ejemplo se describen algunos modos de falla asociados a suciedad o polvo.

Cuadro 14. Modos de falla asociados al polvo y a la suciedad

Componente	Función	Fallo funcional		Modo de falla	
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	B	Proporciona menos de 0,66kW de potencia al reductor	2	Rodamientos en mal estado o sin lubricación
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F2	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o sin lubricación
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	A	El sistema no desplaza linealmente	1	Rodamientos lineales en mal estado o sin lubricación
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	A	El sistema no desplaza linealmente	3	Guías de desplazamiento sucias o mal lubricadas

Fuente: Autor

Otro aspecto a tener en cuenta dentro del proceso de descripción de los modos de falla, está asociado a errores humanos, tales como desajustes en el ensamble o desalineación de los componentes al realizar el mantenimiento, lo cual puede ocasionar algún modo de falla..

En el cuadro 15 se muestran a modo de ejemplo algunos de los modos de falla encontrados relacionados con posibles errores humanos

Cuadro 15. Modos de falla por errores humanos

Componente	Función	Fallo funcional		Modo de falla	
TORNILLO SIN FIN	F4	B	Transmite parcialmente la potencia	2	Tornillo mal ajustado o descentrado
SUBSISTEMA NEUMÁTICO- PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	B	Despinza en un tiempo mayor a 4 segundos	3	Forzamiento mecánico del pistón por suciedad o mal ajuste
SUBSISTEMA NEUMÁTICO- PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	A	Presión inferior a 0.6 MPa	1	Insuficiente presión por mal ajuste de la unidad reguladora de aire

Fuente: Autor

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta dentro de la identificación de los modos de falla, sobrecargas deliberadas, ya que incrementos repentinos y generalmente no intencionales del esfuerzo aplicado al activo, pueden ocasionar múltiples modos de falla y afectar el funcionamiento adecuado del equipo. En el cuadro 16 se muestran algunos modos de falla debidos a sobrecargas.

Cuadro 16. Modos de falla por sobrecargas

Componente	Función	Fallo funcional		Modo de falla	
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	A	No permite la angulación	3	Guía de desplazamiento dañada o flectada por sobrecarga
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	B	Despinza en un tiempo mayor a 4 segundos	3	Forzamiento mecánico del pistón por suciedad o mal ajuste
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	1	Tornillo sin fin partido o dañado por sobrecarga
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	2	Corona del sin fin partida o averiada por sobrecarga
ESTRUCTURA SOPORTE DEL EQUIPO	F5	A	No da soporte ni rigidez a ninguno de los componentes del equipo	1	Estructura dañada o averiada por sobrecarga

Fuente: Autor

La manera en la que se listan los modos de falla correspondientes a determinada falla funcional, sigue una numeración consecutiva de acuerdo al número de modos que se identifiquen.

8.2.2. Efectos de las fallas en los *Top Rolls*

Para contestar a la cuarta pregunta que plantea la metodología RCM: ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla? Se procedió a analizar los anteriores modos de falla y a describir lo que ocurre cuando estos se materializan.

Se debe tener en cuenta que uno de los objetivos principales de este paso es establecer si es necesario el mantenimiento proactivo, por ello dentro del proceso

de descripción de los efectos deben hacerse constar los múltiples aspectos que tendrán una consecuencia directa en la posterior evaluación de los riesgos.

Para ello en colaboración con el grupo multidisciplinar de trabajo, se describieron de la manera más objetiva posible, los efectos que cada modo de falla tiene y para los cuales se deben realizar actividades y tareas de mantenimiento que busquen eliminarlos o en su defecto aminorarlos.

A continuación se mostrarán algunos ejemplos del proceso de descripción de los efectos y los aspectos que se tuvieron en cuenta a la hora de detallarlos.

El primer factor que se debe consignar dentro del proceso de descripción de los efectos, es la evidencia de la falla, se debe permitir decidir si en circunstancias normales, será evidente para los operarios la pérdida de función causada por ese modo de falla actuando por sí solo.

En el cuadro 17 se muestra un fragmento del efecto con la evidencia del modo de falla específico para la junta rotativa.

Cuadro 17. Evidencia del fallo en la descripción de los efectos para la junta rotativa del sistema de rotación

Componente	F	FF	Modo de falla		Efectos del fallo
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	A	1	Obstrucción de partículas u objetos extraños	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración.

Fuente: Autor

Cuando la falla no es evidente como en el caso antes descrito, en el cual “se activa una alarma”. Se hace necesario, indicar si la falla va acompañada o precedida por efectos físicos obvios. En el cuadro 18 se evidencia este tipo de situaciones.

Es esencial incluir los efectos y riesgos que genera el modo de falla a la seguridad y al medio ambiente, teniendo en cuenta la normatividad o reglamento que se esté infringiendo. Este proceso se debe hacer sin prejuzgar y usar declaraciones como

“Riesgo para la seguridad o medio ambiente” ya que puede influir en el siguiente paso para la evaluación de las consecuencias.

Cuadro 18. Evidencia del fallo acompañada por efectos físicos en la descripción de los efectos para la junta rotativa del sistema de rotación

Componente	F	FF	Modo de falla		Efectos del fallo
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F6	B	1	Avería o mal estado de los rodamientos	-No se activa ninguna alarma, pero se aprecia un incremento de vibraciones en la junta rotativa.

Fuente: Autor

En el cuadro 19 se describe un fragmento del efecto ocasionado por el modo de falla específico en la salud y medio ambiente.

Cuadro 19. Efectos para la salud y el medio ambiente en la descripción de los efectos para la junta rotativa del sistema de rotación

Componente	F	FF	Modo de falla		Efectos del fallo
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	A	1	Obstrucción de partículas u objetos extraños	- Riesgo de explosión del equipo por sobrepresión del agua contenida en la camisa de refrigeración, riesgo para la integridad y seguridad de las personas y del equipo. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001)

Fuente: Autor

Los efectos en la producción o daños subsecuentes que se presenten debido a determinado modo de falla, se deben considerar dentro de la descripción de los efectos, y a éstos se les denomina efectos operacionales e incluyen: cómo y cuánto se afecta la calidad del producto o el servicio al cliente, si éste efecto, origina la detención de cualquier otro equipo o actividad, si conlleva a un incremento de costos operativos (energía, materiales, etc.) y a daños secundarios causados por la falla. En el cuadro 20 se muestran algunos ejemplos de efectos operativos que afectan los parámetros mencionados.

Cuadro 20. Efectos operativos en el sistema de pinzado del *Top Roll*

Componente	F	FF	Modo de falla		Efectos del fallo
SUBSISTEMA NEUMÁTICO- PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	C	1	Válvula reguladora mal calibrada	-En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes. -Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) -Pérdida de producción de la línea. -El equipo no se despinza en caso de emergencia, posible <i>shutdown</i> (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	C	2	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición	-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado. -El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. -El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

Fuente: Autor

Se identificaron y listaron en total 354 modos de falla con sus respectivos efectos en colaboración con el GNT, correspondientes a los 6 sistemas que componen los *Top Rolls*, para los cuales en el siguiente apartado se detallan los efectos que ocasionan en diversos aspectos.

8.3. Análisis de criticidad de los componentes y consecuencias de sus fallas

Definidos los respectivos AMEF para cada uno de los sistemas, se procedió a evaluar los efectos en una matriz de criticidad, para así identificar los componentes y fallas más importantes y establecer las actividades que ameritan medidas más rigurosas, esto con el fin de responder a la pregunta 5 de RCM: ¿De qué manera es importante cada falla?

Para ello, se acordó con el GNT una matriz que cumpliera con determinados criterios y que estuviera alineada de igual manera con las necesidades de la compañía.

Cada criterio se clasificó y categorizó en base a diversas consecuencias de impacto, como se muestra a continuación en los cuadros 21 al 24 para cada aspecto definido en la matriz de criticidad.

Cuadro 21. Criterios y consecuencias de riesgo a la seguridad.

Seguridad	Consecuencia
- Evento puede generar lesiones que generen amputaciones, fracturas de huesos largos, trauma cráneo encefálico, quemaduras de segundo y tercer grado, alteraciones severas de mano, de columna vertebral con compromiso de la médula espinal, oculares que comprometan el campo visual, disminuyan la capacidad auditiva. - Enfermedades agudas o crónicas, que generan incapacidad permanente parcial, invalidez o muerte.	Catastrófico
- Evento que puede generar lesiones permanentes o parciales con incapacidad. Laceraciones, heridas profundas, quemaduras de primer grado; conmoción cerebral, esguinces graves, fracturas de huesos cortos. - Efectos en la salud reversibles o irreversibles. Enfermedades que causan incapacidad temporal. Ejemplo: pérdida parcial de la audición, dermatitis, asma, desórdenes de las extremidades superiores.	Critico
- Evento que puede generar lesiones superficiales, heridas de poca profundidad, contusiones, irritaciones del ojo por material particulado. - Primeros auxilios por lesión o enfermedad, molestias e irritación (ejemplo: dolor de cabeza), enfermedad temporal que produce malestar (ejemplo: diarrea)	Marginal

Fuente: Autor

Cuadro 21 criterios y consecuencias de riesgo a la seguridad. (Continuación)

- Un incidente en el que no hay como resultado una lesión, enfermedad ni víctima mortal también se puede denominar como “casi-accidente” (situación en la que casi ocurre un accidente).	Insignificante
- Acto o condición que tiene potencial para ser un accidente, casi accidente o un problema de salud Situación o condición insegura	Ninguno

Fuente: Autor

Cuadro 22. Criterios y consecuencias de riesgo al medio ambiente

Ambientales	Consecuencia
Accidente ambiental importante -Requiere intervención de organismos de emergencia externos a la organización. -Evento con consecuencias legales -Contaminación significativa e inminente fuera de las áreas de actividad	Catastrófico
Accidentes Ambientales significativos -Requiere intervención de organismos de emergencia externos a la organización. -Evento sin consecuencias legales -Contaminación importante fuera de las áreas de actividad	Crítico
Accidente Ambiental Moderado - Se puede atender con los elementos de emergencia disponibles en la organización - Contaminación ni importante, ni significativa	Marginal
Casi Accidente Ambiental - Evento no deseado que bajo circunstancias poco diferentes podría tener como resultad un accidente ambiental	Insignificante
Accidentes y Condiciones Peligrosas - Condiciones o comportamiento que puede causar la ocurrencia de un accidente ambiental	Ninguno

Fuente: Autor

Cuadro 23. Criterios y consecuencias de riesgo a la economía.

Costos	Consecuencias
- Costo > \$ 500 MCOPS - Pérdida de Producción superiores a 1 días	Catastrófico
- \$ 100MCOPS< Costo < \$ 500 MCOS - Pérdida de Producción Entre 8horas Y 24horas.	Critico
- \$ 20MCOSP< Costo < \$ 100MCOPS - Pérdida de Producción Entre 1h y 8 horas.	Marginal
- \$ 5MCOSP< Costo < \$ 20MCOPS - Pérdida de Producción menos de 1 horas.	Insignificante
- Costo < \$ 5MCOPS - No hubo pérdida de producción.	Ninguno

Fuente: Autor

Cuadro 24. Criterios y consecuencias de riesgo a la calidad

Calidad	Consecuencia
Pérdida material por calidad sin posibilidad de reproceso	Catastrófico
Pérdida material por calidad con posibilidad de reproceso	Crítico
Sin pérdida de material, con posibilidad de degradar calidad	Marginal
Pérdida de calidad fuera de ancho útil del vidrio	Insignificante
Sin pérdidas de calidad	Ninguno

Fuente: Autor

Cabe destacar que efectos de falla y consecuencias de falla no son lo mismo, un efecto responde a la pregunta ¿Qué ocurre?, mientras que una consecuencia de falla responde a la pregunta ¿Qué importancia tiene?

Además de las consecuencias de las fallas, una variable importante en la determinación de la criticidad, es la probabilidad de que las fallas ocurran. Por tanto, se consideró vital determinar los grados de probabilidad de ocurrencia, de acuerdo a los históricos de fallas, a la experiencia y al conocimiento del activo por parte del GNT, esto se puede evidenciar más claramente en el cuadro 25.

Cuadro 25. Matriz de criticidad y evaluación de riesgos.

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD					
		IMPOSIBLE	IMPROBABLE	REMOTO	OCASIONAL	MODERADO	FRECUENTE
Catastrófico	5	5	10	15	20	25	30
Crítico	4	4	8	12	16	20	24
Marginal	3	3	6	9	12	15	18
Insignificante	2	2	4	6	8	10	12
Ninguno	1	1	2	3	4	5	6
		1	2	3	4	5	6
		A > 5 Años	B < 5 Años	C < 2 Años	D < 1 Años	E < 6 Meses	F ± 1 Mes

Fuente: Grupo Natural de Trabajo (GNT)

La probabilidad y consecuencia de las fallas, definen el nivel de criticidad. Así, al multiplicar la ponderación otorgada a estas variables, el resultado para cada aspecto tendrá un valor diferente y por tanto indicará un nivel de criticidad determinado por criterio valorado.

El resultado final de la evaluación condujo a la determinación de los riesgos asociados a la criticidad, se incluyó además una columna para evidenciar si el modo de falla es oculto o evidente, para las personas en condiciones normales de operación. Se estimaron los costos asociados a cada modo de falla, dependiendo del impacto y las consecuencias que estos generan.

A manera de ejemplo, se ilustra en el cuadro 26, el resultado de la evaluación de los riesgos para la función principal (F5) del subsistema de despinzado emergencial del sistema de pinzado. Para más detalle, ver anexo C.

Cuadro 26. Evaluación de la criticidad y riesgos del subsistema de despinzado emergencial.

F	FF	MF	Costo	Falla oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F5	A	1	1000 MCOPS	SI	C12	D4	D20	D20
F5	A	2	1000 MCOPS	SI	D16	D4	D20	D20
F5	A	3	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F5	A	4	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F5	A	5	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F5	B	1	1 MCOP	SI	D4	B4	B2	C6
F5	C	1	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	C	2	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	C	3	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	C	4	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	D	1	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	D	2	0 MCOP	NO	D4	B4	D4	D4
F5	E	1	1 MCOP	SI	D4	B4	B2	C6

Fuente: Autor

Este ejercicio se replicó para los modos de falla de los sistemas objeto de este proyecto. La evaluación realizada muestra que los sistemas más críticos del equipo Top Roll son los de rotación y pinzado, ya que contienen un mayor número de componentes que impactan la matriz de criticidad aplicada.

En consecuencia, las actividades de mantenimiento se deben focalizar en atenuar o aminorar los riesgos de los modos de fallas presentes en estos sistemas.

9. DETERMINACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

En este capítulo se definieron actividades, frecuencias, responsables y demás actividades del plan de mantenimiento con lo cual se pretenden mejorar los indicadores y costos asociados a estos.

9.1. Árbol lógico de decisiones (ALD)

A través del árbol lógico de decisiones, se seleccionaron y agruparon en diferentes categorías, las actividades de mantenimiento más adecuadas para aminorar las fallas asociadas al activo y con ello contestar las últimas dos preguntas de la metodología RCM: ¿Qué se debe hacer para predecir o prevenir cada falla? y ¿qué se debe hacer si una tarea proactiva que conviene no está disponible?

Para el proceso de categorización de las actividades, primero, se debe definir factibilidad técnica de cada tarea y después evaluar si vale la pena realizarla. Una tarea es técnicamente factible, si físicamente es posible realizarla y además, reduce las consecuencias de la falla a un punto en que es tolerable para el usuario del activo, merece la pena si reduce las consecuencias del modo de falla a un grado tal que justifique los costos directos e indirectos de hacerla.

En el siguiente apartado se detallará la factibilidad técnica y si merece la pena la realización de las diferentes actividades de mantenimiento propuestas para cada modo de falla.

9.2. Hoja de decisiones de RCM

La hoja de decisiones permite consignar la respuesta a las preguntas formuladas en el árbol de decisiones, para ello se debe dar respuesta a:

- Qué actividades de mantenimiento preventivo o predictivo se realizarán de acuerdo a la factibilidad técnica, con qué frecuencia y quienes serán los responsables de hacerlas.
- Casos en los que no se encuentre una actividad adecuada y deba optarse por una acción a falta de.
- Casos en los que se toma la decisión de dejar que las fallas ocurran.

Las hojas de decisiones realizadas como parte de la metodología de RCM se pueden ver a detalle en el anexo D.

9.3. Actividades y frecuencias de mantenimiento

Se identificaron y definieron diferentes tipos de actividades y frecuencias de mantenimiento en base a la experiencia del GNT en el activo. Las cuales concuerdan con los resultados del ALD y la evaluación de las consecuencias de las fallas.

Para el proceso de selección de las actividades más adecuadas se tuvo en cuenta la relación entre la edad o vida útil de los componentes que se están considerando, la probabilidad de que fallen, la factibilidad técnica de las actividades y si merece o no la pena realizarlas.

A modo de ejemplo se detallarán a continuación algunos de los tipos de actividades y frecuencias seleccionadas para cada uno de los componentes del equipo.

9.3.1. Tareas de reacondicionamiento y sustitución cíclicas

Este tipo de actividades son seleccionadas generalmente, cuando hay una relación directa entre la vida útil del componente analizado y la probabilidad de que ocurra la falla.

Las actividades de reacondicionamiento cíclico consisten en reacondicionar la capacidad de un elemento antes o en el límite de edad o vida útil ya conocido, independiente de la condición en la que se encuentre en el momento de llevar a cabo la actividad.

Las tareas de sustitución cíclica o programada, consisten en descartar un elemento o componente antes o en el límite de la edad definida, también independiente de la condición en ese momento.

La factibilidad técnica de este tipo de actividades dependerá de varios factores:

- Existe una edad identificable en la que el elemento muestra un rápido incremento de la probabilidad condicional de la falla
- La mayoría de los elementos sobreviven a esta edad
- Se restaura la resistencia original del elemento a la falla

Las frecuencias de reacondicionamiento o sustitución cíclica dependen de la edad o vida útil en la que el elemento o componente muestra un incremento en la probabilidad de la falla.

Para el caso del cuadro 27 las actividades y frecuencias de mantenimiento se definieron teniendo en cuenta lo expuesto y en base a la experiencia del GNT en el activo (Para mayor detalle, ver anexo D)

Cuadro 27. Actividades y frecuencias de mantenimiento de reacondicionamiento y sustitución cíclica en la junta rotativa

Componente	F	FF	MF	Tipo de decisión	Frecuencia	Actividad	Responsable
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	A	1	Reacondicionamiento cíclico	1 Año	Lavado químico del conjunto camisa - barril	Técnico Mtto mecánico
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 meses	Ajuste de conjunto de junta rotativa	Técnico Mtto mecánico
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	B	1	Sustitución programada	6 meses	Cambio de sellos de junta rotativa	Técnico Mtto mecánico
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F6	A	1	Sustitución programada	1 Año	Cambio de rodamientos de junta rotativa	Técnico Mtto mecánico

Fuente: Autor

Otro factor, ya descrito en el capítulo anterior, que se clasifica dentro de las actividades de reacondicionamiento cíclico, es aquel orientado a aminorar o erradicar los modos de falla relacionados con la falta de lubricación, a continuación en el cuadro 28, se muestra algunos ejemplos de este tipo de actividades realizadas para los *Top Rolls*. Para mayor detalle, ver anexo D

Cuadro 28. Tareas de lubricación identificadas en el sistema de penetración

Componente	F	FF	MF	Tipo de decisión	Frecuencia	Actividad	Responsable
TORNILLO SIN FIN	F5	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 meses	Lubricación del tornillo sin fin	Técnico de lubricación
TORNILLO SIN FIN	F5	B	3	Reacondicionamiento cíclico	3 meses	Lubricación de chumaceras y rodamientos	Técnico de lubricación
SUBSISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	A	1	Reacondicionamiento cíclico	3 meses	Lubricación de rodamientos	Técnico de lubricación
SUBSISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	A	3	Reacondicionamiento cíclico	3 meses	Lubricación de guías	Técnico de lubricación

Fuente: Autor

9.3.2. Tareas de monitoreo a condición

Este tipo de actividades ayudan a identificar fallas potenciales que pueden convertirse en fallas funcionales y evitar así las consecuencias de las mismas.

Para definir las frecuencias de las tareas de monitoreo a condición, previamente se analizó con el GNT el intervalo de tiempo en el que se detectaba la falla potencial y ocurría la falla funcional en los componentes críticos, a este concepto

se le denomina “intervalo P-F”, el cual fue definido en la mayoría de los casos en base a la experiencia del grupo y a los históricos de fallas ocurridas en el pasado.

La frecuencia con la que se deben realizar este tipo de actividades debe ser menor a la frecuencia del intervalo P-F, para así poder detectar la falla oportunamente y poder prevenirla antes de que ocurra. Este tipo de tareas es técnicamente factible si se puede definir una condición clara de falla potencial y si resulta práctico monitorear a intervalos menores al intervalo P-F.

En el cuadro 29 se muestran algunos ejemplos de tareas de monitoreo de condición para el sistema de pinzado del equipo. Para mayor detalle, ver anexo D

Cuadro 29. Tareas de monitoreo de condición para el sistema de pinzado de los *Top Rolls*.

Componente	F	FF	MF	Tipo de decisión	Frecuencia	Actividad	Responsable
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	A	3	Monitoreo de condición	3 meses	Medición y análisis de vibraciones	Especialista vibraciones
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4-BRE5	F2	B	2	Monitoreo de condición	3 meses	Análisis partículas metálicas en aceite lubricante	Técnico de lubricación
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (POLEA-CORREA SINCRÓNICA)	F4	B	1	Monitoreo de condición	6 meses	Medición de desgaste de la polea mediante galgas	Técnico Mtto mecánico

Fuente: Autor

9.3.3. Acciones “a falta de”

Las acciones “a falta de” son llevadas a cabo cuando no se ha encontrado una tarea proactiva que sea técnicamente factible y que merezca la pena realizar, este tipo de tareas son seleccionadas de acuerdo a las consecuencias de la falla.

Cuando no se logra reducir el riesgo o probabilidad inherente a que ocurra una falla oculta y con ello las consecuencias asociadas a esta, se debe llevar a cabo una tarea de búsqueda de fallos o tarea detectiva, cuyo objetivo es cerciorarse en intervalos regulares, que determinado sistema o componente aún funcione.

Si no es posible encontrar una tarea proactiva que sea viable, en un periodo de tiempo determinado aplicado a una falla que tenga consecuencias operacionales, el tipo de acción “a falta de” será: “no realizar mantenimiento programado”, es decir dejar llevar la falla a rotura. En el cuadro 30 se muestran algunos ejemplos de tareas “a falta de”.

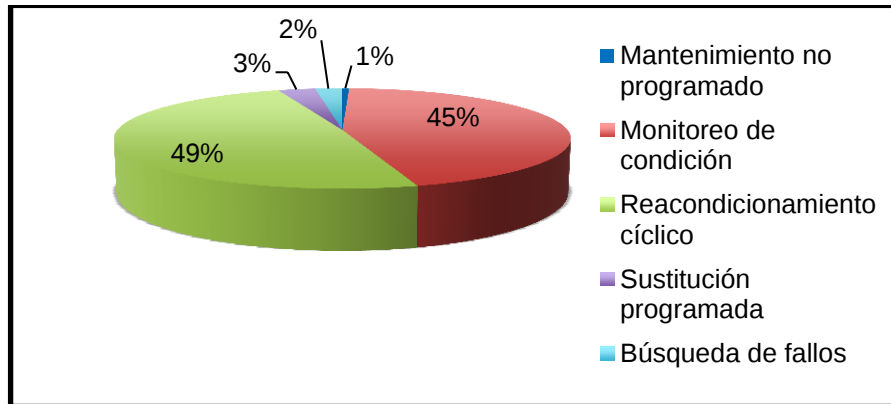
Cuadro 30. Acciones “a falta de” en los *Top Rolls*

Componente	F	FF	MF	Tipo de decisión	Frecuencia	Actividad	Responsable
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	A	1	Búsqueda de fallos	3 meses	Prueba de paro de emergencia del equipo	Técnico de mtto de turno
RUEDAS DE MOVIMIENTO	F3	A	1	Mantenimiento no programado	N/A	Falla a rotura	N/A

Fuente: Autor

Como resultado del proceso de determinación de las actividades de mantenimiento y frecuencias de las mismas, en la figura 21 se evidencian los resultados de los tipos de actividades seleccionados para todo el equipo.

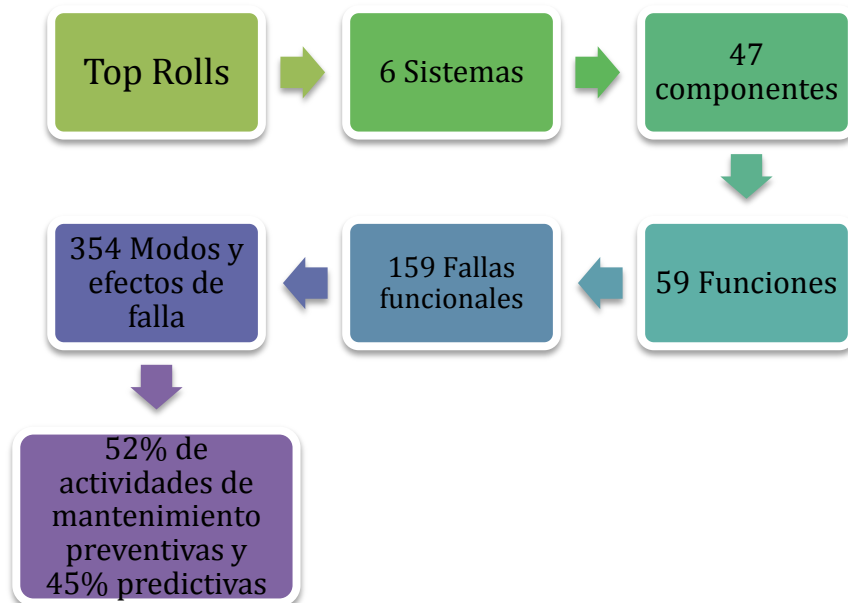
Figura 21. Porcentaje de tipo de actividades para el equipo *Top Roll*



Fuente: Autor

Las actividades de reacondicionamiento cíclico y sustituciones programadas, lo cual para RCM corresponde al mantenimiento preventivo, suman un 52% de las actividades establecidas para el equipo, en tanto que, las tareas de monitoreo de condición, correspondientes al mantenimiento predictivo, representan un 45% del total. En la figura 22 se presenta una síntesis del proceso y desarrollo de la metodología RCM en los equipos *Top Roll*.

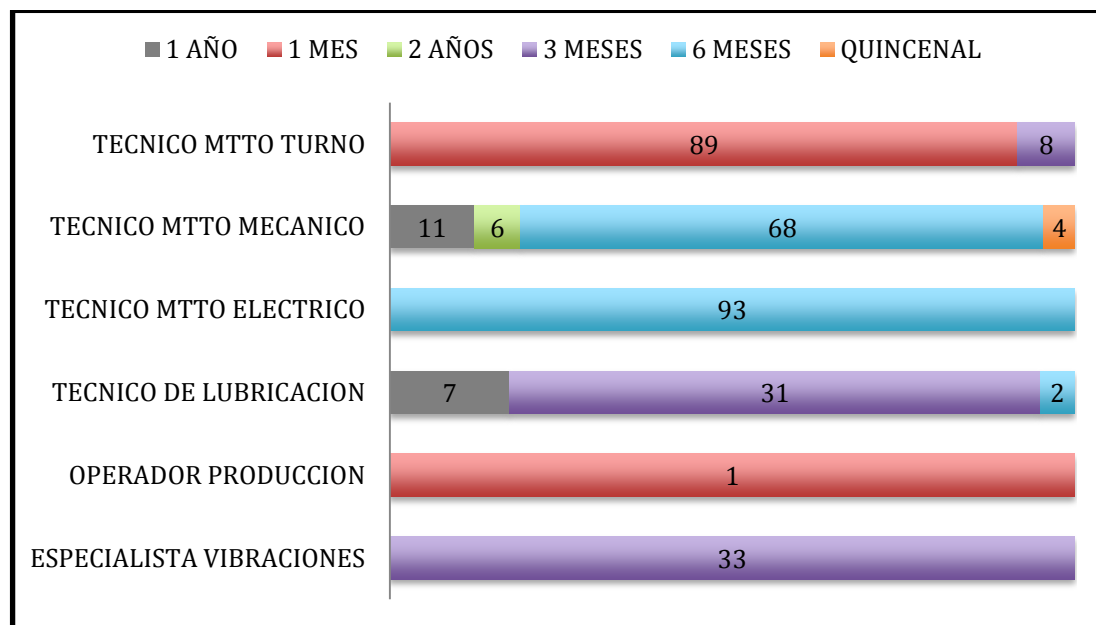
Figura 22. Síntesis de los resultados del RCM en los *Top Rolls*



Fuente: Autor

En la figura 23 se evidencian las frecuencias obtenidas para cada actividad de mantenimiento, en donde en mayor medida se tienen tareas a seis meses (163) que deben ser realizadas por los técnicos de mantenimiento eléctrico y mecánico y a un mes (90) a realizar por el técnico de mantenimiento de turno en su mayoría.

Figura 23. Frecuencias de actividades por responsables



Fuente: Autor

9.4. Indicadores y costos de mantenimiento

La realización del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, descrito en el desarrollo de este proyecto busca reducir costos relacionados con la falta de mantenimiento y disponibilidad del equipo, para cumplir tal fin, se proponen una serie de actividades con determinadas frecuencias que requieren la inversión de recursos monetarios, físicos y humanos. Los costos equivalentes a estos recursos y a las horas totales invertidas por los técnicos de mantenimiento para las tareas de todos los equipos *Top Roll* son descritos con mayor detalle en el cuadro 31.

Con la implementación de tareas predictivas o tareas de monitoreo de condición que reemplazan las actividades de mantenimiento preventivas (es decir tareas de reacondicionamientos cíclicos y sustituciones programadas) llevadas a cabo en el plan vigente, se pretende mejorar los indicadores existentes en la empresa y con ellos los costos asociados.

Cuadro 31. Costo de implementación anual estimado para el proyecto.

Recurso	Costo/hora	Horas	Costo anual
Implementación en sistema de gestión de activos			
Hora ingeniero en cargue de planes de mantenimiento en SAP	\$ 60.000	16	\$ 960.000
Puesta en marcha y ejecución de plan de mantenimiento			
Mano de obra técnicos de mantenimiento eléctrico	\$ 10.000	320	\$ 3.200.000
Mano de obra técnicos de mantenimiento Mecánico	\$ 10.000	320	\$ 3.200.000
Mano de obra técnicos de mantenimiento de turno	\$ 10.000	160	\$ 1.600.000
Mano de obra técnico de lubricación	\$ 10.000	160	\$ 1.600.000
Operador de producción	\$ 8.000	160	\$ 1.280.000
Servicio predictivo vibraciones			\$ 1.200.000
Servicio análisis de aceite lubricante			\$ 100.000
Total mano de obra al año			\$ 13.140.000
Equipos de monitoreo y medición			
Equipo de medición de vibraciones básico (vibrapen)			\$ 6.000.000
Galgas			\$ 80.000
Micrómetro			\$ 200.000
Calibrador Pie de rey			\$ 2.500.000
Megger			\$ 6.000.000
Total equipos			\$ 14.780.000
Materiales y consumibles			
Lubricantes			\$ 2.000.000
Repuestos			\$ 6.000.000
Total repuestos			\$ 8.000.000
Gran Total			\$ 35.920.000

Las horas que se detallan en el cuadro anterior representan las empleadas por cada operador para los 20 equipos *Top Roll* que operan en el área de flotado. Por otro lado, el costo de los servicios requeridos para determinadas actividades del plan de mantenimiento es detallado de igual manera para todos los equipos sometidos al análisis.

La mejora del tiempo medio entre fallas (MTBF) y el número de averías que se espera con la implementación de este proyecto, busca mejorar las 127 horas y las 68 averías del plan vigente, a 720 horas y 12 averías al reemplazar tareas de mantenimiento preventivo con tareas de mantenimiento predictivo y con ello minimizar los tiempos de mantenimiento correctivo para así generar una mayor disponibilidad de la línea de producción.

En el cuadro 32 se contrasta el costo correspondiente al mantenimiento correctivo asociado a las fallas que se presentan en los equipos, las cuales generan pérdidas de material equivalentes a 1 MCOP/Tonelada de vidrio, con el costo que se espera obtener con la implementación del proyecto.

Cuadro 32. Estimación de los costos actuales vs los costos esperados

Costo anual del mantenimiento correctivo	Plan vigente	Plan propuesto
MTBF (h)	127	720
MTTR (h)	1,5	1,5
Número de operarios	2	2
Costo mano de obra anual	\$ 2.040.000	\$ 360.000
Número de averías	68	12
Toneladas de vidrio pérdidas asociadas a las averías	600	105,88
Costo anual estimado	\$ 1.200.000.000	\$211.764.706
Costo total	\$ 1.202.040.000	\$212.124.706
Ahorros estimados	\$ 989.915.294	

Fuente: Autor

Al implementar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, se espera una disminución de las pérdidas de vidrio de cerca de 500 toneladas y con ello se busca un ahorro aproximado de 989 MCOPS y una reducción del 83% del costo de la mano de obra, correspondiente a las intervenciones por parte de los técnicos de acuerdo al número de averías y al tiempo medio de reparación (MTTR) de cada una de estas, lo cual hace viable y atractivo el proyecto financieramente, adicionalmente con el desarrollo del proyecto se planea reducir el riesgo latente en la seguridad y medio ambiente al proponer actividades y tareas que disminuyan la probabilidad de ocurrencia de los peligros a los que se exponen al realizar el mantenimiento de estos equipos.

10. CONCLUSIONES

- Se establecieron en total 6 sistemas y 47 componentes del equipo, que fueron objeto de análisis de la metodología RCM, para los cuales se definieron, clasificaron y listaron 59 funciones con su respectivo estándar de funcionamiento en base al contexto operacional de los diferentes sistemas.
- Como parte del proceso de evaluación de la criticidad, se determinaron en total 159 fallas funcionales y 354 modos de falla para los cuales fue necesario evaluar las consecuencias de acuerdo a los efectos que genera cada uno. Como resultado se obtuvo que los sistemas de rotación y pinzado contienen los componentes más críticos y para los cuales se focalizaron las actividades y los recursos de mantenimiento.
- Se definieron las actividades de mantenimiento y frecuencias para cada modo de falla, arrojando como resultado que un 52% de las tareas son preventivas y 45% predictivas. Con la definición de estas tareas se pretende disminuir el número de averías del equipo, reflejadas en el mejoramiento del tiempo medio entre fallas (MTBF) y con ello el número de pérdidas en aproximadamente 500 toneladas de vidrio, con esta disminución se espera un ahorro aproximado de 989 MCOPS al año. De igual manera el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad planea reducir la probabilidad de ocurrencia de las fallas y con ello disminuir el riesgo latente al que se exponen las personas y el medio ambiente con el mantenimiento de este equipo.
- El RCM como metodología empleada en el diseño de un plan de mantenimiento, enfocado en los *Top Rolls* de la empresa Vidrio Andino, logró generar múltiples beneficios y aspectos positivos durante el proceso de aplicación. Esto se dio gracias a realizar el estudio del equipo en su contexto operacional, el cual permitió identificar plenamente las fallas funcionales, modos de falla, efectos y consecuencias de las mismas con un enfoque más técnico. Lo anterior permitió definir las actividades y frecuencias más óptimas y apropiadas para cada componente del equipo.
- El aporte y conocimiento del Grupo Natural de Trabajo (GNT) fue fundamental en el desarrollo. La aplicación de la metodología con las contribuciones de un grupo multidisciplinar de personas consiguió evaluar y tener en cuenta diversos aspectos, los cuales sin su ayuda estarían limitados para el desarrollo del proyecto. Por otro lado el conocimiento adquirido por las personas implicadas y que hicieron parte del GNT, se traduce en una ganancia para la Organización, para la cual resulta muy importante la aplicación y el entendimiento de la lógica RCM. Así mismo los beneficios de esta técnica se espera que sean prontamente replicados a otras áreas y equipos críticos de la línea.

11. RECOMENDACIONES

- Un aspecto que se recomienda, antes de replicar este modelo, es definir adecuadamente el nivel de detalle con el cuál se analizarán los diferentes AMEF para otros equipos críticos de la línea, ya que este factor influye drásticamente en el tiempo que se invierte en desarrollar el proyecto.
- Es recomendable que el proceso de evaluación y criticidad de las consecuencias de las fallas sea realizado por un grupo multidisciplinar de personas, para no sesgar los resultados que se obtengan.
- Capacitar a los operadores y personas involucradas en el proceso de implementación de este plan de mantenimiento, en la metodología y lógica de RCM para tener un entendimiento común, en pro de la mejora continua y modificaciones que puedan surgir a este proyecto
- Generar procedimientos e instructivos de cómo realizar las actividades que se generaron a partir del desarrollo de este proyecto con el objetivo de tener un estándar claro para todos los operarios de los diferentes turnos.
- Se sugiere cargar el plan de mantenimiento aquí descrito en el software de gestión de activos de la empresa (SAP)
- Para la futura implementación de este proyecto se propone adicionar indicadores de mantenimiento que detallen en los costos y tiempos de las fallas y así ejercer un mayor control y seguimiento de estos equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. DESHPANDE, V. S. and MODAK, J. P. Application of RCM to a medium scale industry. *Reliability Engineering and System Safety*. 2002. Vol. 77, no. 1, p. 31–43. DOI 10.1016/S0951-8320(02)00011-X.
2. ACIEM. *Estudio Estado del Arte Mantenimiento en Colombia a 2008*. [online]. 2009. Available from: <http://www.aciem.org/>
3. AFNOR. NF X 60 010. .
4. MILITARY STANDARD. MIL-STD-721C. . 1970.
5. ACIEM. *Guía de los Fundamentos de Mantenimiento y Confiabilidad*. 1 ed. 2014.
6. SMITH, Anthony M. and HINCHCLIFFE, Glenn R. Preventive maintenance definition and structure. In : *RCM. Gateway to world class maintenance*. Elsevier Ltd, 2004. p. 19–37. ISBN 978-0-7506-7461-4.
7. GUTIERREZ, Alberto Mora. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. 1era ed. México D.F, 2009. ISBN 9789586827690.
8. SEAS ESTUDIOS SUPERIORES ABIERTOS. *Gestión de Mantenimiento I*. In : . p. 250. ISBN 9788415545606.
9. MOUBRAY, John. *RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. 2 ed. Asheville, Carolina del Norte : Aladon LLC, 2004. ISBN 09539603-2-3.
10. GREG FOLTS. Preventive Maintenance Optimization Through FMEA. In : *Reliable Plant Conference* [online]. San Antonio, Texas , 2014. [Accessed 20 May 2017]. Available from: <http://conference.reliableplant.com/preventive-maintenance-optimization/>
11. SAE:JA1011. Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. . 1999. P. 1–12.
12. SAE:JA1012. Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC). . 2002. P. 1–62.
13. NASA. Reliability-Centered-Maintenace-Guide. . 2008. No. September, p. 472. DOI doi:10.1201/9781420031843.ch6.
14. SIDDIQUI, Atiq Waliullah and BEN-DAYA, Mohamed. Reliability centered maintenance. *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. 2009. Vol. 60, p. 397–415. DOI 10.1007/978-1-84882-472-0_16.
15. HUERTA, Rosendo. El analisis de criticidad, una metodologia para mejorar la confiabilidad operacional. *Club de mantenimiento*. P. 12–16.

ANEXOS

ANEXO A. Recomendaciones y manual del fabricante

A.1 Puntos de lubricación y tipos de lubricantes proporcionados por el fabricante

Con el fin de un buen uso y operación, todos los puntos de lubricación en los *Top Rolls* deben ser lubricados regularmente. Siguiendo como referencia la siguiente tabla:

No.	Punto de lubricación	Tipo de grasa/aceite	Periodo de chequeo	Observaciones
1	Moto reductor	ISO VG220	Después de 3000Hr 1 vez/mes	
2	Tuerca del tornillo sin fin	2# Grasa de litio	1 vez/mes	Limpiar primero, luego lubricar
3	Chumacera Rodamiento rígido de bolas	3# Grasa de litio	1 vez/mes	
4	Chumacera rodamiento de rodillos	3# Grasa de litio	1 vez/semana	
5	Tornillo sin fin	3# Grasa de litio	2 veces/año	

A.2 Análisis de problemas comunes y soluciones

A continuación se encuentra el análisis y acciones de algunos problemas comunes durante la operación de los equipos según el fabricante.

Ítem a revisar		Periodo	Contenido	Acciones
Barril	Correa sincrónica	2 veces/semana	1) Revisar el grado de ajuste 2) Revisar abrasión	1) Si el ajuste no es el adecuado, se debe ajustar la distancia entre el motor y el barril. 2) Si hay abrasión en la correa, esta debe ser cambiada por una nueva
	Flujo y temperatura del agua	1 vez/día	Temperatura anormal del agua	1) Si hay anomalías en el agua de suministro, se debe ajustar la temperatura del agua. 2) Si hay bloqueos en el barril o molete, se deben limpiar
	Molette	2 veces/mes	Abrasión del diente	Cuando el diámetro del molette esté seriamente desgastado, cambiar por uno Nuevo (Se sugiere el cambio cuando el diametro $\leq 224\text{mm}$)
	Barril	1 vez/semana	Estado de funcionamiento del barril	1) Si hay ruidos anormales, cambiar el cojinete de grafito 2) Si aún hay vibraciones después de cambiar el cojinete de grafito, se debe cambiar la camisa entera.

	Tubería de agua – Entrada/s alida	1 vez/ día	Fuga de agua en tubos y conexiones	1) Si hay una fuga en una conexión, cambiar el calce 2) Si hay fuga en tuberías, cambiar por nuevas tuberías
Motor reductor	Motor	1 vez/ día	Sobre temperatura	1) Sobre carga del motor 2) Problema de motor. Cambiar por un Nuevo motor
	Reductor	1 vez/ semana	Revisar fugas de aceite	1) Exceso de aceite, ajustar la posición del aceite 2) Daños en los sellos, contactarnos para reparar
		1 vez/ día	1) Si hay anomalías o ruidos anormales 2) Si hay anomalías pero el ruido es normal	1) Impureza del aceite, revisar y cambiar aceite. 2) Daño en los rodamientos, lubricar o cambiarlos.

ANEXO B. Análisis de modos y efectos de las fallas

B.1. AMEF Sistema de rotación

Componente	Función- Estándares de funcionamiento		Fallo funcional	Modo de fallo		Efectos del fallo
MOTOR NORD TYBZ 120-80M-6	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 2000 rpm y potencia de 1,2 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	1	Fallo de alimentación del motor (por conexiones sueltas o defectuosas)
MOTOR NORD TYBZ 120-80M-6	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 2000 rpm y potencia de 1,2 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	2	Bobinado roto o averiado
MOTOR NORD TYBZ 120-80M-6	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 2000 rpm y potencia de 1,2 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	3	Eje bloqueado por rodamientos dañados
MOTOR NORD TYBZ 120-80M-6	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 2000 rpm y potencia de 1,2 KW	B	Proporciona menos de 1,2kW de potencia al reductor	1	Bobinado roto o dañado

MOTOR NORD TYBZ 120- 80M-6	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 2000 rpm y potencia de 1,2 KW	B	Proporciona menos de 1,2kW de potencia al reductor	2	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de la temperatura, vibración y consumo del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. * Disparo de protección eléctrica y/o variador ante el cambio de condición permanente del motor. * Pérdida de control de la hoja de vidrio. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
MOTOR NORD TYBZ 120- 80M-6	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 2000 rpm y potencia de 1,2 KW	B	Proporciona menos de 1,2kW de potencia al reductor	3	Eje deflectado o desalineado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de la temperatura, vibración y consumo del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. * Disparo de protección eléctrica y/o variador ante el cambio de condición permanente del motor. * Pérdida de control de la hoja de vidrio. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F2	Transmitir 1,2 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	1	Eje bloqueado por rodamientos dañados	*Se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F2	Transmitir 1,2 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes partidos o desgastados por sobrecarga	*Se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F2	Transmitir 1,2 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	1	Eje deflectado o desalineado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F2	Transmitir 1,2 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes desalineados o en mal estado por desgaste	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F2	Transmitir 1,2 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,45 L	A	No contiene el aceite lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo; NTC ISO 18001, controles de emergencia SST *Contaminación del área de trabajo. (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales) *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación

							*Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea.
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,45 L	A	No contiene el aceite lubricante	2	Avería o daño en la carcasa del reductor	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo;NTC ISO 18001, controles de emergencia SST *Contaminación del área de trabajo. (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales) *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea.
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,45 L	B	Contiene parcialmente el líquido lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo;NTC ISO 18001, controles de emergencia SST *Contaminación del área de trabajo (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales) *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 373,1F IEC80	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,45 L	C	Exceso de contención del líquido lubricante	1	Se supera el nivel permisible de llenado (0,45 L)	-El aceite lubricante se empieza a fugar, ocasionando derrames y posibles daños en equipos adyacentes, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo;NTC ISO 18001, controles de emergencia SST *Contaminación del área de trabajo. (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales) *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA	F4	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	A	No transmite la potencia del reductor al sistema de rotación	1	Poleas averiadas o dañadas por desgaste	-Sistema deja de girar, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA	F4	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	A	No transmite la potencia del reductor al sistema de rotación	2	Correa rota o dañada por fricción indebida	-Sistema deja de girar, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA	F4	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 1,2 kW a al sistema de rotación	1	Polea en mal estado o desgastada	-El sistema no deja de girar, por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown - Pérdida de producción de la línea - Pérdida de calidad del vidrio

SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA	F4	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 1,2 kW a al sistema de rotación	2	Correa en mal estado o deslizando por desgaste	- El sistema no deja de girar, por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía. - Pérdida de producción - Pérdida de calidad del vidrio
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	A	No permite el flujo de agua de refrigeración	1	Obstrucción de partículas u objetos extraños	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración. - Riesgo de explosión del equipo por sobrepresión del agua contenida en la camisa de refrigeración, riesgo para la integridad y seguridad de las personas y del equipo. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	A	No permite el flujo de agua de refrigeración	2	Descentramiento o mal ajuste de la junta rotativa con el eje de la moleta	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración. - Riesgo de explosión del equipo por sobrepresión del agua contenida en la camisa de refrigeración, riesgo para la integridad y seguridad de las personas y del equipo. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	B	No contiene el flujo de agua de refrigeración	1	Daño en los sellos mecánicos	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof

JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	B	No contiene el flujo de agua de refrigeración	2	Fuga en las conexiones de la junta	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	C	Permite el flujo de agua de refrigeración a un caudal menor a 35 litros por minuto	1	Baja presión del agua de suministro	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo del agua y alerta de temperatura. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	C	Permite el flujo de agua de refrigeración a un caudal menor a 35 litros por minuto	2	Fuga en los sellos mecánicos	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo del agua y alerta de temperatura. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof .
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	C	Permite el flujo de agua de refrigeración a un caudal menor a 35 litros por minuto	3	Fuga en las conexiones de la junta	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo del agua y alerta de temperatura. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof

JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	C	Permite el flujo del agua de refrigeración a un caudal menor a 35 litros por minuto	4	Fuga en las mangueras o elementos flexibles	No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo del agua y alerta de temperatura. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	D	Permite el flujo del agua de refrigeración a un caudal mayor a 45 litros por minuto	1	Exceso de caudal del agua de suministro debido a exceso de apertura de válvulas	- La falla no acciona ninguna alarma -Exceso de refrigeración del sistema ocasionando un delta de temperaturas suficientes para generar un punto frío en la masa de vidrio, dificultando el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio. - Pérdida de producción y de calidad por imposibilidad de optimización de la hoja y exceso de pinzado - Consumo de energía para pinzar más la moleta en la hoja de vidrio -Cavitación en el sistema de refrigeración. - Vibración en junta rotativa
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F5	Permitir y contener el flujo del agua de refrigeración de la tubería a la camisa de refrigeración a un caudal de 35 a 45 litros por minuto a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	E	Conduce el agua de refrigeración a una temperatura mayor a 40°C	1	Temperatura elevada del agua de suministro	Sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando exceso de temperatura del agua de refrigeración. - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se adhiere a la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F6	Permitir la rotación del sistema de refrigeración de los elementos conductores móviles respecto a los elementos fijos.	A	No rota	1	Avería o mal estado de los rodamientos	- Las mangueras de refrigeración se enredan en el equipo. La falla se detecta visualmente por el operador de la zona -El equipo es retirado de producción y puesto en mantenimiento -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo
JUNTA ROTATIVA HS- XL 032 L	F6	Permitir la rotación del sistema de refrigeración de los elementos conductores móviles respecto a los elementos fijos.	B	Rota parcialmente	1	Avería o mal estado de los rodamientos	-No se activa ninguna alarma pero se aprecia un incremento de vibraciones en la junta rotativa. -El equipo es retirado de producción y puesto en mantenimiento -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor). Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo

CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	A	No permite el flujo del agua de refrigeración	1	Obstrucción de partículas u objetos extraños	No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo del agua y alerta de temperatura. - Riesgo de explosión del equipo por sobrepresión del agua contenida en la camisa de refrigeración, riesgo para la integridad y seguridad de las personas y del equipo. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	A	No permite el flujo del agua de refrigeración	2	Presión insuficiente del agua de suministro en la camisa de refrigeración	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración. - Riesgo de explosión del equipo por sobrepresión del agua contenida en la camisa de refrigeración, riesgo para la integridad y seguridad de las personas y del equipo. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	A	No permite el flujo del agua de refrigeración	3	Saturación de los filtros	- No llega refrigerante a los componentes de la operación lo cual ocasiona un sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, activando una alarma en el cuarto de control informando bajo flujo y temperatura del agua de refrigeración. - Riesgo de explosión del equipo por sobrepresión del agua contenida en la camisa de refrigeración, riesgo para la integridad y seguridad de las personas y del equipo. Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Deformación de la camisa , eje y moleta por falta de refrigeración. - Daño de mangueras y elementos flexibles del equipo por exceso de temperatura. - La mezcla se enreda en la moleta debido a la deformación de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Contaminación de la atmósfera controlada del float (Resolución 909 de 2008 - emisiones atmosféricas por fuentes fijas; NTC ISO 14001) - Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo - Mayor consumo de energía eléctrica del roof
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	B	Permite el flujo de agua parcialmente	1	Obstrucción de partículas u objetos extraños en la camisa	- Sobrecalentamiento y mal funcionamiento del equipo, lo cual activa una alarma de alta temperatura en el cuarto de control. -Puede causar fallas mas graves y deterioro en los otros componentes del sistema. -El equipo es retirado de producción y puesto en mantenimiento -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo

CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	B	Permite el flujo de agua parcialmente	2	Saturación de los filtros	- Sobre calentamiento y mal funcionamiento del equipo, lo cual activa una alarma de alta temperatura en el cuarto de control. -Puede causar fallas mas graves y deterioro en los otros componentes del sistema. -El equipo es retirado de producción y puesto en mantenimiento -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor). Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F7	Refrigerar y dar soporte al sistema eje-moleta con un flujo de agua de refrigeración constante a una temperatura de 24°C hasta máximo 40°C	C	Contiene el agua a una temperatura mayor a 40°C	1	Corrosión de la camisa de refrigeración	- Sobre calentamiento y mal funcionamiento del equipo, lo cual activa una alarma de alta temperatura en el cuarto de control. -Puede causar fallas mas graves y deterioro en los otros componentes del sistema. -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F8	Proporcionar aislamiento térmico entre en eje de rotación y la atmosfera del float, evitando perdidas de temperatura para el proceso y exceso de la misma en el eje.	A	No proporciona aislamiento térmico al eje	1	Deflexión del eje de la camisa por insuficiente aislamiento	- Sobre calentamiento y mal funcionamiento del equipo, lo cual activa una alarma de alta temperatura en el cuarto de control. -Puede causar fallas mas graves y deterioro en los otros componentes del sistema. -El equipo es retirado de producción y puesto en mantenimiento -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Mayor consumo de energía eléctrica del roof. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo
CAMISA DE REFRIGERACIÓN	F8	Proporcionar aislamiento térmico entre en eje de rotación y la atmosfera del float, evitando perdidas de temperatura para el proceso y exceso de la misma en el eje.	A	No proporciona aislamiento térmico al eje	2	Corrosión de la camisa de refrigeración	- Sobre calentamiento y mal funcionamiento del equipo, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. -Puede causar fallas mas graves y deterioro en los otros componentes del sistema. -El equipo es retirado de producción y puesto en mantenimiento -Pérdida de producción. -Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo. -Mayor consumo de energía eléctrica del roof. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo
BARRIL	F9	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del sistema de transmisión de potencia a la moleta	A	No transmite la potencia a la moleta	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*Sistema deja de girar, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Alarma local en el equipo de fallo en motor *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despintado del equipo sin control , posible shutdown (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción) *Exceso de energía del motor *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof (Parte superior del float- encargado de controlar la atmosfera interna del baño de estaño)
BARRIL	F9	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del sistema de transmisión de potencia a la moleta	A	No transmite la potencia a la moleta	2	Cojinete de grafito dañado o partido por desgaste	*Sistema pierde control sobre la rotación de la moleta, no se activa ninguna alarma sin embargo se puede evidenciar desde el cuarto de control del float *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Exceso de energía del motor *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo

BARRIL	F9	Transmitir 1,2 kW de potencia provenientes del sistema de transmisión de potencia a la moleta	A	No transmite la potencia a la moleta	3	Moleta desacoplada o mal ajustada	*Moleta deja de girar, no se activa ninguna alarma, sin embargo se puede evidenciar mediante las cámaras de monitoreo en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Fuga de agua de la moleta, contaminación de la atmósfera del float. *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio, posible contaminación con estaño. (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales) *Pérdida de producción de la línea por vidrio de baja calidad. *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
MOLETA	F10	Dar guía y forma a la lámina de vidrio a través del baño de estaño	A	No guía la lámina de vidrio	1	Dientes de la moleta sucios o llenos de estaño	- El problema se aprecia visualmente en las pantallas de la sala de control. - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - La mezcla se adhiere a la moleta debido a la suciedad de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Defectos de calidad en el vidrio, posible contaminación de estaño. (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales)
MOLETA	F10	Dar guía y forma a la lámina de vidrio a través del baño de estaño	A	No guía la lámina de vidrio	2	Dientes de la moleta desgastados o partidos	- El problema se aprecia visualmente en las pantallas de la sala de control. - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - La mezcla se adhiere a la moleta debido al desgaste de la misma, riesgo de shutdown y paro de la producción. - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Defectos de calidad en el vidrio, posible contaminación de estaño. (Decreto 4741 de 2005 "Gestión y manejo de Residuos Peligros; NTC ISO 14001 Controles de emergencias ambientales)
SENSOR DE ROTACIÓN	F11	Detectar la señal de giro de la moleta en un alcance de 2 mm	A	No detecta la señal de giro de la moleta	1	Sensor dañado por fricción con leva de censado	-Pérdida de detección de giro de la moleta, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
SENSOR DE ROTACIÓN	F11	Detectar la señal de giro de la moleta en un alcance de 2 mm	A	No detecta la señal de giro de la moleta	2	Distancia de sensor fuera del rango de 2 mm	-Pérdida de detección de giro de la moleta, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
SENSOR DE ROTACIÓN	F11	Detectar la señal de giro de la moleta en un alcance de 2 mm	A	No detecta la señal de giro de la moleta	3	Rueda de leva desacoplada	-Pérdida de detección de giro de la moleta, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof

SENSOR DE ROTACIÓN	F1 2	Transmitir la señal de rotación al PLC a 24V DC	A	No transmite la señal al PLC	1	Cable roto o en mal estado	-Pérdida de detección de giro de la moleta, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
SENSOR DE ROTACIÓN	F1 2	Transmitir la señal de rotación al PLC a 24V DC	A	No transmite la señal al PLC	2	Conexiones sueltas	-Pérdida de detección el giro del motor, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	A	No recibe la señal de accionamiento de giro del motor	1	Desacople de motor-encoder por operación continua	-Pérdida de detección el giro del motor, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	A	No recibe la señal de accionamiento de giro del motor	2	Acople roto por desalineación	-Pérdida de detección el giro del motor, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	B	Recibe señal de accionamiento de giro de manera intermitente	1	Deslizamiento de acople o acople deformado	-Variación en el valor medido e indicado en sala de control, no se emite señal de alarma pero es detectada la variación en sala de control generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	C	No transforma señal de accionamiento de giro a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado o quemado por corto circuito	-Pérdida de detección el giro del motor, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	D	Transforma parcialmente señal de accionamiento de giro a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado o quemado por corto circuito	-Variación en el valor medido e indicado en sala de control, no se emite señal de alarma pero es detectada la variación en sala de control generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	E	No transmite señal de accionamiento de giro a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	-Pérdida de detección el giro del motor, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	E	No transmite señal de accionamiento de giro a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	-Pérdida de detección el giro del motor, se presenta despinzado de emergencia del equipo, se emite señal de alarma local y en sala de control. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Despinzado del equipo sin control , posible shutdown *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del roof
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	F	Transmite parcialmente señal de accionamiento de giro a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	-Variación en el valor medido e indicado en sala de control, no se emite señal de alarma pero es detectada la variación en sala de control generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER GIRO	F1 3	Recibir señal de giro del motor, transformarla en pulsos eléctricos y transmitirla al PLC	F	Transmite parcialmente señal de accionamiento de giro a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	-Variación en el valor medido e indicado en sala de control, no se emite señal de alarma pero es detectada la variación en sala de control generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

B.2. AMEF Sistema de Pinzado.

Componente	Función- Estándares de funcionamiento		Fallo funcional	Modo de fallo		Efectos del fallo
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1660 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	1	Fallo de alimentación del motor (por conexiones sueltas o defectuosas)
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1660 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	2	Bobinado roto o averiado
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1660 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	3	Eje bloqueado por rodamientos dañados
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1660 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporciona menos de 0,25kW de potencia al reductor	1	Bobinado roto o dañado
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1660 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporciona menos de 0,25kW de potencia al reductor	2	Rodamientos en mal estado o sin lubricación
MOTOR NORD SK 63LA/4 BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1660 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporciona menos de 0,25kW de potencia al reductor	3	Eje deflectado o desalineado
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4-BRE5	F2	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	1	Eje bloqueado por rodamientos dañados

REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F2	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes partidos o averiados por desgaste	*Sistema pierde control sobre el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F2	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	1	Eje deflexado o desalineado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F2	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes desalineados o en mal estado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F2	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor.
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,32 L	A	No contiene el aceite lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,32 L	A	No contiene el aceite lubricante	2	Avería o daño en la carcasa del reductor	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,32 L	B	Contiene parcialmente el líquido lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación **Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 072,1F-63LA/4- BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,32 L	C	Exceso de contención del líquido lubricante	1	Se supera el nivel permisible de llenado (0,32 L)	-El aceite lubricante se empieza a fugar, ocasionando derrames y posibles daños en equipos adyacentes, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (POLEA-CORREA SINCRÓNICA)	F4	Transmitir 0,25kW de potencia provenientes del reductor al tornillo sin fin	A	No transmite la potencia	1	Poleas averiadas o dañadas	*Sistema pierde control sobre el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (POLEA-CORREA SINCRÓNICA)	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	A	No transmite la potencia	2	Correa rota o dañada por fricción indebida	*Sistema pierde control sobre el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo en modo automático *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Verificar norma *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (POLEA-CORREA SINCRÓNICA)	F4	Transmitir 0,25kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 0,25 kW	1	Polea en mal estado o desgastada	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (POLEA-CORREA SINCRÓNICA)	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 0,25 kW	2	Correa en mal estado o deslizando por desgaste	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor. - Pérdida de calidad del vidrio
SUBSISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (POLEA-CORREA SINCRÓNICA)	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 0,25 kW	3	Eje deflectado o desalineado	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía eléctrica del motor. - Pérdida de calidad del vidrio
TORNILLO SIN FIN	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, en un eje perpendicular para pinzar el equipo en un rango de 50 mm a -50 mm	A	No transmite la potencia	1	Rosca del tornillo y/o tuerca averiada por desgaste	*Sistema pierde control sobre el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre el pinzado. *Mayor consumo de energía eléctrica del motor.
TORNILLO SIN FIN	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, en un eje perpendicular para pinzar el equipo en un rango de 50 mm a -50 mm	A	No transmite la potencia	2	Tornillo bloqueado por rodamientos dañados	*Sistema pierde control sobre el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre el pinzado. *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
TORNILLO SIN FIN	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, en un eje perpendicular para pinzar el equipo en un rango de 50 mm a -50 mm	A	No transmite la potencia	3	Objeto extraño obstruye el movimiento del tornillo	*Sistema pierde control sobre el pinzado de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre el pinzado. *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
TORNILLO SIN FIN	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, en un eje perpendicular para pinzar el equipo en un rango de 50 mm a -50 mm	B	Transmite parcialmente la potencia	1	Tornillo mal ajustado o descentrado	-No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema, aumentan sustancialmente. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor

TORNILLO SIN FIN	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, en un eje perpendicular para pinzar el equipo en un rango de 50 mm a -50 mm	B	Transmite parcialmente la potencia	2	Rosca del tornillo y/o tuerca averiada por desgaste	-No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema, aumentan sustancialmente. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio por inestabilidad de la misma.
TORNILLO SIN FIN	F4	Transmitir 0,25 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, en un eje perpendicular para pinzar el equipo en un rango de 50 mm a -50 mm	B	Transmite parcialmente la potencia	3	Rodamientos y chumaceras en mal estado por falta de lubricación	-No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema, aumentan sustancialmente. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio por inestabilidad de la misma.
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	A	No despinza la moleta de la lámina de vidrio	1	Válvulas reguladoras mal calibradas	*Sistema pierde seguridad de despinzado de emergencia de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta al activar el botón emergencial de despinzado del equipo o ante el paro del giro de la moleta. * El sistema debe ser despinzado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo *Pérdida de producción de la línea por causa de no despinzado emergencial del equipo, riesgo shutdown.
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	A	No despinza la moleta de la lámina de vidrio	2	Electroválvula averiada o quemada	*Sistema pierde seguridad de despinzado de emergencia de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta al activar el botón emergencial de despinzado del equipo o ante el paro del giro de la moleta. * El sistema debe ser despinzado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo *Pérdida de producción de la línea por causa de no despinzado emergencial del equipo, riesgo shutdown..
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	A	No despinza la moleta de la lámina de vidrio	3	Fugas en las conexiones de los pistones neumáticos	*Sistema pierde seguridad de despinzado de emergencia de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el presostato envía la señal al cuarto de control e informa baja presión de nitrógeno. * El sistema debe ser despinzado manualmente. *Pérdida de disponibilidad del equipo *Pérdida de producción de la línea por causa de no despinzado emergencial del equipo, riesgo shutdown.
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	A	No despinza la moleta de la lámina de vidrio	4	Fugas en las mangueras o elementos flexibles	*Sistema pierde seguridad de despinzado de emergencia de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, El presostato envía la señal al cuarto de control e informa baja presión de nitrógeno. * El sistema debe ser despinzado manualmente. *Pérdida de disponibilidad del equipo *Pérdida de producción de la línea por causa de no despinzado emergencial del equipo, riesgo shutdown.
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	A	No despinza la moleta de la lámina de vidrio	5	Fuga en el suministro de nitrógeno	*Sistema pierde seguridad de despinzado de emergencia de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, El presostato envía la señal al cuarto de control e informa baja presión de nitrógeno. * El sistema debe ser despinzado manualmente. *Pérdida de disponibilidad del equipo *Pérdida de producción de la línea por causa de no despinzado emergencial del equipo, riesgo shutdown.
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	B	Despinza en un tiempo inferior a 2 segundos	1	Válvulas reguladoras mal calibradas	* Al despinzarse muy bruscamente, el sistema puede dañar otros componentes del equipo, como chumaceras y rodamientos. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. * Pérdida de calidad del vidrio, ya que se puede generar inestabilidad de la hoja.

SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	C	Despinza en un tiempo mayor a 4 segundos	1	Válvulas reguladoras mal calibradas	* En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *El equipo no se despinza de emergencia posible shutdown (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción)
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	C	Despinza en un tiempo mayor a 4 segundos	2	Fugas en las conexiones de los pistones neumáticos	* En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *El equipo no se despinza de emergencia posible shutdown (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción)
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	C	Despinza en un tiempo mayor a 4 segundos	3	Fugas en las mangueras o elementos flexibles	* En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *El equipo no se despinza de emergencia posible shutdown (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción)
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	C	Despinza en un tiempo mayor a 4 segundos	4	Forzamiento mecánico del pistón por suciedad o mal ajuste	* En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *El equipo no se despinza de emergencia posible shutdown (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción)
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	D	Presión inferior a 0,6 Mpa	1	Insuficiente presión por mal ajuste de la unidad reguladora de aire	* En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea. *El equipo no se despinza de emergencia posible shutdown (acontecimiento anormal que ocasiona un corte no recuperable de la hoja de vidrio en el flotado parando la producción)
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	D	Presión inferior a 0,6 Mpa	2	Falla en el suministro de nitrógeno	* 'El presostato informa baja presión de nitrógeno, lo cual activa una alarma en el cuarto de control del float * En caso de emergencia el equipo no despinza en el tiempo adecuado, por tanto pueden generarse daños subsecuentes
SUBSISTEMA NEUMÁTICO-PISTONES FESTO DNC-80-140-PPV-A	F5	Despinzar el equipo de la lámina de vidrio en caso de emergencia a una presión de 0,6 Mpa en un intervalo de tiempo de 2 a 4 segundos	E	Presión mayor a 0,6 Mpa	1	Válvulas reguladoras mal calibradas	* Al despinzarse muy bruscamente, el sistema puede dañar otros componentes del equipo, como chumaceras y rodamientos. El fallo se detecta con el accionamiento del paro de emergencia o la pérdida de giro de la moleta. * Pérdida de calidad del vidrio, ya que se puede generar inestabilidad de la hoja.
SUBSISTEMA DE	F6	Permitir la operación del	A	No permite la operación del	1	Engranajes partidos o	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float.

EMBRAGUE		sistema en modo automático		modo automático		averiados por desgaste	- Pérdida del accionamiento del sistema de pinzado desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F6	Permitir la operación del sistema en modo automático	A	No permite la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de pinzado desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F6	Permitir la operación del sistema en modo automático	B	Permite forzosamente la operación del modo automático	1	Engranajes desalineados o desgastados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de pinzado desde el cuarto de control, la manipulación debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador de mantenimiento. - Mayor consumo de energía del motor del pinzado
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F6	Permitir la operación del sistema en modo automático	B	Permite forzosamente la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo manual	A	No permite la operación del modo manual	1	Engranajes partidos o averiados por desgaste	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre el pinzado, posible shutdown.
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo manual	A	No permite la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre el pinzado, posible shutdown.
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo manual	B	Permite forzosamente la operación del modo manual	1	Engranajes desalineados o desgastados	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor.
SUBSISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo manual	B	Permite forzosamente la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	A	No recibe la señal de accionamiento de posición	1	Desacople de motor-encoder por acople roto	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transforma señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado ó quemado por corto circuito	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transforma señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Encoder sin alimentación eléctrica por daño en cable de alimentación	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transforma parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transforma parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Deslizamiento de acople o acople deformado	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo

							*Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F8	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	A	No cierra el circuito al activar el switch al alcanzar el rango de los finales de carrera (50 mm -50 mm)	1	Daño contactos del micro	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	A	No cierra el circuito al activar el switch al alcanzar el rango de los finales de carrera (50 mm -50 mm)	2	Contactos del micro sucios	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	A	No cierra el circuito al activar el switch al alcanzar el rango de los finales de carrera (50 mm -50 mm)	3	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	A	No cierra el circuito al activar el switch al alcanzar el rango de los finales de carrera (50 mm -50 mm)	4	Daño del mecanismo del micro	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	B	No transite la señal eléctrica al PLC	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	B	No transite la señal eléctrica al PLC	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	C	Se cierra el circuito al activar el switch sin alcanzar el rango de los finales de carrera en un rango inferior (50 mm -50 mm)	1	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición	"-Se emite señal de alarma a la sala de control, bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - El pinzado se detiene el pinzado afectando la calidad del vidrio por falta de control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICROS FINALES DE CARRERA	F9	Cerrar el circuito eléctrico una vez sea activado el switch mecánico y transmitir señal eléctrica al PLC correspondiente al rango de 50 mm a -50 mm de pinzado.	C	Se cierra el circuito al activar el switch sin alcanzar el rango de los finales de carrera en un rango superior (50 mm -50 mm)	2	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición	"-Pérdida de seguridad de límites de pinzado, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de pinzado, - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - El pinzado se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

B.3 AMEF Sistema de Penetración

Componente	Función- Estándares de funcionamiento		Fallo funcional	Modo de fallo		Efectos del fallo
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 3110 rpm y potencia de 0,66 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	1	Fallo de alimentación del motor (por conexiones sueltas o defectuosas)
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 3110 rpm y potencia de 0,66 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	2	Bobinado roto o averiado
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 3110 rpm y potencia de 0,66 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	3	Eje bloqueado por rodamientos dañados
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 3110 rpm y potencia de 0,66 KW	B	Proporciona menos de 0,66kW de potencia al reductor	1	Bobinado roto o dañado
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 3110 rpm y potencia de 0,66 KW	B	Proporciona menos de 0,66kW de potencia al reductor	2	Rodamientos en mal estado o desgastados por falta de lubricación
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 3110 rpm y potencia de 0,66 KW	B	Proporciona menos de 0,66kW de potencia al reductor	3	Eje deflectado o desalineado
REDUCTOR NORD SK 372.1F-80L/8-2 BRE5	F2	Transmitir 0,66 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	1	Eje bloqueado por rodamientos dañados

		de potencia					
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F2	Transmitir 0,66 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes partidos o desgastados	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea.
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F2	Transmitir 0,66 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	1	Eje deflectado o desalineado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F2	Transmitir 0,66 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes desalineados o en mal estado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F2	Transmitir 0,66 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o desgastados por falta de lubricación	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,45 L	A	No contiene el aceite lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo. *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea.
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,45 L	A	No contiene el aceite lubricante	2	Avería o daño en la carcasa del reductor	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo. *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea.
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,45 L	B	Contiene parcialmente el líquido lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 372,1F-80L/8-2 BRE5	F3	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo	C	Exceso de contención del líquido lubricante	1	Se supera el nivel permisible de llenado (0,45 L)	-El aceite lubricante se empieza a fugar, ocasionando derrames y posibles daños en equipos adyacentes, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo. *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación

		hasta máximo 0,45 L					*Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de producción de la línea.
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA (8M-1008-32)	F4	Transmitir 0,66 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	A	No transmite la potencia	1	Poleas averiadas o dañadas por desgaste	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA (8M-1008-32)	F4	Transmitir 0,66 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	A	No transmite la potencia	2	Correa rota o dañada por fricción indebida	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA (8M-1008-32)	F4	Transmitir 0,66 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 0,66 kW a al sistema de rotación	1	Polea en mal estado o desgastada	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor. - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA (8M-1008-32)	F4	Transmitir 0,66 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 0,66 kW a al sistema de rotación	2	Correa en mal estado o deslizando por desgaste	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor. - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR CORREA SINCRÓNICA (8M-1008-32)	F4	Transmitir 0,66 kW de potencia provenientes del reductor al eje de transmisión	B	Transmite menos de 0,66 kW a al sistema de rotación	3	Eje deflectado o desalineado	- Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor. - Pérdida de calidad del vidrio
TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	No transmite la potencia	1	Rosca del tornillo y/o tuerca averiada por desgaste	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre la penetración.
TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	No transmite la potencia	2	Tornillo bloqueado por rodamientos dañados	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre la penetración.
TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	No transmite la potencia	3	Objeto extraño obstruye el movimiento del tornillo	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre la penetración.

TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	No transmite la potencia	4	Guardapolvos adherido al tornillo por exceso de calor	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Pérdida de calidad del vidrio al no tener control sobre la penetración.
TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	B	Transmite parcialmente la potencia	1	Tornillo mal ajustado o descentrado	-No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema, aumentan sustancialmente. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio por inestabilidad de la misma.
TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	B	Transmite parcialmente la potencia	2	Rosca del tornillo y/o tuerca averiada por desgaste	-No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema, aumentan sustancialmente. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio por inestabilidad de la misma.
TORNILLO SIN FIN	F5	Transmitir 0,66 kW de potencia proveniente del sistema de transmisión de potencia, de manera lineal para desplazar el sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	B	Transmite parcialmente la potencia	3	Rodamientos y chumaceras en mal estado por falta de lubricación	-No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema, aumentan sustancialmente. -Mayor consumo de energía eléctrica del motor - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio por inestabilidad de la misma.
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	El sistema no desplaza linealmente	1	Rodamientos lineales en mal estado o desgastados por falta de lubricación	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	El sistema no desplaza linealmente	2	Guías de desplazamiento o desalineadas o descentradas	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	A	El sistema no desplaza linealmente	3	Guías de desplazamiento o sucias o mal lubricadas	*Sistema pierde control sobre la penetración de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO	F6	Permitir el desplazamiento	B	El sistema desplaza	1	Rodamientos lineales en	*Sistema se desplaza forzosamente, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado.

NT0 LINEAL		o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm		forzosamente		mal estado o desgastados por falta de lubricación	*Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	B	El sistema desplaza forzosamente	2	Guías de desplazamiento o desalineadas o descentradas	*Sistema se desplaza forzosamente, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	B	El sistema desplaza forzosamente	3	Guías de desplazamiento o sucias o mal lubricadas	*Sistema se desplaza forzosamente, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	C	El sistema penetra más de 2900 mm	1	Chumaceras partidas por sobrecarga de la penetración	* El problema es detectado desde el cuarto de control del float * Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	C	El sistema penetra más de 2900 mm	2	Rodamientos lineales partidos o averiados por sobrecarga	* El problema es detectado desde el cuarto de control del float * Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	C	El sistema penetra más de 2900 mm	3	Fallo del micro de final de carrera	* El problema es detectado desde el cuarto de control del float * Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	D	El sistema penetra menos de 2900 mm	1	Objeto extraño impide el movimiento de las guías de desplazamiento o	* El problema es detectado desde el cuarto de control del float * Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	D	El sistema penetra menos de 2900 mm	2	Guías de desplazamiento o desalineadas o descentradas	* El problema es detectado desde el cuarto de control del float * Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
SISTEMA DE DESPLAZAMIE NTO LINEAL	F6	Permitir el desplazamiento o lineal del sistema de penetración en un rango de 0 a 2900 mm	D	El sistema penetra menos de 2900 mm	3	Guías de desplazamiento o sucias o mal lubricadas	* El problema es detectado desde el cuarto de control del float * Pérdida de calidad de la hoja de vidrio *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
SISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo automático	A	No permite la operación del modo automático	1	Engranajes rotos o averiados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de penetración desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo automático	A	No permite la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de penetración desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del sistema en modo automático	B	Permite forzosamente la operación del modo automático	1	Engranajes desalineados o desgastados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de penetración desde el cuarto de control, la manipulación debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador de mantenimiento. - Mayor consumo de energía del motor de penetración
SISTEMA DE EMBRAGUE	F7	Permitir la operación del	B	Permite forzosamente	2	Palanca de embrague	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float.

		sistema en modo automático		la operación del modo automático		(Selección manual remoto) mal engranada	- El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo manual	A	No permite la operación del modo manual	1	Engranajes rotos o averiados	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre la penetración, posible shutdown.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo manual	A	No permite la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre la penetración, posible shutdown.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo manual	B	Permite forzosamente la operación del modo manual	1	Engranajes desalineados o desgastados	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo manual	B	Permite forzosamente la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	1	Daño contactos del micro	- Pérdida de seguridad de límites de penetración, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. - El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La penetración se excede afectando la calidad del vidrio. - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	2	Contactos del micro sucios	- Pérdida de seguridad de límites de penetración, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. - El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La penetración se excede afectando la calidad del vidrio. - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	3	Accionamiento o mecánico o micro fuera de posición	- Pérdida de seguridad de límites de penetración, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. - El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La penetración se excede afectando la calidad del vidrio. - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	4	Daño del mecanismo del micro	- Pérdida de seguridad de límites de penetración, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. - El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La penetración se excede afectando la calidad del vidrio. - Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de	B	No permitir el paso de	1	Cable roto o en mal estado	- Pérdida de seguridad de límites de penetración, no se emite señal de alarma

		energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm		energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm			- El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La penetración se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	B	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de seguridad de límites de penetración, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La penetración se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	C	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	1	Accionamiento o mecánico o micro fuera de posición 0	"-Se emite señal de alarma a la sala de control y bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - La penetración se detiene afectando el control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F9	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	C	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 0 a 2900 mm	2	Accionamiento o mecánico o micro fuera de posición 2900mm	"-Se emite señal de alarma a la sala de control y bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - La penetración se detiene afectando el control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	A	No recibe la señal de accionamiento de posición	1	Desacople de motor- encoder por acople roto	"-Pérdida de detección de posición de penetración, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de penetración, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transforma señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado o quemado	"-Pérdida de detección de posición de penetración, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transforma señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Encoder sin alimentación eléctrica por daño en cable de alimentación	"-Pérdida de detección de posición de penetración, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y	C	Transforma parcialmente señal de accionamiento de posición a	1	Encoder dañado	"-Pérdida de detección de posición de penetración, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de penetración, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio

		transmitirla al PLC.		pulsos eléctricos			-Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transforma parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Deslizamiento de acople o acople deformado	"-Pérdida de detección de posición de penetración, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de penetración, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de penetración, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de penetración, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de penetración, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de penetración, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de penetración, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de penetración, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

B.4. AMEF Sistema de Angulación

Componente	Función- Estándares de funcionamiento		Fallo funcional	Modo de fallo		Efectos del fallo
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	1	Fallo de alimentación del motor (por conexiones sueltas o defectuosas)
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	2	Bobinado roto o dañado
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	3	Eje bloqueado por rodamientos dañados
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F2	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporciona menos de 0,25 kW de potencia necesaria para la operación	1	Bobinado roto o dañado
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F2	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporciona menos de 0,25 kW de potencia necesaria para la operación	2	Rodamientos en mal estado o sin lubricación
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F2	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporciona menos de 0,25 kW de potencia necesaria para la operación	3	Eje deflectado o desalineado
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	1	Eje bloqueado por rodamientos dañados

		de potencia					
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes partidos o desgastados	*Sistema pierde control sobre la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	1	Eje deflectado o desalineado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes desalineados o en mal estado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,95 L	A	No contiene el aceite lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,95 L	A	No contiene el aceite lubricante	2	Avería o daño en la carcasa del reductor	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,95 L	B	Contiene parcialmente el líquido lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamient o del equipo hasta máximo 0,95 L	C	Exceso de contención del líquido lubricante	1	Se supera el nivel permisible de llenado (0,95 L)	-El aceite lubricante se empieza a fugar, ocasionando derrames y posibles daños en equipos adyacentes, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	A	No transmite la potencia	1	Piñones averiados o partidos por desgaste	- El sistema no deja de girar, por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía eléctrica del motor. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	A	No transmite la potencia	2	Corona averiada o partida por desgaste	- El sistema no deja de girar, por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía eléctrica del motor. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de angulación	1	Piñones en mal estado por desgaste	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de angulación	2	Corona en mal estado por desgaste	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de angulación	3	Ejes deflectados o desalineados	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento o angular del equipo en un rango de 15° a -15°	A	No permite la angulación	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento o angular del equipo en un rango de 15° a -15°	A	No permite la angulación	2	Rodillos averiados o dañados por desgaste	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio.
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento o angular del equipo en un rango de 15° a -15°	A	No permite la angulación	3	Objeto extraño impide el movimiento	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio.
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento o angular del equipo en un rango de 15° a -15°	B	Permite forzosamente la angulación del equipo	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Pérdida de calidad del vidrio
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento o angular del equipo en un rango de 15° a -15°	B	Permite forzosamente la angulación del equipo	2	Rodillos en mal estado por desgaste o sucios	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento o angular del equipo en un rango de 15° a -15°	B	Permite forzosamente la angulación del equipo	3	Objeto extraño impide el movimiento	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio

PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	A	No permite el giro de la estructura	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio.
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	A	No permite el giro de la estructura	2	Objeto o partícula extraña impide el movimiento	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad de la hoja de vidrio.
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	B	Permite forzosamente el giro de la estructura	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	B	Permite forzosamente el giro de la estructura	2	Eje desalineado o mal ajustado	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	B	Permite forzosamente el giro de la estructura	3	Objeto o partícula extraña obstruye el movimiento	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	B	Permite forzosamente el giro de la estructura	4	Insuficiente lubricación del pivote	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	A	No permite la operación del modo automático	1	Engranajes rotos o averiados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de angulación desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	A	No permite la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de angulación desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	B	Permite forzosamente la operación del modo automático	1	Engranajes desalineados o desgastados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de angulación desde el cuarto de control, la manipulación debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador de mantenimiento. - Mayor consumo de energía del motor del angulación
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	B	Permite forzosamente la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	A	No permite la operación del modo manual	1	Engranajes rotos o averiados	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre la angulación, posible shutdown.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	A	No permite la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre la angulación, posible shutdown.
SISTEMA DE	F9	Permitir la	B	Permite	1	Engranajes	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo

EMBRAGUE		operación del sistema en modo manual		forzosamente la operación del modo manual		desalineados o desgastados	automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	B	Permite forzosamente la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	A	No recibe la señal de accionamiento de posición	2	Desacople de motor-encoder por acople roto	"-Pérdida de detección de posición de angulación, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transforma señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado ó quemado	"-Pérdida de detección de posición de angulación, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transforma señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Encoder sin alimentación eléctrica por daño en cable de alimentación	"-Pérdida de detección de posición de angulación, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transforma parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado	"-Pérdida de detección de posición de angulación, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transforma parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Deslizamiento de acople o acople deformado	"-Pérdida de detección de posición de angulación, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de angulación, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de angulación, se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de angulación, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de angulación, no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación, observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de

		de pulsos y transmitirla al PLC.		de posición a pulsos eléctricos			posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	1	Daño contactos del micro	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	2	Contactos del micro sucios	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	3	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	4	Daño del mecanismo del micro	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	B	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	B	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	C	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	1	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición 15°	"-Se emite señal de alarma a la sala de control y bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - La angulación se detiene afectando el control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo

		vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°		vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°		(Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	C	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	2 Accionamiento mecánico o micro fuera de posición -15°	"-Se emite señal de alarma a la sala de control y bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - La angulación se detiene afectando el control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

B.5. AMEF Sistema de penetración del periscopio

Componente	Función- Estándares de funcionamiento		Fallo funcional		Modo de fallo		Efectos del fallo
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	1	Fallo de alimentación del motor (por conexiones sueltas o defectuosas)	*Se pierde control sobre el sistema de angulación de la moleta en la hoja de vidrio, se activa alarma por falla eléctrica, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo en modo remoto. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Accionamiento protección eléctrica
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	2	Bobinado roto o dañado	*Se pierde control sobre el sistema de angulación de la moleta en la hoja de vidrio, se activa alarma por falla eléctrica, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo en modo remoto. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Accionamiento protección eléctrica
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F1	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	A	No genera energía mecánica rotacional	3	Eje bloqueado por rodamientos dañados	*Se pierde control sobre el sistema de angulación de la moleta en la hoja de vidrio, se activa alarma por falla eléctrica, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo en modo remoto. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Accionamiento protección eléctrica
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F2	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporcio na menos de 0,25 kW de potencia necesaria para la operación	1	Bobinado roto o dañado	--No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema aumentan, -Mayor consumo de energía eléctrica del motor -Accionamiento aleatorio de protecciones eléctricas
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F2	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporcio na menos de 0,25 kW de potencia necesaria para la operación	2	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	--No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema aumentan, -Mayor consumo de energía eléctrica del motor -Accionamiento aleatorio de protecciones eléctricas
MOTOR NORD SK 80L/8-2 WU BRE5	F2	Convertir la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para generar movimiento al sistema a 1725 rpm y potencia de 0,25 KW	B	Proporcio na menos de 0,25 kW de potencia necesaria para la operación	3	Eje deflectado o desalineado	--No se acciona ninguna alarma en el cuarto de control, sin embargo las vibraciones y ruido del sistema aumentan, -Mayor consumo de energía eléctrica del motor -Accionamiento aleatorio de protecciones eléctricas
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmissi ó n	1	Eje bloqueado por rodamientos dañados	*Sistema pierde control sobre la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	A	No transmite la potencia al sistema de transmissi ó n	2	Engranajes partidos o desgastados	*Sistema pierde control sobre la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, se detiene el motor, lo cual activa una alarma en el cuarto de control. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el	B	Transmite parcialmente la	1	Eje deflectado o desalineado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor.

BRE5		torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia		potencia al sistema de transmisión			*Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	2	Engranajes desalineados o en mal estado	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Mayor consumo de energía eléctrica del motor
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F3	Transmitir 0,25 kW de potencia aumentando el torque y reduciendo la velocidad, provenientes del motor al sistema de transmisión de potencia	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de transmisión	3	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*El motor no se detiene por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y el ruido del reductor y del motor, posible daño de los otros componentes por sobrecalentamiento. *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,95 L	A	No contiene el aceite lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,95 L	A	No contiene el aceite lubricante	2	Avería o daño en la carcasa del reductor	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,95 L	B	Contiene parcialmente el líquido lubricante	1	Fuga en los sellos mecánicos	*Se derrama totalmente el aceite lubricante contenido en el equipo, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
REDUCTOR NORD SK 13050-71S/4 BRE5	F4	Contener el aceite lubricante para mantener un buen funcionamiento del equipo hasta máximo 0,95 L	C	Exceso de contaminación del líquido lubricante	1	Se supera el nivel permisible de llenado (0,95 L)	-El aceite lubricante se empieza a fugar, ocasionando derrames y posibles daños en equipos adyacentes, la falla es visible por el operador del área al notar el derrame de aceite. *Incremento en la posibilidad de incendio, y contacto de productos químicos peligrosos. *Contaminación del área de trabajo *Mayor consumo de lubricante del equipo *Daño gradual del reductor por insuficiencia de lubricación *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	A	No transmite la potencia	1	Piñones averiados o partidos por desgaste	- El sistema no deja de girar, por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía eléctrica del motor. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	A	No transmite la potencia	2	Corona averiada o partida por desgaste	- El sistema no deja de girar, por tanto no se activa ninguna alarma, pero se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. * El equipo debe ser operado manualmente por el operador. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía eléctrica del motor. *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Pérdida de calidad durante el proceso de restablecimiento del equipo

							*Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de angulación	1	Piñones en mal estado por desgaste	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de angulación	2	Corona en mal estado por desgaste	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA (PIÑÓN-CORONA)	F5	Transmitir 0,25 kW de potencia provenientes del reductor al sistema de angulación	B	Transmite parcialmente la potencia al sistema de angulación	3	Ejes deflectados o desalineados	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del motorreductor. - Pérdida de eficiencia del motorreductor. - Aumento del consumo de energía del motor - Pérdida de calidad del vidrio
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento angular del equipo en un rango de 15° a -15°	A	No permite la angulación	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor)
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento angular del equipo en un rango de 15° a -15°	A	No permite la angulación	2	Rodillos averiados o dañados por desgaste	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Perdida de calidad de la hoja de vidrio.
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento angular del equipo en un rango de 15° a -15°	A	No permite la angulación	3	Objeto extraño impide el movimiento	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Perdida de calidad de la hoja de vidrio.
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento angular del equipo en un rango de 15° a -15°	B	Permite forzosamente la angulación del equipo	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Pérdida de calidad del vidrio
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento angular del equipo en un rango de 15° a -15°	B	Permite forzosamente la angulación del equipo	2	Rodillos en mal estado por desgaste o sucios	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
RODILLOS DE DESPLAZAMIENTO ANGULAR	F6	Permitir el desplazamiento angular del equipo en un rango de 15° a -15°	B	Permite forzosamente la angulación del equipo	3	Objeto extraño o suciedad impide el movimiento	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	A	No permite el giro de la estructura	1	Rodamientos en mal estado o sin lubricación	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Perdida de calidad de la hoja de vidrio.
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	A	No permite el giro de la estructura	2	Objeto o partícula extraña impide el movimiento	*Bloqueo del sistema de angulación, se pierde control de la angulación de la moleta en la hoja de vidrio, no se activa ninguna alarma, el problema se detecta desde el cuarto de control del flotado al intentar operar el equipo. *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) *Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) *Perdida de calidad de la hoja de vidrio.
PIVOTE DE	F7	Servir de soporte	B	Permite	1	Rodamientos en	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema.

ANGULACIÓN		para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	forzosamente el giro de la estructura		mal estado o sin lubricación	- Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	Permite forzosamente el giro de la estructura	2	Eje desalineado o mal ajustado	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	Permite forzosamente el giro de la estructura	3	Objeto o partícula extraña obstruye el movimiento	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
PIVOTE DE ANGULACIÓN	F7	Servir de soporte para permitir el giro de la estructura del equipo al accionar el sistema de angulación	Permite forzosamente el giro de la estructura	4	Insuficiente lubricación del pivote	-Se evidencia un aumento de las vibraciones y ruido del sistema. - Aumento del consumo de energía del motorreductor . - Pérdida de calidad del vidrio
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	No permite la operación del modo automático	1	Engranajes rotos o averiados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de angulación desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	No permite la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de angulación desde el cuarto de control, el accionamiento debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	Permite forzosamente la operación del modo automático	1	Engranajes desalineados o desgastados	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - Pérdida del accionamiento del sistema de angulación desde el cuarto de control, la manipulación debe realizarse manualmente desde el equipo por el operador de mantenimiento. - Mayor consumo de energía del motor de la angulación
SISTEMA DE EMBRAGUE	F8	Permitir la operación del sistema en modo automático	Permite forzosamente la operación del modo automático	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- No se acciona ninguna alarma sin embargo la falla se puede detectar desde la sala de control del float. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	No permite la operación del modo manual	1	Engranajes rotos o averiados	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre la angulación, posible shutdown.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	No permite la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) fuera de posición	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de producción de la línea al no tener control sobre la angulación, posible shutdown.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	Permite forzosamente la operación del modo manual	1	Engranajes desalineados o desgastados	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor.
SISTEMA DE EMBRAGUE	F9	Permitir la operación del sistema en modo manual	Permite forzosamente la operación del modo manual	2	Palanca de embrague (Selección manual remoto) mal engranada	- La falla se evidencia al pasar el equipo en caso de falla del modo automático al modo manual, o en caso de retiro del equipo. - El accionamiento del equipo se hace de manera forzada, se incrementa el consumo de energía eléctrica del motor. - Riesgo de daño en alguna de las partes internas del sistema por sobre esfuerzo.
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	No recibe la señal de accionamiento de posición	2	Desacople de motor-encoder por acople roto	"-Pérdida de detección de posición de angulación , no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación , observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	No transforma a señal de accionamiento de posición a pulsos	1	Encoder dañado ó quemado	"-Pérdida de detección de posición de angulación , se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

				eléctricos			
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	B	No transform a señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Encoder sin alimentación eléctrica por daño en cable de alimentación	"-Pérdida de detección de posición de angulación , se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transform a parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Encoder dañado	"-Pérdida de detección de posición de angulación , no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación , observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	C	Transform a parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Deslizamiento de acople o acople deformado	"-Pérdida de detección de posición de angulación , no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación , observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de angulación , se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	D	No transmite señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de angulación , se emite señal de alarma en sala de control de retroalimentación de posición, generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de detección de posición de angulación , no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación , observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
ENCODER INCREMENTAL	F10	Convertir el accionamiento de posición en señal eléctrica de pulsos y transmitirla al PLC.	E	Transmite parcialmente señal de accionamiento de posición a pulsos eléctricos	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de detección de posición de angulación , no se emite señal de alarma pero es detectada en sala de control al accionar en remoto o local el movimiento de angulación , observar el movimiento del equipo pero no retroalimentación continua de posición generando incertidumbre para el control de la hoja de vidrio -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	1	Daño contactos del micro	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL	F11	Permitir el paso de	A	No	2	Contactos del	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal

DE CARRERA		energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°		permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°		micro sucios	de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	3	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	A	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	4	Daño del mecanismo del micro	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	B	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	1	Cable roto o en mal estado	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	B	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance	2	Conexiones sueltas	"-Pérdida de seguridad de límites de angulación, no se emite señal de alarma - El movimiento no se detiene en los límites. -El equipo se estrella contra otros componentes afectando su integridad. - La angulación se excede afectando la calidad del vidrio. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

				cuando se alcancen límites de 15° a -15°		
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	C	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	1	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición 15° "-Se emite señal de alarma a la sala de control y bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - La angulación se detiene afectando el control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
MICRO FINAL DE CARRERA	F11	Permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico cuando se alcancen límites de 15° y -15°	C	No permitir el paso de energía hacia el PLC una vez sea activado el switch mecánico para que el motor no avance cuando se alcancen límites de 15° a -15°	2	Accionamiento mecánico o micro fuera de posición -15° "-Se emite señal de alarma a la sala de control y bloqueando el movimiento del equipo sin alcanzar los rangos operacionales - La angulación se detiene afectando el control sobre la hoja. -Riesgo para las personas en el proceso de retiro del equipo (Contacto con materia prima fundida, exposición al calor) Decreto 1072 de 2015 - Decreto único reglamentario del sector trabajo *Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

B.6. AMEF Sistema del bastidor

Componente	Función - Estándares de funcionamiento		Fallo funcional		Modo de fallo		Efectos del fallo (resultado de la avería)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	1	Tornillo sin fin partido o dañado por sobrecarga	- La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción -Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Si el equipo está en el baño, hay riesgo de que la moleta pince en exceso la hoja de vidrio, por tanto hay riesgo de shutdown - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	2	Corona del sin fin partida o averiada por sobrecarga	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Si el equipo está en el baño, hay riesgo de que la moleta pince en exceso la hoja de vidrio, por tanto hay riesgo de shutdown - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	3	Ajuste inadecuado entre las guías laterales y los soporte por los cuales se deslizan	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Si el equipo está en el baño, hay riesgo de que la moleta pince en exceso la hoja de vidrio, por tanto hay riesgo de shutdown - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	4	Objeto extraño o suciedad no permite el movimiento en ninguna dirección	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Si el equipo está en el baño, hay riesgo de que la moleta pince en exceso la hoja de vidrio, por tanto hay riesgo de shutdown - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	1	Tornillo sin fin averiado por desgaste	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	2	Corona del sin fin averiada por desgaste	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

		está anclado al float				
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	3	Ajuste inadecuado entre las guías laterales y los soporte por los cuales se deslizan -La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	4	Objeto extraño o suciedad impide el movimiento en alguna dirección - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	C	No giran las palancas de elevación	1	Chumaceras o rodamientos desgastados por falta de lubricación -La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	C	No giran las palancas de elevación	2	Engranaje averiado o partido por sobrecarga -La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	D	No proporciona nivelación uniformemente al equipo	1	Ajuste inadecuado o juego entre las guías laterales y los soporte por los cuales se deslizan - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño por medio del nivel de burbuja. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN DELANTERO	F1	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	D	No proporciona nivelación uniformemente al equipo	2	Soportes de las guías mal ajustados - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño por medio del nivel de burbuja. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN	F1	Elevar y proporcionar nivelación	D	No proporciona nivelación	3	Placa de conexión mal ajustada y con - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño por medio del nivel de burbuja.

NIVELACIÓN DELANTERO		uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float		uniformemente al equipo		desnivel	- No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	1	Tornillo sin fin averiado por desgaste	- La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	2	Corona del sin fin averiada por desgaste	- La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	A	No eleva el equipo en ninguna dirección	3	Objeto extraño o suciedad no permite el movimiento en ninguna dirección	- La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.) - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja - Pérdida de producción
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	1	Tornillo sin fin averiado por desgaste	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	2	Corona del sin fin averiada por desgaste	-La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. -No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se	B	Eleva el equipo sólo en una dirección	3	Objeto extraño o suciedad impide el movimiento en alguna dirección	- La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)

		giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float				
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	C	No giran las palancas de elevación	1	Chumaceras o rodamientos desgastados por falta de lubricación - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	C	No giran las palancas de elevación	2	Engranaje averiado o partido por sobrecarga - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SUBSISTEMA DE ELEVACIÓN Y NIVELACIÓN MEDIO	F2	Elevar y proporcionar nivelación uniformemente hacia arriba o hacia abajo a todo el equipo cuando se giran las palancas de elevación una vez el equipo está anclado al float	D	No proporciona nivelación uniformemente al equipo	1	Desnivel de los tornillos sin fin laterales - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de realizar la nivelación del equipo antes de ingresarlo al baño de estaño por medio del nivel de burbuja. - No permite realizar la nivelación adecuada del equipo por ende no se puede ingresar a producción - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
RUEDAS DE MOVIMIENTO	F3	Permitir el movimiento y transporte del equipo en todas las direcciones	A	No permite el movimiento del equipo en ninguna dirección	1	Rueda frenada por objeto extraño que impide el movimiento - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de movilizar el equipo a la zona de mantenimiento o al retirarlo del baño de estaño. - No permite realizar ningún desplazamiento - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
RUEDAS DE MOVIMIENTO	F3	Permitir el movimiento y transporte del equipo en todas las direcciones	A	No permite el movimiento del equipo en ninguna dirección	1	Desajuste de los elementos de fijación de la rueda - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de movilizar el equipo a la zona de mantenimiento o al retirarlo del baño de estaño. - No permite realizar ningún desplazamiento - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
RUEDAS DE MOVIMIENTO	F3	Permitir el movimiento y transporte del equipo en todas las direcciones	B	Permite difícilmente el movimiento del equipo	1	Rueda frenada por objeto extraño que dificulta el movimiento - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de movilizar el equipo a la zona de mantenimiento o al retirarlo del baño de estaño. - Permite difícilmente realizar los desplazamientos del equipo - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
RUEDAS DE MOVIMIENTO	F3	Permitir el movimiento y transporte del equipo en todas las direcciones	B	Permite difícilmente el movimiento del equipo	2	Desajuste de los elementos de fijación de la rueda - La falla no activa ninguna alarma, se detecta al momento de movilizar el equipo a la zona de mantenimiento o al retirarlo del baño de estaño. - No permite realizar ningún desplazamiento - Pérdida de disponibilidad del equipo (El equipo debe ser retirado de la producción y llevado a mantenimiento.)
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del equipo	A	No ancla el equipo al cassing del float	1	Mal ajuste o juego entre el eje de conexión y el bulón - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del	B	Ancla débilmente el equipo al cassing del float	1	Mal ajuste o juego entre el eje de conexión y el bulón - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea

		equipo				
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del equipo	C	No permite los movimientos de elevación y nivelación del equipo	1	Soporte móvil de anclaje dañado o averiado por sobrecarga - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del equipo	C	No permite los movimientos de elevación y nivelación del equipo	2	Objeto extraño impide el movimiento del soporte móvil - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del equipo	D	Permite forzosamente los movimientos de elevación y nivelación del equipo	1	Soporte móvil de anclaje dañado o averiado por sobrecarga - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del equipo	D	Permite forzosamente los movimientos de elevación y nivelación del equipo	2	Objeto extraño dificulta el movimiento del soporte móvil - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
SISTEMA DE ANCLAJE MEDIANTE BULÓN	F4	Anclar el equipo al cassing del float y permitir los movimientos de elevación y nivelación del equipo	D	Permite forzosamente los movimientos de elevación y nivelación del equipo	3	Falta de lubricación del soporte móvil de anclaje - El operador puede detectar la falla al visualizar inestabilidad de la hoja en las pantallas del cuarto de control, no se activa ninguna alarma. - Pérdida de calidad por inestabilidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
ESTRUCTURA SOPORTE DEL EQUIPO	F5	Proporcionar soporte y rigidez al equipo y a sus componentes	A	No da soporte ni rigidez a ninguno de los componentes del equipo	1	Estructura dañada o averiada por sobrecarga - La falla no activa ninguna alarma, es visualizada por el operador en condiciones normales de producción - El equipo pierde soporte para sus componentes, pérdida de movimiento de los diferentes sistemas. - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea
ESTRUCTURA SOPORTE DEL EQUIPO	F5	Proporcionar soporte y rigidez al equipo y a sus componentes	B	Poca rigidez y soporte a los diferentes sistemas y componentes	1	Estructura dañada o averiada por sobrecarga - La falla no activa ninguna alarma, es visualizada por el operador en condiciones normales de producción - El equipo pierde soporte para sus componentes, pérdida de movimiento de los diferentes sistemas. - Pérdida de calidad de la hoja de vidrio - Pérdida de producción de la línea

ANEXO C. Evaluaciones de las consecuencias

C.1. Evaluación de la criticidad del sistema de rotación

F	FF	MF	Costo	Falla Oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F1	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	C9	D20	D20
F1	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F1	A	3	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F1	B	1	5 MCOPS	NO	B8	B2	B4	B6
F1	B	2	5 MCOPS	NO	B8	B2	B4	B6
F1	B	3	5 MCOPS	NO	B8	B2	B4	B6
F2	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F2	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F2	B	1	1 MCOP	NO	B8	B2	B2	C9
F2	B	2	1 MCOP	NO	B8	B2	B2	C9
F2	B	3	1 MCOP	NO	B8	B2	B2	C9
F3	A	1	1 MCOP	NO	C3	C9	C3	C3
F3	A	2	5 MCOPS	NO	C3	B6	B4	B2
F3	B	1	1 MCOP	NO	C3	C9	C3	C3
F3	C	1	1 MCOP	NO	C3	C9	C3	C3
F4	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F4	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F4	B	1	1 MCOP	NO	B8	B2	C3	C6
F4	B	2	1 MCOP	NO	B8	B2	C3	C6
F5	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	B	1	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	B	2	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	C	1	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	C	2	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	C	3	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	C	4	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F5	D	1	6 MCOPS	SI	B2	B2	C6	C12
F5	E	1	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20

F6	A	1	1 MCOP	NO	D8	D4	D4	D12
F6	B	1	1 MCOP	NO	D8	D4	D4	D12
F7	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F7	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F7	A	3	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20
F7	B	1	15 MCOPS	NO	C12	C6	C6	D12
F7	B	2	15 MCOPS	NO	C12	C6	C6	D12
F7	C	1	15 MCOPS	NO	C12	C6	C6	D12
F7	C	2	15 MCOPS	NO	C12	C6	C6	D12
F8	A	1	20 MCOPS	NO	C12	C6	C6	D12
F8	A	2	15 MCOPS	NO	C12	C6	C6	D12
F9	A	1	1000 MCOPS	NO	B8	B6	B10	B10
F9	A	2	1 MCOP	NO	B2	B2	C6	C12
F9	A	3	200 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F10	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D8	D20	D20
F10	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D8	D20	D20
F11	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F11	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F11	A	3	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F12	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F12	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F13	A	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F13	A	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F13	B	1	2 MCOP	NO	B2	D4	C3	C3
F13	C	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F13	D	1	2 MCOP	NO	B2	D4	C3	C3
F13	E	1	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F13	E	2	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F13	F	1	0,5MCOP	NO	B2	D4	C3	C3
F13	F	2	0,1MCOP	NO	B2	D4	C3	C3

C.2. Evaluación de la criticidad del sistema de pinzado

F	FF	MF	Costo	Falla Oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F1	A	1	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	3	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	B	1	2 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F1	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F1	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F2	A	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	3	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	A	1	5 MCOPS	NO	D4	D12	B4	D4
F3	A	2	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	B	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	C	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F4	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F4	A	2	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F4	B	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F4	B	2	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F4	B	3	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F4	A	1	2 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F4	A	2	2 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F4	A	3	2 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F4	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	2	2 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	3	2 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F5	A	1	1000 MCOPS	SI	C12	D4	D20	D20
F5	A	2	1000 MCOPS	SI	D16	D4	D20	D20
F5	A	3	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F5	A	4	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F5	A	5	1000 MCOPS	NO	D16	D4	D20	D20
F5	B	1	1 MCOP	SI	D4	B4	B2	C6
F5	C	1	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15

F5	C	2	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	C	3	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	C	4	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	D	1	1000 MCOPS	SI	C12	C9	C15	C15
F5	D	2	0 MCOP	NO	D4	B4	D4	D4
F5	E	1	1 MCOP	SI	D4	B4	B2	C6
F6	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F6	A	2	0 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F6	B	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F6	B	2	0 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F7	A	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F7	A	2	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F7	B	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F7	B	2	0 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F8	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F8	B	1	2 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8
F8	B	2	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F8	C	1	2 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8
F8	C	2	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F8	D	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F8	D	2	0 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F8	E	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F8	E	2	0 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F9	A	1	1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F9	A	2	0,1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F9	A	3	0 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	A	4	0,1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	B	1	0 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	B	2	1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	C	1	1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	C	2	1 MCOP	SI	C6	C6	B2	C9

C.3. Evaluación de la criticidad del sistema de penetración

F	FF	MF	Costo	Falla Oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F1	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	3	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	B	1	5 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F1	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F1	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F2	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F2	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F3	A	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	A	2	5 MCOPS	NO	D4	D12	D8	D4
F3	B	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	C	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F4	A	1	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F4	A	2	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F4	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	3	2 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F5	A	1	2,5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F5	A	2	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F5	A	3	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F5	A	4	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F5	B	1	1 MCOP	NO	C3	D4	B2	B4
F5	B	2	2,5 MCOPS	NO	C3	D4	B2	B4
F5	B	3	1 MCOP	NO	C3	D4	B2	B4
F6	A	1	1,5 MCOPS	NO	B4	B2	B2	B2

F6	A	2	2 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	A	3	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	B	1	² MCOPS	NO	B4	B2	B2	B2
F6	B	2	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	B	3	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	C	1	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	C	2	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	C	3	1 MCOP	NO	C6	C3	B2	B2
F6	D	1	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	D	2	2 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F6	D	3	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F7	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F7	A	2	⁰ MCOPS	NO	B4	B4	C3	C3
F7	B	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F7	B	2	⁰ MCOPS	NO	B4	B4	C3	C3
F8	A	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F8	A	2	⁰ MCOPS	SI	B4	B4	C3	C3
F8	B	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F8	B	2	⁰ MCOPS	SI	B4	B4	C3	C3
F9	A	1	1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F9	A	2	^{0,1} MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F9	A	3	⁰ MCOPS	NO	C6	C6	B2	C9
F9	A	4	^{0,1} MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	B	1	⁰ MCOPS	NO	C6	C6	B2	C9
F9	B	2	1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	C	1	1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F9	C	2	1 MCOP	SI	C6	C6	B2	C9
F10	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	B	1	2 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	B	2	^{0,1} MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	C	1	2 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	C	2	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	D	1	^{0,1}	NO	B4	B4	D4	D8

			MCOP					
F10	D	2	0 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8
F10	E	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	E	2	0 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8

C.4. Evaluación de la criticidad del sistema de angulación

F	FF	MF	Costo	Falla Oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F1	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	3	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F2	B	1	5 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F3	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F3	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F3	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F3	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F3	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F4	A	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F4	A	2	5 MCOPS	NO	D4	D12	D8	D4
F4	B	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F4	C	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F5	A	1	1 MCOP	NO	C6	A1	B4	B4
F5	A	2	1 MCOP	NO	C6	A1	B4	B4
F5	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F5	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F5	B	3	2 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F6	A	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F6	A	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F6	A	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F6	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F6	B	2	0,2 MCOPS	NO	B4	A1	B4	B4
F6	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F7	A	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F7	A	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F7	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4

F7	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F7	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F7	B	4	1 MCOP	NO	B4	A1	B4	B4
F8	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F8	A	2	0 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F8	B	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F8	B	2	0 MCOP	NO	B4	B4	D4	C3
F9	A	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F9	A	2	0 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F9	B	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F9	B	2	0 MCOP	NO	B4	B4	D4	C3
F10	A	2	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	B	1	2 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8
F10	B	2	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	C	1	2 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8
F10	C	2	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	D	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	D	2	0 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	E	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F10	E	2	0 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F11	A	1	1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F11	A	2	0,1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F11	A	3	0 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F11	A	4	0,1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F11	B	1	0 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F11	B	2	1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F11	C	1	1 MCOP	SI	C6	C6	B2	C9
F11	C	2	1 MCOP	SI	C6	C6	B2	C9

C.5. Evaluación de la criticidad del sistema de penetración del periscopio

F	FF	MF	Costo	Falla Oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F1	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	A	3	5 MCOPS	NO	C6	A1	B2	B4
F1	B	1	5 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F1	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F1	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	A	1	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F2	A	2	5 MCOPS	NO	C6	A1	B4	B4
F2	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	2	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F2	B	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F3	A	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	A	2	5 MCOPS	NO	D4	D12	D8	D4
F3	B	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F3	C	1	1 MCOP	NO	D4	D12	D4	D4
F4	A	1	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F4	A	2	1 MCOP	NO	C6	A1	B2	B4
F4	A	3	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	1	1 MCOP	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	2	1 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F4	B	3	2 MCOPS	NO	B4	A1	B2	B4
F5	A	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F5	A	2	0 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F5	B	1	1 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F5	B	2	0 MCOP	NO	B4	B4	C3	C3
F6	A	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F6	A	2	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F6	B	1	1 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F6	B	2	0 MCOP	SI	B4	B4	C3	C3
F7	A	2	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	B	1	2 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	B	2	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	C	1	2 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	C	2	1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	D	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	D	2	0 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8

F7	E	1	0,1 MCOP	NO	B4	B4	D4	D8
F7	E	2	0 MCOPS	NO	B4	B4	D4	D8
F8	A	1	1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F8	A	2	0,1 MCOP	NO	C6	C6	D4	C9
F8	A	3	0 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F8	A	4	0,1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F8	B	1	0 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F8	B	2	1 MCOP	NO	C6	C6	B2	C9
F8	C	1	1 MCOP	SI	C6	C6	B2	C9
F8	C	2	1 MCOP	SI	C6	C6	B2	C9
F9	A	1	1,5 MCOPS	NO	B4	B2	B2	B2
F9	A	2	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	A	3	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	B	1	1,5 MCOPS	NO	B4	B2	B2	B2
F9	B	2	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	B	3	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	C	1	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	C	2	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	C	3	1 MCOP	NO	C6	C3	B2	B2
F9	D	1	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	D	2	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F9	D	3	1 MCOP	NO	B4	B2	B2	B2
F10	A	1	6,5 MCOPS	NO	B4	B4	D8	B4
F10	A	2	0,5 MCOPS	NO	B4	B4	D4	B4
F10	A	3	6,5 MCOPS	NO	B4	B4	D8	B4
F10	B	1	6,5 MCOPS	NO	B4	B4	D8	B4
F10	B	2	0,5 MCOPS	NO	B4	B4	D4	B4
F10	B	3	0,5 MCOPS	NO	B4	B4	D4	B4
F11	A	1	7 MCOPS	NO	C12	C9	C6	C6
F11	A	2	7 MCOPS	NO	C12	C9	C6	C6
F11	A	3	7 MCOPS	NO	C12	C9	C6	C6

F11	B	1	7 MCOPS	NO	C8	C6	C6	C6
F11	B	2	7 MCOPS	NO	C8	C6	C6	C6
F11	C	1	7 MCOPS	NO	C8	C6	C6	C6
F11	D	1	7 MCOPS	NO	C8	C6	C6	D12
F12	A	1	6,5 MCOPS	NO	C3	C3	C6	C3
F12	A	2	6,5 MCOPS	NO	C3	C3	C6	C3
F12	B	1	6,5 MCOPS	NO	C3	C3	C6	C3
F12	B	2	6,5 MCOPS	NO	C3	C3	C6	C3
F12	C	1	1000 MCOPS	NO	D16	D12	D20	D20

C.6. Evaluación de la criticidad del sistema del bastidor

F	FF	MF	Costo	Falla Oculta	R. Seguridad	R. Ambiental	R. Costos	R. Calidad
F1	A	1	1000 MCOPS	NO	B8	B6	B10	B10
F1	A	2	1000 MCOPS	NO	B8	B6	B10	B10
F1	A	3	1000 MCOPS	NO	B8	B6	B10	C12
F1	A	4	1000 MCOPS	NO	B8	B6	B10	C12
F1	B	1	2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F1	B	2	2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F1	B	3	0,2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F1	B	4	0,2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F1	C	1	1 MCOP	NO	B4	B4	B2	B6
F1	C	2	1 MCOP	NO	B4	B4	B2	B6
F1	D	1	0,2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F1	D	2	0,2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F1	D	3	0,2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F2	A	1	1 MCOP	NO	B6	B6	B2	B8
F2	A	2	1 MCOP	NO	B6	B6	B2	B8
F2	A	3	0,2 MCOPS	NO	B6	B6	B2	B8
F2	B	1	1 MCOP	NO	B4	B4	B2	B6
F2	B	2	1 MCOP	NO	B4	B4	B2	B6
F2	B	3	0,2 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F2	C	1	1 MCOP	NO	B4	B4	B2	B6
F2	C	2	1 MCOP	NO	B4	B4	B2	B6
F2	D	1	0 MCOPS	NO	B4	B4	B2	B6
F3	A	1	0 MCOPS	NO	B2	B2	B2	B2
F3	A	1	0 MCOPS	NO	B2	B2	B2	B2
F3	B	1	0 MCOPS	NO	B2	B2	B2	B2
F3	B	2	0 MCOPS	NO	B2	B2	B2	B2
F4	A	1	0,5 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9

F4	B	1	0 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9
F4	C	1	2 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9
F4	C	2	0 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9
F4	D	1	2 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9
F4	D	2	0 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9
F4	D	3	0,5 MCOPS	SI	C6	B2	C3	C9
F5	A	1	2 MCOPS	NO	A4	A1	A1	A5
F5	B	1	2 MCOPS	NO	A4	A1	A1	A5

ANEXO D. Hojas de decisiones

D.1. Hoja de decisiones para el sistema de rotación

F	FF	MF	TIPO DE DECISIÓN	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
F1	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR AJUSTE DE CONEXIONES DE ACOMETIDA ELECTRICA DE MOTOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	2	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	2	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

F3	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	A	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE MEDIANTE GALGAS	TECNICO MTTO MECANICO
F4	A	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIO DE CORREA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE MEDIANTE GALGAS	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIO DE CORREA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	A	1	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONJUNTO DE JUNTA ROTATIVA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	1	Sustitución programada	6 MESES	CAMBIO DE SELLOS DE JUNTA ROTATIVA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	2	Sustitución programada	6 MESES	CAMBIO DE SELLOS DE JUNTA ROTATIVA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	C	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	4	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	D	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	MEDICION DE FLUJO DE AGUA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	E	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	A	1	Sustitución programada	1 AÑO	CAMBIO DE RODAMIENTOS DE JUNTA ROTATIVA	TECNICO MTTO MECANICO
F6	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	A	1	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO

F7	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	A	3	Reacondicionamiento cíclico	QUINCENAL	LIMPIEZA DE FILTROS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	TECNICO MTTO MECANICO
F7	B	1	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F7	B	2	Reacondicionamiento cíclico	QUINCENAL	LIMPIEZA DE FILTROS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	TECNICO MTTO MECANICO
F7	C	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE ESPESOR DE CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F8	A	1	Sustitución programada	1 AÑO	CAMBIO DE AISLAMIENTO INTERNO DE CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F8	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE ESPESOR DE CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F9	A	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACIÓN DEL RODAMIENTO	TECNICO DE LUBRICACION
F9	A	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIAR EL COJINETE DEL GRAFITO	TECNICO MTTO MECANICO
F9	A	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SISTEMA MOLETA Y CAMBIO DE SISTEMA DE FIJACION	TECNICO MTTO MECANICO
F10	A	1	Reacondicionamiento cíclico	1 MES	REALIZAR LIMPIEZA DE MOLETE	OPERADOR PRODUCCION
F10	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DIAMETRO DE MOLETE	TECNICO MTTO MECANICO
F11	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE POSICION DE SENSOR ENTRE 1 Y 2 MM	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE POSICION DE SENSOR ENTRE 1 Y 2 MM	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	A	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE RUEDA DE SENSADO	TECNICO MTTO MECANICO
F12	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE	TECNICO MTTO ELECTRICO

					CABLEADO DE SENSOR	
F12	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE SENSOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	INSPECCION DE ESTADO Y AJUSTE DE FIJACION ACOPLE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y ALINEACION DE EJE MOTOR - ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACOPLE E INSPECCION DE ESTADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	E	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	E	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	F	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F13	F	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO

D.2. Hoja de decisiones para el sistema de pinzado

F	FF	MF	TIPO DE DECISIÓN	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
F1	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR AJUSTE DE CONEXIONES DE ACOMETIDA ELECTRICA DE MOTOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

F3	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	A	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE MEDIANTE GALGAS	TECNICO MTTO MECANICO
F4	A	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIO DE CORREA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE MEDIANTE GALGAS	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIO DE CORREA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F4	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LUBRICACION DE TORNILLO SIN FIN	TECNICO DE LUBRICACION
F4	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION DE TORNILLO SIN FIN	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE DE TUERCA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F5	A	1	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	A	2	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	A	3	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	A	4	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	A	5	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

F5	B	1	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	1	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	2	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	3	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	C	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE FIJACION Y LIMPIEZA DE CILINDROS DE ACCIONAMIENTO	TECNICO MTTO MECANICO
F5	D	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	D	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	E	1	Búsqueda de fallos	3 MESES	PRUEBA DE PARO DE EMERGENCIA DEL EQUIPO	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	A	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS DE ACEITE	TECNICO DE LUBRICACION
F6	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F6	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	A	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS DE ACEITE	TECNICO DE LUBRICACION
F7	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO

F7	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F8	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	INSPECCION DE ESTADO Y AJUSTE DE FIJACION ACOPLE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	C	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACOPLE E INSPECCION DE ESTADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	D	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	E	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	E	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE MICRO, MEDICION DE CONTINUIDAD	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA DE CONTACTOS Y AJUSTE DE MICROS	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	A	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE MICRO	TECNICO MTTO ELECTRICO

F9	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE SENSORES	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE SENSOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACCIONAMIENTO MECANICO DE MICRO (LEVA)	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

D.3. Hoja de decisiones para el sistema de penetración

F	FF	MF	TIPO DE DECISIÓN	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
F1	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR AJUSTE DE CONEXIONES DE ACOMETIDA ELECTRICA DE MOTOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	A	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE MEDIANTE GALGAS	TECNICO MTTO MECANICO
F4	A	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIO DE CORREA	TECNICO MTTO MECANICO

F4	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE MEDIANTE GALGAS	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	2	Sustitución programada	2 AÑOS	CAMBIO DE CORREA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F5	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LUBRICACION DE TORNILLO SIN FIN	TECNICO DE LUBRICACION
F5	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	A	4	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION DE TORNILLO SIN FIN	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE DESGASTE DE TUERCA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	A	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION Y ALINEACIÓN DE LAS GUIAS	TECNICO MTTO MECANICO
F6	A	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	B	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	B	2	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	B	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	C	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE MICRO, MEDICION DE CONTINUIDAD	TECNICO MTTO ELECTRICO

F6	D	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	D	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION Y ALINEACIÓN DE LAS GUIAS	TECNICO MTTO MECANICO
F6	D	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F7	A	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS DE ACEITE	TECNICO DE LUBRICACION
F7	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F7	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F8	A	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS DE ACEITE	TECNICO DE LUBRICACION
F8	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F8	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F8	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE MICRO, MEDICION DE CONTINUIDAD	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA DE CONTACTOS Y AJUSTE DE MICROS	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	A	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE MICRO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE	TECNICO MTTO ELECTRICO

					CABLEADO DE SENSORES	
F9	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE SENSOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACCIONAMIENTO MECANICO DE MICRO (LEVA)	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F10	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	INSPECCION DE ESTADO Y AJUSTE DE FIJACION ACOUPLE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	C	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACOUPLE E INSPECCION DE ESTADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	D	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	E	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	E	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO

D.4. Hoja de decisiones para el sistema de angulación

F	FF	MF	TIPO DE DECISIÓN	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
F1	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR AJUSTE DE CONEXIONES DE ACOMETIDA ELECTRICA DE MOTOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F2	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	A	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	A	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F3	B	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F3	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F4	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	C	1	Monitoreo de	1 MES	RUTINA DE	TECNICO DE

			condición		INSPECCION VISUAL	MTTO DE TURNO
F5	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE PIÑONES	TECNICO MTTO MECANICO
F5	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE CORONA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE PIÑONES	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE CORONA	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION DE EJES	TECNICO MTTO MECANICO
F6	A	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	B	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F6	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	B	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	A	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F7	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	B	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F7	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION DE EJE	TECNICO MTTO MECANICO
F7	B	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION	TECNICO DE MTTO DE

					VISUAL	TURNO
F7	B	4	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE PIVOTE	TECNICO DE LUBRICACION
F8	A	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS DE ACEITE	TECNICO DE LUBRICACION
F8	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F8	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F8	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F9	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F9	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F10	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	INSPECCION DE ESTADO Y AJUSTE DE FIJACION ACOPLE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	C	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACOPLE E INSPECCION DE ESTADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO

F10	D	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	E	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	E	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE MICRO, MEDICION DE CONTINUIDAD	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA DE CONTACTOS Y AJUSTE DE MICROS	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F11	A	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE MICRO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDICION DE CABLEADO DE SENSORES	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE SENSOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACCIONAMIENTO MECANICO DE MICRO (LEVA)	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

D.5. Hoja de decisiones para el sistema de penetración del periscopio

F	FF	MF	TIPO DE DECISIÓN	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
F1	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR AJUSTE DE CONEXIONES DE ACOMETIDA ELECTRICA DE MOTOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	2	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	A	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE AISLAMIENTO DE BOBINADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F1	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F1	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	A	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	1	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F2	B	2	Monitoreo de condición	3 MESES	ANALISIS PARTICULAS METALICAS EN ACEITE LUBRICANTE	TECNICO DE LUBRICACION
F2	B	3	Monitoreo de condición	3 MESES	MEDICION Y ANALISIS DE VIBRACIONES	ESPECIALISTA VIBRACIONES
F3	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F3	C	1	Monitoreo de	1 MES	RUTINA DE	TECNICO DE

			condición		INSPECCION VISUAL	MTTO DE TURNO
F4	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y LIMPIEZA DE PIÑONES DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y LIMPIEZA DE CADENA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	A	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE CHUMACERAS Y RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F4	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y LIMPIEZA DE PIÑONES DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y LIMPIEZA DE CADENA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA	TECNICO MTTO MECANICO
F4	B	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION Y ALINEACIÓN DE EJE	TECNICO MTTO MECANICO
F5	A	1	Monitoreo de condición	1 AÑO	ANALISIS DE ACEITE	TECNICO DE LUBRICACION
F5	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F5	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO
F6	A	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F6	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	REALIZAR ALINEACION Y AJUSTE DE ENGRANAJES DE EMBRAGUE	TECNICO MTTO MECANICO

F6	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F7	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	INSPECCION DE ESTADO Y AJUSTE DE FIJACION ACOPLE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	C	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACOPLE E INSPECCION DE ESTADO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	D	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	E	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F7	E	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE CONDCION DE CABLEADO DE ENCODER	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE MICRO, MEDICION DE CONTINUIDAD	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA DE CONTACTOS Y AJUSTE DE MICROS	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F8	A	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE MECANISMO DE ACCIONAMIENTO DE MICRO	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y VERIFICACION DE	TECNICO MTTO ELECTRICO

					CONDICION DE CABLEADO DE SENSORES	
F8	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONECTORES DE SENSOR	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE ACCIONAMIENTO MECANICO DE MICRO (LEVA)	TECNICO MTTO ELECTRICO
F8	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	A	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F9	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION Y ALINEACIÓN DE LAS GUIAS	TECNICO MTTO MECANICO
F9	A	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F9	B	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE RODAMIENTOS	TECNICO DE LUBRICACION
F9	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION Y ALINEACIÓN DE LAS GUIAS	TECNICO MTTO MECANICO
F9	B	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE SOPORTES DE FIJACION Y ALINEACIÓN DE LAS GUIAS	TECNICO MTTO MECANICO
F9	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	C	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE MICRO, MEDICION DE CONTINUIDAD	TECNICO MTTO ELECTRICO
F9	D	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F9	D	2	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F9	D	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACION DE GUÍAS	TECNICO DE LUBRICACION
F10	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION	TECNICO DE MTTO DE

					VISUAL	TURNO
F10	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE CÁMARA	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F10	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F10	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE DE CONEXIONES DE CÁMARA	TECNICO MTTO ELECTRICO
F10	B	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y AJUSTE GENERAL CÁMARA	TECNICO MTTO ELECTRICO
F11	A	1	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F11	A	2	Reacondicionamiento cíclico	QUINCENAL	LIMPIEZA DE FILTROS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	TECNICO MTTO MECANICO
F11	A	3	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F11	B	1	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F11	B	2	Reacondicionamiento cíclico	QUINCENAL	LIMPIEZA DE FILTROS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION	TECNICO MTTO MECANICO
F11	C	1	Monitoreo de condición	6 MESES	MEDICION DE ESPESOR DE CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F11	D	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F12	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F12	A	2	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F12	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F12	B	2	Reacondicionamiento cíclico	1 AÑO	LAVADO QUIMICO DEL CONJUNTO CAMISA	TECNICO MTTO MECANICO
F12	C	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

D.6. Hoja de decisiones para el sistema del bastidor

F	FF	MF	TIPO DE DECISIÓN	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
F1	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	A	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	A	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	B	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	B	4	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	C	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS Y CHUMACERAS	TECNICO DE LUBRICACION
F1	C	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL	TECNICO MTTO MECANICO

					SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	
F1	D	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F1	D	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN DELANTERO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	A	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	A	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	A	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	B	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	B	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	B	3	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	C	1	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS Y CHUMACERAS	TECNICO DE LUBRICACION
F2	C	2	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F2	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN MEDIO	TECNICO MTTO MECANICO
F3	A	1	Mantenimiento no programado	N/A	FALLA A ROTURA	
F3	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO

F3	B	1	Mantenimiento no programado	N/A	FALLA A ROTURA	
F3	B	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	C	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ANCLAJE MOVIL	TECNICO MTTO MECANICO
F4	C	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	D	1	Reacondicionamiento cíclico	6 MESES	AJUSTE Y NIVELACIÓN DEL SISTEMA DE ANCLAJE MOVIL	TECNICO MTTO MECANICO
F4	D	2	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F4	D	3	Reacondicionamiento cíclico	3 MESES	LUBRICACIÓN PARTES MÓVILES DEL SOPORTE	TECNICO DE LUBRICACION
F5	A	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO
F5	B	1	Monitoreo de condición	1 MES	RUTINA DE INSPECCION VISUAL	TECNICO DE MTTO DE TURNO