

**PROPUESTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE
LLENADO EN LA EMPRESA DE GASES MEDICINALES E INDUSTRIALES
(GMI) S.A.S, MEDIANTE EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE
MANTENIMIENTO**

**WILLIAN FERNANDO DIAZ DIAZ
DANIEL ALEJANDRO ROSERO ERAZO**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN - CAUCA
2018**

**PROPUESTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA DE
LLENADO EN LA EMPRESA DE GASES MEDICINALES E INDUSTRIALES
(GMI) S.A.S, MEDIANTE EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE
MANTENIMIENTO**

**WILLIAN FERNANDO DIAZ DIAZ
DANIEL ALEJANDRO ROSERO ERAZO**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

**Director
JUAN MANUEL SEGURA
INGENIERO EN AUTOMATICA INDUSTRIAL**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYAN
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
POPAYÁN CAUCA
2018**

**Nota de aceptación:
Aprobado por el Comité de Grado en
Cumplimiento de los requisitos
Exigidos por la Fundación
Universitaria de Popayán para optar al
Título de Ingeniero Industrial**

Nombre del Jurado

Nombre del Jurado

Nombre del director

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	7
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1. CAPITULO.....	12
1.1. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACION	12
1.3. JUSTIFICACION.....	12
1.4. OBJETIVOS.....	13
1.4.1. Objetivo general.....	13
1.4.2. Objetivos específicos.	13
2. CAPITULO.....	14
2.1. MARCO CONTEXTUAL	14
2.2. MARCO TEORICO	15
2.3. MARCO ANTECEDENTES	22
3. CAPITULO.....	26
3.1. DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA GMI S.A.S.....	26
3.2. METODO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	40
3.3. PLAN MANTENIMIENTO PRVENTIVO PARA LA LINEA DE PRODUCCION.....	47
4. RECOMENDACIONES	58
5. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Inventario de máquinas en la empresa GMI	27
Tabla 2 Costo por parada de mantenimiento célula 1	31
Tabla 3. Costo por parada de mantenimiento célula 2	42
Tabla 4. Costo por parada de mantenimiento célula 3	42
Tabla 5. Codificación de equipos en la empresa GMI	43
Tabla 6. Registro de actividades correctivas.	46
Tabla 7. Tubería empresa GMI	53
Tabla 8. Tiempo total por paradas de mantenimiento célula 3.....	55
Tabla 9. Costeo de parada por mantenimiento célula 3	57
Tabla 10. Comparación compresores de oxígeno actuales y posible compresor de oxígeno.....	59
Tabla 11. Producción actual compresores de oxígeno.	59
Tabla 12. Producción posible compresor de oxígeno.....	60

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ubicación de la empresa GMI S.A.S.	65
Anexo B. Organigrama de la empresa.	66
Anexo C. Mapa de empresa GMI S.A.S.	67
Anexo D. Diagrama P&ID.	68
Anexo E. Instructivo mantenimiento correctivo.	69
Anexo F. Hoja de vida de máquinas.	72
Anexo G. Arranque compresor de aire.	86
Anexo H. Cambios de elemento por mantenimiento.	87
Anexo I. Instructivo de mantenimiento preventivo de equipos.	88
Anexo J. Formato de mantenimiento preventivo autónomo.	106
Anexo K. Información de Compresor de oxígeno.	107
Anexo L. Cronograma de mantenimiento.	108

GLOSARIO

CELULA DE MANUFACTURA: manufactura celular, o manufactura a través de células de trabajo, es un concepto de producción en el cual la distribución de la planta (layout) se mejora de forma sustancial, haciendo fluir la producción de forma ininterrumpida entre cada operación, reduciendo considerablemente el *lead time*, aprovechando al máximo las habilidades del personal, y su polifuncionalidad, brindando las condiciones para que un empleado pueda realizar diversas operaciones con el mínimo número de desplazamientos¹.

CONFIABILIDAD: se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico. Más sencillamente, Confiabilidad es la probabilidad de que un sistema o producto funcione².

EFICIENCIA: capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función³.

INSPECCIÓN: hace referencia a la acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista⁴.

MANIFOLDS: están diseñados para el llenado de cilindros y/o para el suministro de gas a una red central utilizando un regulador de presión⁵.

MANTENIMIENTO: conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación⁶.

P&ID: es lo que se define como un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) también conocido del idioma inglés como piping and instrumentation

¹ BRYAN L. – ingeniería industrial – Disponible en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

² MANTENIMIENTO CENTRALIZADO EN LA CONFIABILIDAD- p1 – Disponible en <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/mantenimiento-centralizado-en-la-confiabilidad-1.pdf>

³ LIGIA P – Universidad francisco marroquín - Disponible en <https://educacion.ufm.edu/eficacia-eficiencia/>

⁴ DEFINICIÓN ED - Disponible en <https://definicion.de/inspeccion/>

⁵ ECO GASES- Manifolds- Disponible en <http://www.ecogases.com/Espanol/manifolds.htm>

⁶ MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DE EQUIPOS- 2016- Disponible en <http://mantenimientoindustrialdeequipos.blogspot.com/2016/>

diagram/drawing (P&ID) y es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental⁷.

PSA: la separación por adsorción, proceso PSA tuvo su origen en una patente alemana de 1942 y las propiedades selectivas fueron reconocidas en 1960 cuando la industria petrolera impulsa los estudios ya que el PSA facilita la separación del hidrógeno y otros gases de los hidrocarburos gaseosos⁸.

VÁLVULAS: Las Válvulas son dispositivos mecánicos cuya función es la de controlar los fluidos en un sistema de tuberías. El Comité Europeo de Normalización (CEN) en su Norma EN-736-2 define las Válvulas como aquel componente de tuberías que permite actuar sobre el fluido por apertura, cierre u obstrucción parcial de la zona del paso o por derivación o mezcla del mismo.⁹

ZEOLITA: Las mallas moleculares, también conocidas como zeolitas, contienen en su estructura silicio, aluminio, sodio, hidrógeno y oxígeno. El nombre de zeolita proviene de las palabras “zeos” que significa “hervir” y “lithos” que significa “piedra”, es decir, la palabra “zeolita” significa “piedra hirviente”. Los usos Industriales empiezan desde alo Absorbente, deshumidificador, tamiz molecular. Tratamiento y filtración de aire, eliminación de humedad y olores. Tratamiento y eliminación de residuos nucleares. Control de contaminación, remediación de suelos contaminados, Carga, portador inerte y Separación de gases.¹⁰

⁷ INGENIERIA TERMICA- 2017 Disponible en <https://www.pirobloc.com/blog-es/que-es-un-piping-and-instrumentation-diagram/>

⁸ TECNOLÓGIA PSA- 1985 Disponible en http://www.ricardodesimone.com.ar/NacEspanol/PSA/revision_bibliografica.html

⁹ COMEVAL A COMPANY OF THE ARMATUREN GRUP 2018 Disponible en <https://www.comeval.es/formacion/formacion-valvulas-idustriales-glosario-definiciones/>

¹⁰ QUIMINET Disponible en https://www.quiminet.com/articulos/las-mallas-moleculares-origen-y-usos-2101.htm?mkt_source=22&mkt_medium=6384753710&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1

RESUMEN

La empresa GMI S.A.S (Gases Medicinales e Industrial) cuenta con distintas áreas, de las cuales, el área de producción fue objetivo de estudio para el desarrollo de una propuesta para el mantenimiento de la línea. Para cumplir con los objetivos fue necesario estructurar una metodología que pudiera diagnosticar el estado actual de los equipos de la línea de producción.

La propuesta de mantenimiento correctivo y preventivo en la empresa GMI S.A.S se hace con el fin de aumentar la productividad encontrando y previniendo averías inesperadas en la línea de producción antes de que estos ocasionen una falla, por medio de instructivos de mantenimiento preventivo y correctivo que identifican las posibles averías que se puede presentar, para asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Con base a lo anterior se diseñó el programa de mantenimiento preventivo que está compuesto por un cronograma que tiene como objetivo realizar las actividades evidenciadas en los instructivos de mantenimiento. Estos pueden ser cambios ya sea de partes, reparaciones, ajustes, lubricantes a la maquinaria y equipos que se consideran importantes analizar en esta empresa, para evitar fallos.

Haciendo uso de los resultados obtenidos finalmente se puede concluir en esta propuesta que la estrategia para los equipos de la línea de producción de oxígeno debe ser preventiva y correctiva, para alargar la vida útil de los mismos. Para terminar, se recomendó que adopten alternativas esperando con ello reducir las paradas, optimizar costos, disminuir la probabilidad de ocurrencia de fallas y mejorar la productividad.

INTRODUCCIÓN

El ser humano por lo general ha sentido la necesidad de mantener sus objetos en óptimas condiciones, y aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. Las fallas que se identifican en su mayoría se creían que eran el resultado del constante uso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al inicio solamente se le hacía el mantenimiento cuando ya había pocas posibilidades de seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura" y era reactivo.

En la actualidad el mantenimiento, como todos los procesos evoluciona trascendentalmente, ha tenido un crecimiento y una madurez progresiva, ajustándose a las distintas necesidades y requerimientos de cada época, manteniéndose siempre vigente.

Un número cada vez mayor de empresas ya reconoce la importancia crucial que el mantenimiento y la confiabilidad desempeñan en sus organizaciones. En esas empresas, ejecutivos de la alta administración, están promoviendo la implantación de estrategias empresariales de mantenimiento y confiabilidad. Dichas estrategias tienen doble finalidad: en primer lugar, se destinan a educar a los ejecutivos, sobre como el mantenimiento y la confiabilidad afectan a su empresa financieramente. En segundo lugar, se concentran en desarrollar e implementar un proceso que promueva, de forma activa, mejoras en esas prácticas.¹¹

En épocas pasadas se esperaba que se produjera una avería en la máquina para hacerle mantenimiento correctivo, después las industrias se percataron de ello y con determinada frecuencia se prestaban trabajos de mantenimiento a las máquinas para prevenir las fallas, se valoraban los equipos o instalaciones que daños con más frecuencia y se estaba a la expectativa de su desempeño, con ello se establecían sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento correctivo y preventivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecieron los grupos de mejora y seguimiento de las acciones, y se implementó el mantenimiento para todas las áreas. Un número cada vez mayor de empresas

¹¹GINDER Andrew P. AIPE Facilities: Maintenance as a Corporate Strategy. Rio de Janeiro: Lourival Tavares, 2007pag 3. Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/billiton.pdf>

En la actualidad las estrategias usadas son las que están encaminadas a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos que son importantes en la producción, disminuyendo los costos de mantenimiento.

La empresa GMI S.A.S como muchas otras en Colombia no cuenta con un departamento de mantenimiento adecuado para el cuidado de sus equipos. Es más común en nuestro país el uso de mantenimiento correctivo y mantenimiento programado, los cuales resultan más baratos a corto plazo, pero no a largo plazo. Con la necesidad de aumentar la productividad de las empresas se hace necesario recurrir a desarrollar una estrategia de mantenimiento.

1. CAPITULO

1.1. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el marco del mejoramiento continuo es de vital importancia para las empresas adoptar estrategias de mantenimiento, entre ellas el mantenimiento correctivo y preventivo con el fin mitigar los problemas que impiden un buen desempeño del área productiva dentro de la empresa.

GMI S.A.S, es una empresa dedicada a la producción de oxígeno medicinal e industrial. En este momento, su línea de producción presenta diversas dificultades, en su mayoría a causa de la falta de mantenimiento de la maquinaria, generando problemas que ocasionan paradas de línea de producción, fugas de oxígeno y falta de calibración de la maquinaria que aumentan costos y disminuyen la producción.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Aumentando la disponibilidad de los equipos es posible mejorar la productividad?

1.3. JUSTIFICACION

El mejoramiento continuo en el mantenimiento dentro de una organización es fundamental puesto que ayuda a conservar los equipos y tener una correcta funcionalidad de las instalaciones. En la empresa GMI S.A.S es conveniente desarrollar una estrategia de mantenimiento correctivo y preventivo, debido a que ésta no posee un sistema que le permita prevenir fallas que normalmente pueden ocurrir en la línea de producción. Esta estrategia puede contribuir significativamente en la optimización de la eficiencia y eficacia de los equipos e incrementar la confiabilidad y la disponibilidad de la maquinaria, al igual en el desarrollo de la economía de la empresa, ayudando de manera positiva debido a que en la actualidad dichas variables no se han estudiado.

Con la adaptación de la estrategia de mantenimiento GMI pretenderá cambiar la manera de cómo se realiza el mantenimiento dentro de la empresa, abandonando el manteniendo empírico que se desarrolla en la empresa actualmente, pasando así a realizar un mantenimiento correctivo y preventivo bien fundamentado el cual ayudará a aumentar la eficiencia de las máquinas, lo que a su vez tendrá una repercusión directa en la productividad de la línea de producción, y en la rentabilidad del negocio.

Reducir los retrasos en la producción, paradas de los equipos, llevar un control del ciclo de vida y el adecuado funcionamiento de los mismos, es de vital importancia en el desarrollo de la estrategia debido a que al no llevar dichos controles implica falta de información para tomar decisiones. Centrándose en la necesidad de mejorar los resultados de operación en el área de producción, y a su vez, incrementando la productividad y contribuyendo en la competitividad de la empresa, se pretende realizar una investigación para mejorar la disponibilidad de los equipos, con el fin de aumentar la productividad en le empresa GMI S.A.S.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general.

Desarrollar una estrategia de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos, con el fin de aumentar la productividad.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Realizar un diagnóstico para determinar las condiciones iniciales del proceso productivo, soportado en indicadores claves de desempeño (KPI's).
- Definir un método para el mantenimiento correctivo en la línea de producción.
- Determinar un plan y un programa de mantenimiento preventivo.

2. CAPITULO MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO CONTEXTUAL

- **Reseña Histórica:** En la ciudad de Pasto, Departamento de Nariño, Republica de Colombia a los quince (15) días del mes de marzo de 2012, mediante documento privado se conforma la sociedad a la cual pertenece a tres (3) socios, y se inscribe en la Cámara de Comercio de Pasto el 21 de Marzo de 2012 con el objeto de instalar en esta ciudad una Planta Generadora de Oxígeno por el sistema PSA, con una pureza del 93% para uso medicinal e industrial, en el documento privado se designa un Gerente que a la vez será el representante legal de la sociedad, cargo que es aceptado por el Ingeniero Andrés Fernando Zambrano Lucero, el cual laboró hasta el 01 de Noviembre de 2014, tomando el cargo como representante legal el Señor Florentino Rincón quien estuvo a cargo de la Gerencia hasta el 01 de Julio de 2015. Finalmente, el Ingeniero Alexander Pachichana asume la Dirección Gerencial, labor que se encuentra desempeñando hasta la fecha actual.

GMI se dedica a la producción y comercialización de Oxígeno Medicinal e Industrial, debido a sus excelentes equipos y la capacidad de producción. GMI SAS está en capacidad de suministrar oxígeno medicinal e industrial a todo el departamento de Nariño, Putumayo, Cauca y demás que lo requieran.

Para el funcionamiento de La planta generadora de oxígeno se necesita energía eléctrica y su materia prima se encuentra en el ambiente, el cual se absorbe y se purifica para tener nuestro producto final Oxígeno al 93%+/- 3% de pureza.

Misión: *Somos una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de Oxígeno Medicinal e Industrial y a la venta de equipos de oxigenoterapia, que trabaja de manera permanente por la satisfacción del usuario; brindando productos con una alta Calidad y Seguridad, con personal calificado para una asistencia pronta, integral y eficiente, garantizando a nuestros clientes un excelente servicio con procesos proyectados siempre al mejoramiento continuo de la Calidad.*

Visión: *GMI se proyecta para el año 2018 como una empresa líder a nivel del sur occidente colombiano en la producción y comercialización de oxígeno y equipos de oxigenoterapia, con el desarrollo integral de sus colaboradores y el crecimiento de la organización logrando el mejoramiento continuo del sistema de Garantía de la calidad.*

- **Ubicación Geográfica:** La planta generadora de la empresa, gases medicinales e industriales GMI S.A.S se encuentra ubicada en el departamento de Nariño en el municipio de pasto, al sur de la ciudad en la Cra 10 #7-15 Botanilla Catambuco y una oficina con una oficina en la calle 20 #32^a-57 Av. Los estudiantes. (Anexo A)
- **Estructura Organizacional:** Cuenta con un Gerente, Director Técnico, Jefe de Aseguramiento y Control de Calidad, Jefe de Producción y Mantenimiento; jefe Administrativo, operario de producción y mantenimiento, operario de distribución, auxiliar de servicios generales, se presenta en el Organigrama General de la empresa. (Anexo B)
- **Actividades de la Empresa:** GMI SAS en el compromiso social genera empleos internos necesarios para la producción y externos en la parte de ventas y distribución contribuyendo así al desarrollo de nuestra Región Nariñense.
- **Política de calidad:** *La Política de Calidad de GMI, se fundamenta en la satisfacción de nuestros usuarios, ofreciendo productos y servicios de alta Calidad y seguridad, con personal altamente capacitado y comprometido con su trabajo con el fin de garantizar el crecimiento de la empresa y en la comunidad garantizar el bienestar de las personas con los productos y servicios ofrecidos.*

2.2. MARCO TEORICO

- **Que es mantenimiento:** Se entiende como mantenimiento a la función empresarial a la que encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que

permita garantizar el funcionamiento a costo mínimo. Conforme con la anterior definición se deduce distintas actividades:

- Prevenir y/o corregir averías
 - Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones
 - Aspectos económicos (costes).¹²
-
- **La importancia del mantenimiento para la industria:** Conforme el mantenimiento adquiere mayor importancia en la industria, se hacen más evidentes sus beneficios, que pueden resumirse en:
 - Reducción de costos: ahorro de primas de seguro, coaseguro y deducibles; compras oportunas de refacciones y materiales; asignación adecuada de recursos para mantenimiento; menor inversión en equipos de reserva (dobles o triples); detección del punto de origen de los gastos (causas); incremento del control de partes y reducción del inventario (pérdidas); reducción del costo unitario de las tareas de mantenimiento.
 - Reducción de fallas en los equipos: menos tiempos muertos de producción; reducción de escala y número de reparaciones; incremento en la vida útil de los equipos; reducción de la probabilidad de exposición a una falla mayor; garantía de utilización adecuada de las partes; mejoría de la información disponible de especificaciones para cada equipo.
 - Mejor personal en el mantenimiento: reducción de tiempos extras; cargas de trabajo más uniformes y predeterminadas; más tiempo disponible para capacitación y especialización.
 - Mejor calidad en la producción: incremento de la calidad y la consistencia; mayor continuidad y confiabilidad; planeación y programación más fáciles y mejores; mejoría de la identificación de áreas de oportunidad para su perfeccionamiento.

¹² KELLY, A. y HARRIS, M.J. - Gestión del mantenimiento industrial – Madrid, España - Fundaciones REPSOL. León: Jimmy Pérez, 1998 p.2. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/129870492/Mantenimiento-Industrial-Unidad-I-pdf>

- Mayor seguridad en los equipos: incremento en la seguridad del personal y los equipos; reducción de fallas mayores.¹³
- **Historia del mantenimiento:** Durante los pasados 20 años, el mantenimiento cambió, quizás mucho más que cualquier otra disciplina de gerenciamiento. El cambio se debe a un enorme incremento en el número y variedad de bienes físicos (plantas, equipos, edificios) que deben ser mantenidos alrededor del mundo, diseños mucho más complejos, nuevas técnicas de mantenimiento, y cambiante ideología con respecto a la organización y responsabilidades del mantenimiento. El mantenimiento también responde a expectativas variables. Estas incluyen el hecho de advertir cada vez más el alto grado en el que las fallas en equipos afectan la seguridad y el medioambiente, una conciencia creciente de la conexión entre mantenimiento y calidad del producto, y una presión cada vez de alcanzar un alto rendimiento de las plantas y controlar los costos.¹⁴
- **Mantenimiento clase mundial:** La clase mundial consiste en una serie de prácticas, criterios y resultados consistentes, inmersos en modelos bien dimensionados y desarrollados. Esta filosofía es el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento que reúnen los elementos de distintos enfoques y metodologías organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico que genere ahorros sustanciales a las empresas y la mejora de la productividad. Las mejores prácticas de negocios son aquellas que permiten generar una ventaja competitiva probada y la capacidad de absorber cambios de la mejor manera para incrementar las posibilidades de permanecer en el mercado. El MCM se sustenta por diez de las mejores prácticas que orientan la función hacia la excelencia.
- Organización centrada en equipos de trabajo: busca que el análisis de procesos y resolución de problemas se realice a través de equipos de trabajo multidisciplinarios y a organizaciones que evalúan y reconocen formalmente esta manera de trabajar.

¹³ CONOCER. Limusa S; A: análisis Ocupación del Mantenimiento Industrial. México: Andrés Torres, 2016.p.31 Disponible en http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/5682/TEGP_TorresEspinosaAndresFelipe_2016.pdf?sequence=1

¹⁴ MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Carolina del Norte: Aladon LLS, 2004.p.2

- Contratistas orientados en la productividad: considera al contratista como un socio estratégico, donde se establecen pagos vinculados con el aumento de los niveles de producción, mejoras en la productividad y la implementación de programas de optimización de costos. Todos los trabajos contratados deben ser formalmente planificados, con alcances bien definidos y presupuestados que conlleven a no incentivar el incremento en las horas hombre utilizado.
- Integración con proveedores de materiales y servicios: parte del principio que los inventarios de materiales sean gerenciados por los proveedores, asegurando las cantidades requeridas en el momento apropiado y a un costo total óptimo, aplicando la metodología justo a tiempo como herramienta clave. Por otro lado, debe existir una base consolidada de proveedores confiables e integrados con los procesos para los cuales se requieren tales materiales de acuerdo con la cadena de valor.
- Apoyo y visión de la gerencia: debe existir un involucramiento activo y visible de la alta gerencia en los equipos de trabajo para la mejora continua, capacitación, programa de incentivos y reconocimiento, evaluación del trabajador, procesos definidos de selección, empleo y programas de desarrollo de carrera.
- Planificación y programación proactiva: la planificación y programación son bases fundamentales en el proceso de gestión del mantenimiento orientada a la confiabilidad operacional, la minimización del riesgo al menor costo. El objetivo es maximizar la disponibilidad y efectividad de la capacidad instalada, incrementando el tiempo de permanencia en operación de los equipos e instalaciones, el ciclo de vida útil y los niveles de calidad que permitan operar al más bajo costo por unidad producida. El proceso de gestión de mantenimiento y confiabilidad debe ser metódico y sistemático, de ciclo cerrado con retroalimentación. Se debe planificar las actividades a corto, mediano y largo plazo tratando de maximizar la productividad y confiabilidad de las instalaciones con el involucramiento de todos los actores de las diferentes organizaciones bajo procesos y procedimientos de gerencia documentados.

- Procesos orientados al mejoramiento continuo: Consiste en buscar de manera continua y constante la manera de mejorar las actividades y procesos, mediante aplicaciones de metodologías como just in time, seis sigma, kaizen, sistemas de calidad, entre otros; siendo estas mejoras promovidas, seguidas y reconocidas públicamente por las gerencias.
- Gestión disciplinada de aprovisionamiento de materiales: llevar a cabo un proceso de aprovisionamiento de materiales homologado y unificado en toda la organización, que garantice el servicio de los mejores proveedores, balanceando costos y calidad, en función de convenios y tiempos de entrega oportunos y utilizando modernas tecnologías de suministro.
- Integración de sistemas: se refiere al uso de sistemas estándares en la organización, alineados con los procesos a los que apoyan y que faciliten la captura y el registro de datos para el análisis.
- Gerencia disciplinada de paradas de planta: se debe realizar capacitación intensiva en paradas, tanto al personal de seguridad, como a los contratistas y proveedores, y la planificación de las paradas de planta deben realizarse con 12 a 18 meses de anticipación; utilizando procedimientos y prácticas de trabajo documentadas.
- Producción basada en la confiabilidad: grupos formales de mantenimiento predictivo (ingeniería de mantenimiento), deben aplicar sistemáticamente las más avanzadas tecnologías y metodologías existentes del mantenimiento. Este grupo debe tener la habilidad de predecir el comportamiento de los equipos con meses de anticipación y coordinar la realización de procesos formales de análisis de causa raíz y otras herramientas de confiabilidad.¹⁵
- **Indicadores del mantenimiento mundial:** Para la función de mantenimiento, existe una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y la vida útil de

¹⁵ PADILLA, Estuardo. Los Sistemas de Mantenimiento. México D.F: Cesar García, 2015.p.24
 Disponible en <http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>

plantas y equipos industriales siempre a través de un control efectivo de los costos. El hecho de programar y planificar los trabajos de mantenimiento a grandes volúmenes de equipos e instalaciones ha visto en la automatización una oportunidad de constantes mejoras, y la posibilidad de plasmar procedimientos cada día más complejos e interdependientes. Esto, aunado a la mejor práctica de un mantenimiento de clase mundial que establece sistemas integrados, ha llevado a las grandes corporaciones a tomar la decisión de adoptar sistemas de mantenimiento de planificación empresarial (CMMS).

El modelo de mantenimiento a través de CMMS permite la clasificación y caracterización de la información, para que ésta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones que son tan importantes en las áreas de costos y confiabilidad.

La gerencia de mantenimiento está sustituyendo los viejos valores por paradigmas de excelencia de mayor nivel. La práctica de Ingeniería de Confiabilidad; así como la reducción de los costos de mantenimiento constituyen los objetivos primordiales de la empresa enfocados a asegurar la calidad de gestión del área de mantenimiento. Los indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad, permiten evaluar el comportamiento organizacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las actividades de mantenimiento (*MANTENIMIENTO MUNDIAL, 2014*). Estos indicadores son:

- Tiempo promedio para fallar (TPPF) / Mean time to fail (MTTF).
- Tiempo promedio para reparar (TPPR) / Mean time to repair (MTTR).
- Tiempo promedio entre fallas (TMEF) / Mean time between failures (MTBF).
- Disponibilidad.
- Utilización.
- Confiabilidad.¹⁶

¹⁶ AMENDOLA, Luis. Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestión del Mantenimiento. Valencia: www.klaron.net, 2014.p.1 Disponible en http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/indicadores%20confiabilidad%20amendola.pdf

- **Funciones del mantenimiento** En términos muy generales, puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento pueden resumir el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

La concentración de esta definición tan amplia dependerá de los diversos factores entre los que se pueden mencionar el tipo de industria, así como su tamaño, política de la empresa, políticas de producción, e incluso su emplazamiento.¹⁷

- **Gestión de activos:** En toda empresa existen activos los cuales contribuyen al proceso productivo, es por esto, que en el último periodo las empresas han comenzado a implementar la “Gestión de Activos”, la cual se define como el juego de disciplinas, procedimientos y herramientas esenciales para optimizar el impacto total de los costos, exposición al riesgo y desempeño humano en la vida del negocio, asociado con la confiabilidad, disponibilidad, usos, mantenibilidad, vida útil, eficiencia y regulaciones de cumplimiento de la seguridad y el medio Ambiente, de los activos totales de la compañía.¹⁸

Mientras que según el estándar PAS 55 se define la gestión de activos como “aquellas actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización gerencia de manera óptima sus activos físicos y el comportamiento de los activos, riesgo y gastos durante su ciclo de vida útil con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional.”¹⁹

Es importante destacar e investigar el ciclo de vida de estos activos que, según lo menciona²⁰, abarca desde la concepción de un activo hasta la

¹⁷ GÓMEZ, Félix C. Tecnología del Mantenimiento Industrial. Murcia: C/ Santo Cristo, 1 Murcia, 1998. p.24

¹⁸ AMENDOLA, Luis. Modelos Mixtos en la Gestión del Mantenimiento. Puerto Montt: Camila Paredes, 2012.p.10 Disponible en, <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bpmfcip227p/doc/bpmfcip227p.pdf>

¹⁹SOJO, Luis. Desarrollo Sostenible del Activo con PAS 55 Asset Management. Virginia: www.twpl.com, 2004-2010.p.5 Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Desarrollo-Sojo.pdf>

²⁰DURÁN, José B. Gestión de Mantenimiento Bajo Estándares Internacionales como PAS55 Asset Management. : www.twpl.com,2010 .p.2 Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Desarrollo-Sojo.pdf>

desincorporación y/o renovación, pasando por el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y mejoramiento.

- **Tipos de mantenimiento**

- **Mantenimiento correctivo:** En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura”, solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera se la avería o fallo.
- **Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo se realiza con la finalidad de reducir o evitar la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados.
- **Mantenimiento predictivo:** El mantenimiento predictivo surge como respuesta a la necesidad de reducir los costos de los métodos tradicionales (correctivo, preventivo). Este mantenimiento se da mediante seguimiento del adecuado funcionamiento de los componentes de las máquinas.²¹

2.3. MARCO ANTECEDENTES

Realizo diagnóstico inicial del funcionamiento de las maquinas del área de papel higiénico, hacer evaluación de causalidades presentadas por fallas en la maquinaria del área de papel higiénico y por último realizar un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas del área de papel higiénico. La problemática detectada fue la falta de: stock de repuestos, herramientas, instrumentos, personal capacitado, formatos de supervisión y control. El proyecto finalizo con el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el rendimiento de las máquinas, reduciendo la serie de fallas presentadas en las

²¹GONZÁLES, Francisco. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. España: 2005. p.123.

maquinarias, alargando la vida útil y aumentando el rendimiento de las máquinas.²²

Realizan un “diseño de un programa de mantenimiento preventivo para los compresores donde establecen que es una necesidad de impulsar el mantenimiento preventivo en el campo operacional de los distintos tipos de maquinarias. También proponen pautas por medio de las cuales se puede llevar la conservación correcta de los equipos e instalaciones, estas pautas se basan en la rutina de lubricación y de inspección de cada equipo, como también un listado de las partes más críticas de dichos equipos. Con la aplicación de la información anterior la maquinaria funcionara más tiempo sin presentar averías o deterioros²³.”

Bajo la técnica cuantitativa clasifico la información obtenida de manera organizada y en orden correlativo. luego por medio de la observación y la entrevista informal determinaron que la máquina extrusora presentaba paradas constantes, es por ello que se recomendó poner en práctica el programa de mantenimiento preventivo a fin de que les permitiera planificar actividades relacionados con el sostenimiento de la máquina extrusora.²⁴

Desarrollan un “manual de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de la planta de vapor t-6 de la empresa MARAVEN S.A.” Por la experiencia que tienen en el campo del mantenimiento afirman que para toda empresa es importante establecer mecanismos que los mantengan en condiciones óptimas de trabajo evitando así paradas o averías del mismo o en instalaciones de la empresa, evitando así sobrecostos.²⁵

Propuso un plan de mantenimiento preventivo con el cual se permitiera alargar la vida útil de la máquina y aumentar el rendimiento de la producción en la empresa, que se llevó a cabo por medio de un: diagnóstico inicial del funcionamiento de las máquinas de soplado, determinación de fallas eléctricas o mecánicas de la máquina y por último propuesta del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas sopladoras. Los problemas encontrados fueron falta de personal

²² Díaz 2008, propuesta de un plan de mantenimiento preventivo que permita alargar la vida útil del equipo y aumentar el rendimiento de proceso de producción, de la empresa manpa división higiénico c.a,”

²³ Chirinos Lesbia María y Palencia Javier. “Diseño De Un Programa De Mantenimiento Preventivo para los Compresores Copeland Semi-Sellados Herméticamente de la empresa maraven s.a.”1997 p.17.

²⁴ Martínez 2009, propuesta de un programa de mantenimiento preventivo que Permita minimizar los tiempos de parada de la máquina extrusora en el área de Producción, de la empresa timaca.

²⁵ Briceño Yajaira, colina Maribel y Espinoza Ana. “manual de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de la planta de vapor t-6 de la empresa maraven s.a.” 1995, p. 23.

capacitado para el realizar el mantenimiento, falta de herramientas y falta de documentación de las máquinas. El alcance del proyecto fue mejorar las condiciones y evitar fallas importantes en la maquinaria de soplado.²⁶

Realizó un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas herramienta, fue necesario; determinar los puntos críticos y sujetos a mantenimiento presentes en las máquinas herramientas, calcular los costos tanto de repuestos como del personal humano para la puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo. El análisis concluyó que las máquinas de la empresa (torno y fresadora) son las más críticas de mantenimiento. Finalmente, como recomendación se sugiere implementar el uso del plan de mantenimiento preventivo, como apoyo al cumplimiento de las políticas establecidas en el manual, todo esto con el fin de aumentar la productividad de la empresa.²⁷

Efectuó una investigación cuyo objetivo es proponer un sistema de mantenimiento preventivo de los equipos de laboratorios de inyección de vapor de pdvsa intevp. el investigador para el logro de los objetivos se planteó lo siguiente: diagnosticó inicial del mantenimiento preventivo de los equipos del laboratorio, se identificaron los requisitos de la norma internacional iso/iec 17025-2005 que orienta el mantenimiento preventivo de los equipos de laboratorio de inyección de vapor, se establecieron los indicadores de gestión de mantenimiento preventivo en equipos de laboratorio de inyección de vapor, se propuso como solución un plan de capacitación sobre mantenimiento de los equipos de laboratorio a los operarios acerca de la norma iso 17025. El cual arrojó resultados económicos favorables para la empresa.²⁸

Trabajo de grado titulado Propone un plan de mantenimiento preventivo para la maquina Fabio perini. A grosso modo el proceso se llevó acabo organizando los registros de información de necesaria para la maquina Fabio perini, para crear información necesaria para realizar el mantenimiento preventivo y así mejorar la producción y otorgar la confiabilidad operativa.²⁹

Presenta la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina, bielomatick en la línea de producción del rayado de cuaderno de la empresa

²⁶ Aquino 2007, elaboración de plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de soplado, de la empresa europet c.a.

²⁷ Flores 2007, realizó un trabajo denominado: plan de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas, de la empresa suministros jec c.a.

²⁸ Rivero 2012, proponer un sistema de mantenimiento preventivo de los equipos de laboratorios de inyección de vapor de pdvsa intevp, ubicado en los Teques estado miranda.

²⁹ Truisi 2007, trabajo de grado titulado plan de mantenimiento preventivo para la máquina Fabio perini, de la empresa manpa división higiénicos c.a.

invepal, s.a, con el fin de reducir las horas de paradas no programadas, elevar la productividad de la línea de producción y minimizar los costos asociados al mantenimiento. Para la fase diagnóstico fue realizado por medio de observación directa, cámara fotográfica y encuestas, para el análisis de información se utilizaron las técnicas como diagrama de Pareto. La propuesta se presentó con base en la filosofía tpm enmarcando un plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de realizar, las tareas del mantenimiento autónomo, las actividades de apoyo de mantenimiento c y plan de capacitación.³⁰

En su investigación resalta que es de vital importancia la inspección, planes de mantenimiento rutinario y controles de calidad. Como también los costos anuales de los mismos Resalta la importancia de llevar una buena inspección en el desarrollo de la fase de construcción para disminuir costos y trabajos de mantenimiento. Señala que al realizar un efectivo plan de mantenimiento se incrementara la vida útil de la maquinaria, aboliendo las paradas inesperadas y junto con ello evitar el mantenimiento correctivo.³¹

En su trabajo tiene como objetivo el desarrollo para un plan de mantenimiento a las instalaciones del C.R.C con el fin de mantener y prologar la vida útil del C.R.C siguiendo un plan de mantenimiento preventivo cuyas actividades son descritas por el autor, Confirma que un plan de mantenimiento preventivo eficaz que prolonga la vida útil de la maquinaria, pero si este no es el caso se debe realizar un plan de mantenimiento correctivo para mitigar el problema y salva guarda la máquina, asumiendo los efectos negativos que impiden el desarrollo normal de las actividades de la empresa.³²

³⁰ Venero 2013, propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina, bielomatick en la línea de producción del rayado de cuaderno de la empresa invepal, s.a ubicado en Maracay estado Aragua.

³¹ Alberto Manuel Sánchez Urrutia 1995, la importancia de la inspección y los planes de mantenimiento en las redes de tuberías de acero, Universidad nueva Esparta.

³² Alejandro a. younes a. 1995, Programa de mantenimiento a las instalaciones del centro de recreación y cultura de la universidad nueva Esparta. Universidad nueva Esparta.

3. CAPITULO RESULTADOS

3.1. DIAGNOSTICO SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA GMI S.A.S.

El siguiente capítulo describe el funcionamiento administrativo de la empresa GMI S.A.S. donde también se detalla el funcionamiento de la línea de producción.

Análisis general de la línea de producción de la empresa GMI S.A.S. En la empresa GMI S.A.S se encuentra conformada por ocho (8) empleados de los cuales cuatro (4) son administrativos y cuatro (4) son de producción y distribución. Las responsabilidades y operaciones son asumidas y coordinadas por el gerente, que se encarga de las estrategias empresariales, decisiones financieras y el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

La producción de oxígeno en la empresa GMI S.A.S. inicia con la absorción, procesado y secado del aire obtenido del ambiente, luego pasa a un reservorio de aire, el aire es transferido un generador que lo convierte en oxígeno, para ser almacenado en un reservorio, el oxígeno llega a seis 6 compresores que lo trasfiere al manifold de llenado de oxigeno medicinal o industrial.

Los procesos de producción de GMI S.A.S se realizan en una instalación; en el primer piso se encuentra el área de producción, zona de lavado, selección de pipas de oxígeno, área de recepción de pipas de oxigeno vacías, área de producto terminando de oxigeno industrial, taller de mantenimiento, área de almacenamiento de producto terminado y laboratorio de control de calidad pada oxigeno medicinal. En el segundo piso está el área administrativa y gerencial. (Anexo C)

Inventario de la maquinaria Una actividad importante para este diagnóstico, consiste en la realización de un inventario de los equipos de producción que hacen parte de la empresa GMI S.A.S. Las características utilizadas para este inventario son las siguientes: Descripción, modelo y cantidad.

Tabla No.1. inventario de máquinas en la empresa GMI.

Descripción	Modelo	Cantidad
Compresor de aire 1	GA37VSDFF	1
Compresor de aire 2	GA37FF	1
Reservorio de aire	OGSI	1
Generadores de oxígeno 1	OG750T56	1
Generadores de oxígeno 2	OG750T56	1
Reservorio de oxígeno	OGSI	1
Compresor de oxígeno 1	OX2-25	1
Compresor de oxígeno 2	OX2-25	1
Compresor de oxígeno 3	OX2-25	1
Compresor de oxígeno 4	OX2-25	1
Compresor de oxígeno 5	OX2-25	1
Compresor de oxígeno 6	OX2-25	1

Fuente: la presente investigación- Año 2018

Descripción de la línea de producción de la empresa GMI S.A.S por célula de manufactura La empresa GMI S.A.S en el área de producción, se encuentra la primera célula que está conformada por dos (2) compresores de aire (GMI-CMPR-01 y GMI.CMPR-02), que son los que absorben el aire del ambiente y lo procesan, aquí también se encuentra un (2) reservorio de aire (GMI-VSSL-01 y GMI-VSSL-02) que luego va ser llevado a la segunda célula.

La segunda célula está conformada por dos (2) generadores de oxígeno (GMI-CSEP-01 y GMI-CSEP-02), que son los que separan las moléculas de oxígeno y desechan el resto, luego el oxígeno es almacenado en dos (2) reservorios (GMI-VSSL-01 y GMI-VSSL-02) y después de ser almacenado el oxígeno pasa a la tercera célula.

La tercera célula está conformada por seis (6) compresores de oxígeno (GMI.BLWR-01, GMI.BLWR-02, GMI.BLWR-03, GMI.BLWR-04, GMI.BLWR-05 y GMI.BLWR-06) que este oxígeno es llevado a los manifold de llenado de oxígeno medicinal o industrial.

Las tres (3) células del proceso de producción de oxígeno medicinal e industrial de la empresa GMI se encuentran organizadas de la siguiente manera:

Célula 1

Compresor de aire GMI-CMPR-01. El modelo GA 37 VSD es un compresor de tornillo de una etapa, con inyección de aceite y accionados por motor eléctrico. El compresor va alojado en una carrocería insonorizada refrigeradas por aire.

La tecnología VSD (accionamiento de velocidad variable) refleja el consumo de aire, ajustando automáticamente la velocidad del motor en función de la demanda de aire comprimido.

Compresor de aire GMI-CMPR-02. Los modelos GA 37+ es un compresor de tornillo de etapa única, con inyección de aceite y accionamiento por motor eléctrico. El compresor se encuentra y el compresor es refrigerado por aire.

Reservorios de aire GMI-VSSL-01 y GMI-VSSL-02. Los reservorios de aire OGSÍ son tanques de forma cilíndrica con una capacidad de 200 galones, su presión máxima es de 300 psi, que se encuentra asistidos por válvulas de alivio, cuya función es activarse cuando la presión llega a 150 psi. Esto se debe a que la presión de operación de las válvulas de alivios es de 120 psi.

Célula 2.

Generador de oxígeno (GMI-CSEP-01 y GMI-CSEP-01). El generador de oxígeno se encarga de tomar las moléculas de oxígeno y desechar el resto al ambiente, para el proceso separación de oxígeno el equipo cuenta con un material llamado tamiz molecular (zeolita). Este tamiz es un material inerte, similar a la cerámica, que está diseñado para adsorber nitrógeno más fácilmente que el oxígeno. Los generadores están divididos en dos cámaras que contiene este tamiz. Cada cámara cuenta con válvulas solenoides, la función realizada por las válvulas es llevar el control de las dos cámaras, para cuando una cámara se esté vaciando otra se esté llenando. El generador contiene PLC's que son los encargados de activar los cambios de las válvulas solenoides.

Reservorio de oxígeno GMI-VSSL-01 y GMI-VSSL-02. Los reservorios de oxígeno (OGSI) son tanques de forma cilíndrica con capacidad de 200 galones, la presión máxima es de 300 psi, que se encuentra asistidos por válvulas de alivio, cuya función es activarse cuando la presión llega a 150 psi. Esto se debe a que la presión de operación de las válvulas de alivios es de 120 psi.

Célula 3

Compresores de oxígeno GMI.BLWR-01, GMI.BLWR-02, GMI.BLWR-03, GMI.BLWR-04, GMI.BLWR-05 y GMI.BLWR-06. Los compresores OXI 2-25 están compuestos de dos cilindros en V, es libre de aceite (auto-lubricado), por lo que se garantiza su uso en sistemas o redes de circulación de oxígeno, consta de dos etapas en serie para alcanzar la presión de llenado de tanques de reserva de oxígeno (2200 PSI). Por la naturaleza del compresor, su operación e interacción con sus partes dinámicas, existe implícito el riesgo en el manejo de alta temperatura, alta presión y corriente eléctrica.

OPERACIONES

Célula 1

COMPRESOR DE AIRE GMI-CMPR-01.

Capacidad de diseño

$$\text{Capacidad de diseño} = 435 \frac{m^3}{h} * 24h = 10440 m^3$$

El compresor GMI-CMPR-01, cuentan con una capacidad de diseño de absorción de aire de 10440 m³ en las 24 horas de trabajo, la presión que tiene este compresor es de 185 psi, donde el equipo normalmente para el óptimo funcionamiento trabaja con una presión de 90 psi.

Capacidad efectiva

La empresa GMI S.A.S no opera a la máxima capacidad, debido a que se presentan restricciones, entre las cuales se están los tiempos perdidos por diferentes causas: como el mantenimiento de los generadores de oxígeno, los errores en el personal o factores que no puede controlar, "como lo es la ubicación geográfica de la planta con respecto a la altura sobre el nivel del mar, motivo por

el que se tomó el 28% como porcentaje de error por recomendación del fabricante”.³³

$$10440 \text{ m}^3 * 0.72 = 7516.8 \text{ m}^3/$$

Con el resultado de la capacidad efectiva, se espera alcanzar una producción en condiciones reales de funcionamiento de 7516,8 m³ que se producen en 24 horas.

Capacidad real utilizada

$$7516.8 \text{ m}^3 * 0.97 = 7291.29\text{m}^3$$

Los compresores de aire en la empresa GMI S.A.S, tiene una capacidad real utilizada de producción de 7291.29 m³ en 24 horas que supe con la necesidad de los requerida por los generadores de oxígeno, demostrando así que los compresores de oxígeno están trabajando en óptimas condiciones y que la pérdida obtenida del 3% respecto a la capacidad de diseño no es muy significativa.

Utilización

$$= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad de diseño}} * 100$$

$$= \frac{7291.29\text{m}^3}{10440 \text{ m}^3} * 100 = 69\%$$

El aprovechamiento del compresor de aire respecto a la capacidad de diseño es del 69%, un resultado alto, por causas que no se pueden manejar como lo es la altura sobre el nivel del mar.

³³ ATLAS COPCO, Oil-injected rotary screw compressors, 2009, p.67.

Eficiencia

$$= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad efectiva}} * 100$$
$$= \frac{7291.29m3}{7516.8 m3} * 100 = 96.9\%$$

El compresor de aire presenta una eficiencia del 96.9% y una pérdida del 3.1%, demostrando así que el compresor de oxígeno está trabajando en óptimas condiciones.

COMPRESOR DE AIRE GMI-CMPR-02.

Capacidad de diseño compresor 2 de 125 psi

$$\textit{Capacidad de diseño} = 435 \frac{m3}{h} * 24h = 10440 m3$$

El compresor (2) de aire cuentan con una capacidad de diseño de absorción de aire de 10440 m³ en las 24 horas de trabajo, la presión que tiene este compresor es de 125 psi, donde el equipo normalmente para el óptimo funcionamiento trabaja con una presión de 90 psi.

Capacidad efectiva

La empresa GMI S.A.S no opera a la máxima capacidad, se presentan impedimentos, entre los cuales se están los tiempos perdidos por diferentes causas: como el mantenimiento de los generadores de oxígeno, los errores en el personal o factores que no puede controlar, como lo es la ubicación geográfica de la planta respecto al nivel del mar, esto afecta directamente al rendimiento del equipo causando una pérdida, motivo por el que se tomó el 28% como porcentaje de error. Con el resultado de la capacidad efectiva que es de 7516.8 m³ en 24h se espera alcanzar una producción en condiciones reales de funcionamiento.

$$10440 \frac{m^3}{24h} * 0.72 = 7516.8 m^3/24h$$

Capacidad real utilizada

Los compresores de aire en la empresa GMI S.A.S, tiene una capacidad real utilizada de producción en 24 horas de 7291.29 m³ que suple con la necesidad de los requerida por los generadores de oxígeno, demostrando así que los compresores de oxígeno están trabajando en óptimas condiciones.

$$7516.8 m^3 * 0.97 = 7291.29m^3$$

Utilización

$$= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad de diseño}} * 100$$

$$= \frac{7291.29m^3}{10440 m^3} * 100 = 69\%$$

El aprovechamiento del compresor de aire respecto a la capacidad de diseño es del 69%, arroja un resultado no muy bueno, debido a causas que no se pueden manejar, como lo es la altura sobre el nivel del mar.

Eficiencia

$$= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad efectiva}} * 100$$

$$= \frac{7291.29m^3}{7516.8 m^3} * 100 = 96.9\%$$

El compresor de aire presenta una eficiencia del 96.9% y una pérdida del 3.1%, demostrando así que el compresor de oxígeno está trabajando en óptimas condiciones.

KPI'S

% Disponibilidad de GMI-CMPR-01 y GMI-CMPR-02.

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \\ &= \frac{2880h - 216h}{2880h} * 100 = 92.5\% \end{aligned}$$

La probabilidad de que los compresores de aire 1 y 2 se encuentren operando cuando se requiere de su uso es del 92.5%.

MTTR GMI-CMPR-01 y GMI-CMPR-02. (Mean Time To Repair, tiempo medio de reparación)

$$\begin{aligned} &= \frac{\# \text{ De horas de paro por averías}}{\# \text{ De averías}} \\ &= \frac{216h}{3} = 72h \end{aligned}$$

El tiempo estimado de reparación de los compresores de aire es de 72 horas con una frecuencia de cada 3 meses. Este tiempo permite conocer las averías más frecuentes para que en el momento de efectuar un mantenimiento correctivo o preventivo.

MTBF GMI-CMPR-01 y GMI-CMPR-02. (Mean Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

$$= \frac{\# \text{ De horas de horas totales del periodo del tiempo analizado}}{\# \text{ De averias}}$$

$$= \frac{2880h}{3} = 960h$$

En los compresores de aire el tiempo medio entre fallas es de cuarenta (40) días, esto quiere decir que cada 40 días los compresores de aire presenten algún tipo de avería.

CÉLULA 2

GENERADORES DE OXIGENO GMI-CSEP-01 Y GMI-CSEP-02.

Capacidad de diseño

$$\text{Capacidad de diseño} = 145.46 \text{ unid}/24h$$

En la célula dos (2), que son las máquinas generadoras de oxígeno tiene una capacidad de diseño de 145 unidades, trabajando 24h diarias- 7 días a la semana.

Capacidad efectiva

Con el resultado de la capacidad efectiva se espera alcanzar una producción en condiciones reales de funcionamiento. Considerando que la empresa GMI S.A.S no operan a la máxima capacidad, se presentan impedimentos, entre los cuales se están tiempos perdidos: como el mantenimiento de los generadores de oxígeno o los errores en el personal, motivo por el que se tomó el 4% como porcentaje de error. Teniendo en cuenta que la capacidad efectiva de los generadores es de 140 unid/24h y en comparación a la capacidad de diseño que es de 145.46 unid/24h se presenta una pérdida de 4.42% por las condiciones anteriormente mencionadas.

$$145.46 \text{unid}/24h * 0.96 = 140 \text{unid}/24h$$

Capacidad real utilizada

$$140 \text{unid}/24h * 0.98 = 137 \text{unid}/24h$$

Actualmente los generadores de oxígeno en la empresa GMI S.A.S tienen una producción real de 137 unidades conseguida en 24 horas, demostrando que los generadores están trabajando en óptimas condiciones y que pérdida del 7% respecto a la capacidad de diseño no es muy significativa.

Utilización

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad de diseño}} * 100 \\ &= \frac{137 \text{unid}/24h}{145.6 \text{unid}/24h} * 100 = 94.10\% \end{aligned}$$

La utilización de los generadores de oxígeno es del 94.10%, un resultado bueno debido que no está lejos de la capacidad de diseño que tiene la máquina.

Eficiencia

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad efectiva}} * 100 \\ &= \frac{137 \text{unid}/24h}{140 \text{unid}/24h} * 100 = 97.8\% \end{aligned}$$

Los generadores de oxígeno presentan una eficiencia alta del 97.8%, demostrando que se está aprovechando al máximo esta máquina.

KPI'S

% disponibilidad

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \\ &= \frac{2880h - 144h}{2880h} * 100 = 95\% \end{aligned}$$

La probabilidad de que los generadores de aire 1 y 2 se encuentren operando cuando se requiere de su uso es del 95%.

MTTR (Mean Time To Repair, tiempo medio de reparación)

$$\begin{aligned} &= \frac{\# \text{ De horas de paro por averías}}{\# \text{ De averías}} \\ &= \frac{144h}{2} = 72h \end{aligned}$$

El tiempo estimado de reparación de los compresores de oxígeno es de 72 horas con una frecuencia de cada 4 meses. Este tiempo permite conocer las averías más frecuentes para que en el momento de efectuar un mantenimiento correctivo o preventivo.

MTBF (Mean Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

$$\begin{aligned} &= \frac{\# \text{ De horas de horas totales del periodo del tiempo analizado}}{\# \text{ De averias}} \\ &= \frac{2880h}{2} = 1440h \end{aligned}$$

En los generadores de oxígeno el tiempo medio entre fallas es de tres (3) meses días, esto quiere decir que cada (3) meses los compresores de aire presenten algún tipo de avería.

Célula 3

COMPRESORES DE OXIGENO GMI.BLWR-01, GMI.BLWR-02, GMI.BLWR-03, GMI.BLWR-04, GMI.BLWR-05 y GMI.BLWR-06.

Capacidad de diseño

$$\text{Capacidad de diseño} = 25 \text{ unid}/24h$$

En la célula tres (3), que son seis (6) compresores de oxígeno, cuentan con una capacidad conjunta de diseño de 25 unidades trabajando 24h.

Capacidad efectiva

Con el resultado de la capacidad efectiva se espera alcanzar una producción en condiciones reales de funcionamiento. Teniendo en cuenta que la empresa GMI S.A.S no operan a la máxima capacidad, se tomó el 10% como porcentaje de error. porque se presentan impedimentos, como lo son los tiempos perdidos por el mantenimiento de los compresores de oxígeno o errores del personal encargado. Teniendo en cuenta que la capacidad efectiva de los compresores de oxígeno es de 23 unid/24h y en comparación a la capacidad de diseño que es de 25 unid/24h se presenta una pérdida de 8 % por la condición anteriormente mencionada.

$$25 \text{ unid}/24h * 0.90 = 23 \text{ unid}/24h$$

Capacidad real utilizada

$$16 \text{ unid}/24h * 0.96 = 15 \text{ unid}/24h$$

La capacidad de llenado del manifold es de 30 cilindros que equivale a un lote de producción, actualmente la producción real de los compresores de oxígeno en un turno de 24 horas es de 15 unidades, identificando que en los compresores de llenado presentan una pérdida del 34.79 % respecto a la capacidad efectiva. Con la estrategia de mantenimiento se pretende incrementar la capacidad real utilizada como también se recomienda implementar una nueva unidad de llenado, esta máquina brindara una mayor producción a un menor tiempo.

Utilización

$$= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad de diseño}} * 100$$

$$= \frac{15 \text{ unid}/24h}{25 \text{ unid}/24h} * 100 = 60\%$$

Los compresores de oxígeno actualmente tienen una utilización del 60%, concluyendo que el aprovechamiento del equipo es bajo. Para que la utilización se vea incrementada se sugiere una nueva unidad de llenado para poder balancear la línea producción.

Eficiencia

$$= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad efectiva}} * 100$$

$$= \frac{15 \text{ unid}/24h}{23 \text{ unid}/24h} * 100 = 65.21\%$$

Los compresores de oxígeno muestran una eficiencia muy baja del 11.11%, dando como resultado una pésima producción que no es la esperada a lo que el equipo puede dar.

KPI'S

% disponibilidad

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \\ &= \frac{720h - 384h}{720h} * 100 = 46.6\% \end{aligned}$$

La probabilidad de que los compresores de oxígeno se encuentren operando cuando se requiere de su uso es del 46.6%, demostrando que en esta célula el estado de los equipos se encuentra en pésimas condiciones y requieren de una actuación inmediata. La alternativa más viable para aumentar la disponibilidad es adoptar estrategias de mantenimiento, como lo revela el presente documento con el estudio de un método de mantenimiento correctivo, un plan y programa de mantenimiento preventivo para la línea de producción de la empresa GMI S.A.S.

MTTR (Mean Time To Repair, tiempo medio de reparación)

$$\begin{aligned} &= \frac{\# \text{ De horas de paro por averías}}{\# \text{ De averías}} \\ &= \frac{384h}{16} = 24h \end{aligned}$$

El tiempo estimado de reparación de los compresores de oxígeno es de 24 horas con una frecuencia de 4 veces semana y 16 al mes. Este tiempo permite conocer las averías más frecuentes para que en el momento de efectuar un mantenimiento correctivo o preventivo.

MTBF (Mean Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

$$= \frac{\# \text{ De horas de horas totales del periodo del tiempo analizado}}{\# \text{ De averias}}$$
$$= \frac{720h}{16} = 45h$$

En los compresores de oxígeno el tiempo entre fallas es de 45 horas, esto quiere decir que cada 45 horas las máquinas presenten algún tipo de avería. Este tiempo permite conocer las averías más frecuentes para que en el momento de efectuar un mantenimiento correctivo o preventivo.

3.2. METODO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

COSTOS POR PARADA: El análisis de costo es muy importante dentro del mantenimiento, debido a que, ayuda a conocer la cantidad de dinero invertida en el mantenimiento, reparación, repuesto, entre otros. Permite aplicar políticas o alternativas que busquen la reducción de estos costos. Es aquí donde juega un papel muy importante el método, plan y programa de mantenimiento, ya que éste busca minimizar al máximo los costos, especialmente aquellos generados por la ocurrencia de fallas en las máquinas.³⁴

Por este motivo en la empresa GMI hay grandes costos por paradas de mantenimiento, a continuación, se clasificará por células los costos de parada que se presentan para cada una de ellas representadas en dinero y horas para cada cambio de repuestos.

³⁴ SEDEMENTAL SENA, 2015. p. 35.

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1547/1/costo_en_el_deparatmento_de_mantenimiento_3.pdf

Tabla No. 2 Costo por parada de mantenimiento célula 1

CELULA 1			
Compresores de aire	Unidades	Precio un solo compresor	Total
Filtro de aire	2.200 h	\$ 170.000	\$ 340.000
Filtro de aceite	4.400 h	\$ 310.000	\$ 620.000
Aceite	4.400 h	\$ 1.200.000	\$ 2.400.000
Empaques	4.400 h	\$ 220.000	\$ 440.000
Filtro separador	4.400 h	\$ 800.000	\$ 1.600.000
Filtro DD	4.400 h	\$ 750.000	\$ 1.500.000
Filtro PD	4.400 h	\$ 750.000	\$ 1.500.000
Filtro QD	4.400 h	\$ 880.000	\$ 1.760.000
Rodamientos	13.000 h	\$ 190.000	\$ 380.000
Fusibles	Año y medio	\$ 130.000	\$ 260.000
Unidad condensado electrónico	8.700 h	\$ 920.000	\$ 1.840.000
Válvulas de alivio*2	26.000 h	\$ 300.000	\$ 600.000
Mano de obra	3 días	\$ 2.427.840	\$ 2.427.840
Producción cilindros	90	\$ 4.050.000	\$ 4.050.000
Nomina	3 días	\$ 948.000	\$ 2.844.000
TOTAL			\$ 22.561.840

Fuente: la presente investigación- Año 2018

Tabla No.3 Costo por parada de mantenimiento célula 2

CELULA 2			
Generadores de oxígeno	unidades	precio por un solo generador de oxígeno	total
elemento filtrante	4.400 h	\$ 650.000	\$ 1.300.000
kit electro válvulas *6	26.000 h	\$ 2.100.000	\$ 4.200.000
zeulita	120.000h	\$ 16.000.000	\$ 32.000.000
Válvulas de alivio*2	26.000 h	\$ 150.000	\$ 300.000
mano de obra	3 días	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000
producción cilindros	90	\$ 4.050.000	\$ 4.050.000
nomina	3 días	\$ 948.000	\$ 2.844.000
TOTAL			\$ 41.000.000

Fuente: la presente investigación- Año 201

Tabla No. 4 Costo por parada de mantenimiento célula 3

CELULA 3			
Compresores de oxígeno	unidades	precio por un solo compresor de oxígeno	total
anillos de alta * 8	4.400h	\$ 24.000	\$ 144.000
anillos de baja *7	4.400h	\$ 17.500	\$ 105.000
pistón de alta	4.400h	\$ 320.000	\$ 1.920.000
pistón de baja	4.400h	\$ 400.000	\$ 2.400.000
flapers de alta *2	4.400h	\$ 20.000	\$ 120.000
flapers de baja *2	4.400h	\$ 30.000	\$ 180.000
orins de alta *3	4.400h	\$ 3.000	\$ 18.000
orins de baja *3	4.400h	\$ 4.500	\$ 27.000
nomina	3 días	\$ 948.000	\$ 2.844.000
producción cilindros	90	\$ 4.050.000	\$ 4.050.000
TOTAL			\$ 11.808.000

Fuente: la presente investigación- Año 2018

CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.

Los equipos de producción GMI S.A.S necesitan una codificación, que permita controlar la información, por tal motivo se realiza la codificación tomando como referencia las normas ISA 5.1 - 5.5 y la norma técnica colombiana NTC 3458 para la identificación de los colores en las tuberías. Como resultado se diseñó una tabla y diagrama P&ID (Anexo D) con la codificación de los instrumentos y equipos que están en la línea producción.

Tabla No. 5 codificación de equipos en la empresa GMI

ELEMENTOS	CODIGO
Compresor de aire VSD	GMI-CMPR-01
Compresor de aire FF	GMI-CMPR-02
Reservorio de aire	GMI-VSSL-01
Reservorio de aire	GMI-VSSL-02
Válvulas	GMI-VLVE-01
Válvulas	GMI-VLVE-02
Válvulas	GMI-VLVE-03
Válvulas	GMI-VLVE-04
Válvulas	GMI-VLVE-05
Válvulas	GMI-VLVE-06
Válvulas	GMI-VLVE-07
Válvulas	GMI-VLVE-08
Válvulas	GMI-VLVE-09
Válvulas	GMI-VLVE-10
Válvulas	GMI-VLVE-11
Válvulas	GMI-VLVE-12
Válvulas de alivio	GMI-ACTR-01
Válvulas de alivio	GMI-ACTR-02
Válvulas de alivio	GMI-ACTR-03
Válvulas de alivio	GMI-ACTR-04
Generadores de oxígeno OG 100	GMI-CSEP-01
Generadores de oxígeno OG 100	GMI-CSEP-02
Reservorio de oxígeno	GMI-VSSL-03
Reservorio de oxígeno	GMI-VSSL-004
Compresor de oxígeno OXI 2-25	GMI-BLWR-01
Compresor de oxígeno OXI 2-25	GMI-BLWR-02
Compresor de oxígeno OXI 2-25	GMI-BLWR-03

Compresor de oxígeno OXI 2-25	GMI-BLWR-04
Compresor de oxígeno OXI 2-25	GMI-BLWR-05
Compresor de oxígeno OXI 2-25	GMI-BLWR-06

Fuente: la presente investigación- Año 2018

MÉTODO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LOS EQUIPOS.

En el funcionamiento de la línea de producción de la empresa GMI S.A.S se pueden presentar daños o averías imprevistas de diversa índole, que no permitan el correcto funcionamiento de las maquinas en la producción. Realizar una intervención por la persona de mantenimiento para buscar una solución a un suceso como el anterior se le denomina mantenimiento correctivo, porque la reparación es realizada cuando el equipo presenta la falla o avería.

Para esta este tipo de intervenciones existen dos enfoques de mantenimientos a tener en cuenta:

- “Mantenimiento correctivo paliativo o de campo: Intervienen cuando se ha identificado un problema importante o de bloqueo. Aquí, el objetivo es reparar temporalmente el fallo con el fin de restablecer el funcionamiento del equipo aun que no quede eliminada la fuente que ocasiona el daño”.³⁵
- Mantenimiento correctivo curativo: se aplica cuando una máquina o una instalación está averiada y no puede repararse. En este caso, hay que cambiar el material parcialmente o en su integridad eliminando la causa de la falla. El mantenimiento correctivo no es posible eliminar parcialmente de la empresa, por consiguiente, hay una buena alternativa que se puede sacar a este suceso, mediante la extracción de conclusiones de cada parada ocasionada en el equipo o la línea para intentar una reparación definitiva, que se puede realizar en el mismo momento o programando paradas y así evitando la avería por la misma causa.³⁶

Registro para las actividades correctivas: Cualquier acción o intervención correctiva realizadas a los equipos del área de producción debe ser registrada en el (FORMATO GMI-MC-01) de mantenimiento correctivo y archivada al respaldo de la hoja de vida del equipo.

³⁵ STANDARD INDUSTRIE. El mantenimiento correctivo. Francia, 2016, <https://www.standard-industrie.com/es/mantenimiento/el-mantenimiento-correctivo/>

³⁶ Ibíd <https://www.standard-industrie.com/es/mantenimiento/el-mantenimiento-correctivo/>

Registro de célula de producción, equipo, y/o actividad realizada y tipo de falla: En los compresores de oxígeno antes de hacer cualquier intervención se debe verificar que el cilindro en V no presente alteración en su estructura, de ser así se presenta una falla neumática que se deberá realizar antes de cualquier otra intervención.

Descripción de la intervención, repuestos utilizados y el tipo de trabajo realizado: El operario encargado de realizar intervención al equipo desde el inicio de la actividad de reparación debe contextualizar bien las posibles causantes de la falla, identificarlas y eliminarlas (si el tiempo y la situación lo permiten) a través de la intervención que se lleva a cabo.

En el caso de que la causa por la que la máquina no sea solucionada y requiera de un trabajo de mantenimiento riguroso, el operario debe dar solución y poner en marcha la máquina temporalmente, dejando en conocimiento por medio de una nota en el cuadro de descripción.

En algunos casos se presentarán paradas de mantenimiento curativas para dar solución uno o más daños que están pendientes, estas paradas deberán dar solución parcial a los daños presentes.

Registro del personal: El operario que realizó la intervención, debe registrar el turno, la fecha, el tiempo de intervención y firmar como responsable del proceso de mantenimiento.

Tabla No. 6 Registro de actividades correctivas (FORMATO GMI-MC-01).

MANTENIMIENTO CORRECTIVO GMI S.AS				
Fecha		Turno		
Célula de manufactura		1	2	3
CÓDIGO EQUIPO (S)				
GMI _____ - _____		GMI _____ - _____		
Tipo de Mantenimiento.	PALIATIVO		CURATIVO	
Actividad				
Repuesto (s)				
Descripción				
Costos		Causa		
Repuesto	Mano de obra			
Responsable				

Fuente: la presente investigación- Año 2018

INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Para optimizar tiempo al efectuar un mantenimiento correctivo a los equipos de la línea de producción se realizó un instructivo (Anexo E) identificando las 20 fallas que más frecuentan, las fallas se identificaron con la ayuda del jefe y operario de producción y mantenimiento, junto con esto se estructuró y diseñó un diagrama de flujo que especifica el proceso que se debe llevar a cabo a la hora de realizar un mantenimiento correctivo.

3.3. PLAN MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DE PRODUCCION

El plan de mantenimiento es el elemento en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos, con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, por medio de tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

El conocido plan de mantenimiento no es más que una serie de tareas que de manera planeada y programada que se deben realizar a un equipo o sistema productivo con una frecuencia determinada.

El plan de mantenimiento influye de manera notoria en la confiabilidad de un activo, ya que, si es certero, adecuado está constituido por la tarea absolutamente necesaria, es decir no más actividades de las requeridas y no menos de las necesarias.

Una regla de oro en mantenimiento es aquella que dice que cualquier actividad correctiva o preventiva, está justificada y es aplicable sólo si el equipo queda más confiable, es decir si mejora su desempeño a nivel de reducción de tiempo de parada, reducción de cantidad de fallas, reducción del riesgo, optimización del costo de operación y mejor comportamiento a nivel ambiental. Si no la tarea es totalmente desechable y hacerla puede incrementar las fallas o ser un franco desperdicio.³⁷

³⁷ Nowlan & Heap, Reliability Centered Maintenance, original report. 2017.p.2016. <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/definicion-de-las-frecuencias-para-un-plan-de-mantenimiento>

HOJA DE VIDA DE LAS MAQUINAS: La hoja de vida diseñada para los equipos de producción de la empresa GMI S.A.S tiene el propósito de mantener la información del equipo actualizada y ordenada. La hoja de vida de los equipos está compuesta por; identificación y especificaciones de los equipos, datos del proveedor y descripción el mantenimiento. (Anexo F)

OPERACION Y MANTENIMIENTO COMPRESOR GMI-CMPR-01 y GMI-CMPR-02.

ASPECTOS A TENER ENCUESTA:

Compruebe el nivel de aceite y añada más si es preciso. La aguja debe encontrarse en el campo superior de la zona verde o en la zona anaranjada. Si la aguja se encuentra en la zona LOW (BAJO), despresurice el sistema de aceite. Espere a que el compresor se despresurice. Afloje el tapón de llenado de aceite desatornillando sólo con una vuelta para que escape la presión que pueda haberse acumulado en el sistema. Extraiga el tapón de llenado y añada aceite hasta que el nivel alcance el cuello de llenado. Apriete el tapón.

Arranque. (Anexo G)

- Conecte el voltaje. Compruebe que se enciende el LED de voltaje conectado (6).
- Abra la válvula de salida de aire (AV).
- Pulse el botón de arranque (1) del panel de control. El compresor se pone en marcha y el LED de funcionamiento automático (8) se enciende.

Parada.

- Pulse el botón de parada (9). El LED de funcionamiento automático (8) se apaga. El compresor se detiene.
- Para detener el compresor al instante en caso de emergencia, pulse el botón de parada de emergencia (10). El LED de alarma (7) parpadea.
- No utilice el botón de parada de emergencia (10) para una parada normal.
- Cierre la válvula de salida de aire (AV).
- Pulse el botón de prueba sobre los dispositivos electrónicos de drenaje de agua hasta que el sistema de aire entre el receptor de aire y la válvula de salida esté completamente despresurizado.
- Desconecte el voltaje.

Mantenimiento de equipo.

Antes de llevar a cabo cualquier operación de mantenimiento, limpieza, reparación o ajuste, proceda de la siguiente manera:

- Pare el compresor.
- Cierre la válvula de salida de aire y pulse el botón de prueba sobre los dispositivos electrónicos de drenaje de agua hasta que el sistema de aire entre el receptor de aire y la válvula de salida esté completamente despresurizado.
- Pulse el botón de parada de emergencia (10).
- Desconecte el voltaje.
- Despresurice el compresor.
- El operador debe observar todas las Precauciones de seguridad pertinentes.

Se realiza la inspección tanto en parada como en funcionamiento del equipo de niveles básicos, conexiones eléctricas, existencias de fugas, estado de componentes.

GENERADOR DE OXIGENO GMI-CSEP-01 Y GMI-CSEP-02.

ASPECTOS A TENER ENCUESTA.

Antes de llevar a cabo cualquier operación de mantenimiento, limpieza, reparación o ajuste, proceda de la siguiente manera.

- Pare el generador.
- Cierre la válvula de entrada de aire.
- Pulse el botón de parada.
- Desconecte el voltaje.
- El operador debe observar todas las Precauciones de seguridad pertinentes.

Se realiza la inspección tanto en parada como en funcionamiento del equipo de niveles básicos, conexiones eléctricas, existencias de fugas, estado de

componentes y se registra en el formato. Si el equipo requiere de mantenimiento correctivo se sigue el procedimiento de mantenimiento de equipos.

Instrucciones de mantenimiento rutinario

Asegúrese de que el filtro de drenaje está funcionando correctamente y no esté bloqueado por algún elemento, si presenta bloqueos proceder con la intervención de arreglo o reparación, hacerlo pulsando el interruptor de drenaje de la válvula de filtro en el lado izquierdo del generador, cuando la primera unidad inicia el ciclo en la mañana, el drenaje del filtro debe abrir durante 5 segundos y luego por períodos de 5 segundos cada 15 minutos. Hacer esto todos los días.

COMPRESOR DE OXIGENO GMI.BLWR-01, GMI.BLWR-02, GMI.BLWR-03, GMI.BLWR-04, GMI.BLWR-05 y GMI.BLWR-06.

ASPECTOS A TENER ENCUESTA.

Antes de poner en marcha la máquina se debe considerar los siguientes aspectos

- Verificar la conexión del equipo a un breaker trifásico de 30 amp y a 220 voltios.
- La entrada de oxígeno al compresor debe estar regulada mínimo a 40 PSI en el primer manómetro.
- Verifique que la luz guía de conexión eléctrica esté encendida.
- Revise que el compresor cuente con cantidad suficiente de refrigerante.
- Las camisas de los pistones guía deben estar engrasadas.
- Verifique que no haya obstáculos en las partes móviles del compresor.
- Revise conexiones de entrada y salida de oxígeno.

Encendido de la máquina: Cuando el equipo esté en operación se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Accione el botón de arranque. Revise que no se encuentren fugas tanto en la tubería de oxígeno, como la de refrigeración y también revise los pistones de compresión.
- En el segundo manómetro verifique que la presión este entre 0 y 500 PSI.

- Tome los tiempos de llenado y verifique que un cilindro de 6 m³ se llene en un tiempo de 55 a 65 minutos.

Parada del compresor: Antes de finalizar la operación de la máquina, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Cerrar la entrada de oxígeno.
- Parar el equipo cuando se encuentre completamente descompresionado.
- Cortar el suministro eléctrico.

Instrucciones de mantenimiento rutinario

- **Limpieza General:** Limpie con un paño las partes expuestas del compresor a diario antes de encenderlo.

Engrasado De Camisas Guía: Aplique graso por las graseras ubicadas en la parte superior la camisa de cada pistón guía, hasta que sea visible por el orificio inferior de la misma.

- **Revisión General Exterior De Conductos Y Cañerías:** Este procedimiento consiste en verificar que no haya fugas en ninguno de los conductos tanto de refrigerante como de oxígeno.

CAMBIO DE ELEMENTOS POR MANTENIMIENTO

Cuando el equipo presente algún tipo de avería o requiera mantenimiento, debido a que una pieza cumplió las horas de trabajo, se deberá hacer el registro del elemento remplazado con la información requerida por el formato (GMI-MC-01). (Anexo H)

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS

Para la empresa GMI S.A.S se diseñó instructivos (Anexo I) para cada célula, que van a servir de guía para realizar un correcto manteniendo a todos los equipos, a

partir de las especificaciones establecidas por los fabricantes para mantener el óptimo estado de funcionamiento de los equipos y poder detectar a tiempo cualquier indicio de falla o daño en sus componentes.

MANTENIMIENTO AUTONOMO

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por el operario de producción en los equipos que operan, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas de los equipos y acciones que conduzcan a mantener el equipo en mejores condiciones de funcionamiento.

Limpieza de la máquina: Observar que la máquina se encuentre en condiciones óptimas de limpieza, sanitariamente cumpla con las normas BPM, de lo contrario, limpiar con trapos o estopa y no dejar residuos de grasa y aceite en el equipo ni el piso.

Red Eléctrica: Revisar que la máquina se encuentra con las clavijas, terminales, conexiones, contadores térmicos, borneras, cableados, etc., en buen estado, sin recalentamientos, ni vibraciones, ni ruidos extraños.

Lubricación: Revisar la máquina en partes definidas de lubricación como rodamientos, partes donde la máquina necesita lubricación. Lubricar todos los mecanismos mecánicos del equipo con grasa y/o aceite según sea el equipo.

Mangueras: Revisar que las mangueras de la máquina en las partes neumáticas, se encuentren en buen estado, revisar y/o corregir fugas, cambiar si es necesario.

Manómetros: Verificar que los manómetros están indicando las presiones requeridas para el progreso, verificar estado y/o cambiar si es necesario.

Nivel de aceite: Revisar que el nivel del aceite este dentro del rango permitido.

Bombillos: Revisar que los pilotos (bombillos) de señalización de arranque y apagados, estén en buen estado, sino es el caso cambiarlos.

Poleas y correas: Revisar que la canal de la polea sea de igual tipo que el perfil de la correa, así mismo que la polea conductora esté alineada con la polea conducida.

Revisar que las correas no presenten desgaste y que el perfil de la polea sea del mismo tipo de perfil del de la correa. Verificar que las correas no estén cristalizadas, de lo contrario cambiarlas.

Regulador de presión: Verificar que el regulador cumpla con la función de aumentar o disminuir la presión, que no tenga fugaz.

Tornillería en general: Revisar que los tornillos este en su totalidad y las cabezas en buenas condiciones. Procurar utilizar la herramienta adecuada para alargar su vida útil.

Válvula de seguridad: Verificar que las válvulas de seguridad se encuentren completamente limpias, accionándolas manualmente y verificando su correcta función.

Pintura: Revisar el estado de la pintura de las máquinas.
Revisar el estado de aplicación de la pintura de las tuberías en general.

Tabla No. 7. Tuberías empresa GMI.

Detalle	Color de Texto	Color tubería.
Tubo Aire	Negro	Azul.
Tubo Oxígeno.	Blanco	Amarillo.

Fuente: la presente investigación- Año 2018

De las actividades de que se mencionaron anteriormente, las de mayor importancia aparecen en el formato (GMI-MA-01) que deberán ser verificadas en los equipos por el operario antes de poner en marcha la línea de producción, las restantes el operario deberá realizarlas ocularmente en el transcurso de las horas de la mañana. (Anexo J)

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DE PRODUCCION

Después de haber analizado la situación actual del mantenimiento de GMI S.A.S, se concluye que es necesario diseñar un programa de mantenimiento preventivo, debido a que no se cuenta con un programa que contenga toda la información necesaria que sirva para analizar detalladamente cada uno de los equipos.

El mantenimiento de equipos, representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien se le presenta como relación costo - beneficio esta inversión convertida en mejoras en la prestación del servicio, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos

Cronograma de manteniendo: El programa de mantenimiento preventivo debe actualizarse cada vez que se presente cambios en la estructura de la línea de producción por el jefe de producción y mantenimiento, según la cantidad de equipos y su estado y debe ser aprobado por la Gerencia. (GMI-CM-01) (Anexo L)

ANALISIS DE COMPROBACION DE DISPONIBILIDAD Y UNIDADES DE CILINDROS POR MEDIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El estudio que se muestra a continuación se concentra en la célula 3 debido a que es la más afectada en relación a la célula 1 y 2 actualmente estas células tienen una disponibilidad de 92,5% Y 95% respectivamente.

Para comprobar la disponibilidad esperada se sumó todos los tiempos de paradas con el nuevo método y se encontró el tiempo de horas totales en un ciclo de un mes, con estos datos se puede encontrar el aumento en la disponibilidad de un 97,43% bajo las condiciones del plan mantenimiento propuesto, que permitirá aumentar la productividad de 15 unidades en 24h a 24 unidades en 24h, pero si presentan paradas no programadas este porcentaje se afectaría. El incremento de la disponibilidad en la célula 3 permitirá que los equipos de la línea tengan un balance de producción.

Tabla No. 8 Tiempo total por paradas de mantenimiento célula 3.

Periodo	Operación	Numero de paradas a 3 meses	Tiempo de mantenimiento (min)	tiempo de paradas (min)
4 dias.	Engrasado camisas guías.	21	90	1890
8 dias.	Revisión general exterior de conductos y cañerías	12	90	1080
Mensual.	Revisión de tención de bandas.	3	60	180
Trimestral.	Cambiar anillos de alta.	1	10	10
	Cambiar anillos de baja.	1	10	10
	Cambiar pistón de alta.	1	10	10
	Cambiar pistón de baja.	1	10	10
	Cambiar flapers de alta.	1	10	10
	Cambiar flapers de baja.	1	10	10
	Cambiar orings de alta.	1	10	10
	Cambiar orings de baja.	1	10	10
TOTAL MINUTOS DE PARADAS POR MANTENIMIENTO				3230

Fuente: la presente investigación- Año 2018

la tabla anterior muestra el tiempo requerido para desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo a la célula crítica (3).

% disponibilidad: Estimando el tiempo que requiere la célula 3 en mantenimiento preventivo se espera que la disponibilidad mensual se incremente a 97.43% si se adopta las estrategias de mantenimiento plasmadas en los instructivos y en el cronograma de mantenimiento.

$$= \frac{\text{Horas totales (Turnos en un mes)} - \text{Horas paradas por manto.prog. (en un mes)}}{\text{Horas totales (Turnos en un mes)}}$$

$$= \frac{720h - 18.4h}{720h} * 100 = 97.43\%$$

Con la nueva disponibilidad se puede saber las unidades de cilindros que pueden producir los compresores de oxígeno partiendo que la capacidad de diseño de los compresores de oxigeno es de 25 unidades en 24 horas que sería el 100%, por ende, el 97.43% son 24 unidades (Anexo K)

$$= \frac{97,43\% * 25 u}{100\%} = 24 \text{ unidades}$$

Capacidad real utilizada

$$24 \text{ unid}/24h * 0.96 = 23 \text{ unid}/24h$$

El cálculo anterior indica que la capacidad real utilizada incremento en 8 unidades demostrando que en condiciones normales de producción los compresores de oxígeno podrán llenar un total de 23 unidades.

Utilización

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad de diseño}} * 100 \\ &= \frac{23\text{unid}/24h}{25 \text{ unid}/24h} * 100 = 92\% \end{aligned}$$

Como la capacidad real utilizada incremento con la nueva propuesta de mantenimiento, la utilización también lo hizo con un incremento del 92% respecto a las condiciones iniciales.

Eficiencia

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{produccion real}}{\textit{capacidad efectiva}} * 100 \\ &= \frac{23 \text{ unid}/24h}{24 \text{ unid}/24h} * 100 = 96,83\% \end{aligned}$$

La eficiencia en condiciones iniciales era del 11.11%, mientras que con la nueva propuesta de mantenimiento se espera que incremente a un 96,83%, consiguiendo así una mejora en los equipos de llenado que no se evidencia solamente con la eficiencia, sino que también va respaldada por los indicadores anteriormente mencionados.

Costeo de paradas por mantenimiento

Tabla No.9 costeo de parada por mantenimiento célula 3

CELULA 3			
Compresores de oxigeno	unidades	precio por un solo compresor de oxigeno	total
anillos de alta * 8	4.400h	\$ 24.000	\$ 144.000
anillos de baja *7	4.400h	\$ 17.500	\$ 105.000
pistón de alta	4.400h	\$ 320.000	\$ 1.920.000
pistón de baja	4.400h	\$ 400.000	\$ 2.400.000
flapers de alta *2	4.400h	\$ 20.000	\$ 120.000
flapers de baja *2	4.400h	\$ 30.000	\$ 180.000
orins de alta *3	4.400h	\$ 3.000	\$ 18.000
orins de baja *3	4.400h	\$ 4.500	\$ 27.000
nomina	1 día	\$ 948.000	\$ 948.000
producción cilindros	25	\$ 4.050.000	\$ 1.125.000
TOTAL			\$ 6.987.000

Fuente: la presente investigación- Año 2018

Con la implantación de las nuevas estrategias de mantenimiento se espera que los costos por mantenimiento en la célula crítica (3) se reduzcan en \$ 4.821.000 como lo demuestra la tabla.

Se debe tener en cuenta que el tiempo de duración del mantenimiento preventivo en la línea es de 18 horas, pero se deberán tomar las 24 horas completas.

4. RECOMENDACIONES

- **ESTUDIO DE LA NUEVA MAQUINA**

Para la empresa GMI S.A.S le es útil incrementar una unidad de llenado como lo puede ser el compresor de oxígeno RIX 4V4BG que permitirá, tener un balance óptimo en la línea con respecto a los equipos ya existentes.

Continuación se evaluará un equipo para demostrar que para GMI es una alternativa necesaria tenerlo en su empresa.

$$\text{Capacidad de diseño} = 100 \text{unid}/24h$$

Capacidad efectiva

4% de restricciones típicas: este porcentaje se estimó de acuerdo a las condiciones del fabricante

$$100 \text{unid}/24h * 0.96 = 96 \text{unid}/24h$$

Capacidad real utilizada

$$96 \text{unid}/24h * 0.96 = 92 \text{unid}/24h$$

Eficiencia

$$= \frac{92 \text{unid}/24h}{96 \text{unid}/24h} * 100 = 95.8\%$$

Utilización

$$= \frac{92 \text{unid}/24h}{100 \text{unid}/24h} * 100 = 92\%$$

Tabla No.10 comparación compresores de oxígeno actuales y posible compresor de oxígeno.

ITEM	COMPRESORES ACTUALES	COMPRESOR RIX 4V4BG
CAPACIDAD DE DISEÑO	25 unid /24h	100 unid /24h
CAPACIDAD EFECTIVA	23 unid /24h	96 unid /24h
CAPACIDAD REAL UTILIZADA	23 unid /24h	92 unid /24h
EFICIENCIA	62,21%	95,8%
UTILIZACION	60 %	92%

Fuente: la presente investigación- Año 2018

Con la capacidad que tiene la nueva máquina y los horarios de trabaja que tiene la empresa GMI actualmente se plantea reducir las horas de producción, debido a que si se continua con el mismo horario de producción la demanda se quedaría corta y la empresa no daría abasto con el inventario. Por esto es necesario que la producción sea reduzca a 8 horas, que es tiempo suficiente para satisfacer la demanda.

A continuación, se muestran 2 tablas que evidencia los costos de producción unitarios de los compresores de oxigeno actuales y la proyección con el nuevo compresor, con resultados obtenidos se puede concluir que al obtener esta nueva máquina la empresa GMI S.A.S va a reducir el costo de producción unitario en \$ 80.000.

COMPRESORES ACTUALES

Tabla No.11 producción actual compresores de oxígeno.

CILINDROS	HORAS	KW	TOTAL, KW	PESOS	TOTAL	COSTO UNITARIO DE ENERGIA
15	24	100	2400	\$ 500	\$ 1.200.000	\$ 80.000

Fuente: la presente investigación- Año 2018

COMPRESOR NUEVO

Tabla No. 12 producción posible compresor de oxígeno.

CILINDROS	HORAS	KW	TOTAL, KW	PESOS	TOTAL	COSTO UNITARIO DE ENERGIA
33	8	48,19	385,52	\$ 500	\$ 192.760	\$ 5.841

Fuente: la presente investigación- Año 2018

- Durante el desarrollo del estudio se evidencio que la línea de producción en la célula 3 se encuentra diseñada en serie motivo por el cual la capacidad de diseño siempre será de 25 cilindro en 24h, para la empresa GMI se recomienda que cada compresor de llenado cuente con un manifold con el fin de aprovechar la utilización de cada uno de los compresores.

5. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico actual de la línea de producción en la empresa GMI S.A.S con el fin de identificar los puntos críticos en los equipos y poder evaluar sus necesidades.
- La propuesta de mantenimiento correctivo fue diseñada de acuerdo a las fallas que eran más comunes, el cual cuenta con una serie de actividades detalladas para realizar una intervención en los equipos cada vez que se presentara una falla imprevista.
- Con el apoyo del personal de producción y mantenimiento, como también las recomendaciones del fabricante se elaboró un plan de mantenimiento preventivo que está respaldado por formatos e instructivos de mantenimiento de cada una de las máquinas que llevarán a los equipos a tener un mejor desempeño.
- Cada unidad de producción cuenta con actividades de revisión y reparación que están plasmadas en periodos de tiempo que se registran en el cronograma de con el fin de que el personal de mantenimiento cuente con el conocimiento necesario para realizar las intervenciones en los tiempos estipulados.
- En el transcurso del desarrollo de la propuesta se identificaron falencias que se podían resolver; es por esto que se realizaron codificación de equipos, diagrama P&ID, hoja de vida de equipos y para un mejor manejo de información de mantenimiento se realizó instructivos.
- Se hizo un estudio previo para poder contar con una nueva máquina mostrados como resultado beneficios óptimos para la línea de producción.
- Se advierte que el tener un plan de mantenimiento preventivo, no indica necesariamente que nunca vayan a fallar o se eliminen las paradas intempestivas en la maquinaria. El hecho de tener dicho plan, es de concientizar tanto a la empresa como a sus trabajadores de la importancia de mantener la maquinaria en buen estado y funcionando convenientemente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberto Manuel Sánchez Urrutia 1995, la importancia de la inspección y los planes de mantenimiento en las redes de tuberías de acero, Universidad nueva Esparta.
- Alejandro a. younes a. 1995, Programa de mantenimiento a las instalaciones del centro de recreación y cultura de la universidad nueva Esparta. Universidad nueva Esparta.
- AMENDOLA, Luis. Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestión del Mantenimiento. Valencia: www.klaron.net, 2014.p.1 Disponible en http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/indicadores%20confiabilidad%20amendola.pdf
- AMENDOLA, Luis. Modelos Mixtos en la Gestión del Mantenimiento. Puerto Montt: Camila Paredes, 2012.p.10 Disponible en, <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bpmfcip227p/doc/bpmfcip227p.pdf>
- Aquino 2007, elaboración de plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de soplado, de la empresa europet c.a.
- ATLAS COPCO, Oil-injected rotary screw compressors, 2009, p.67.
- Briceño Yajaira, colina Maribel y Espinoza Ana. “manual de mantenimiento preventivo para los equipos auxiliares de la planta de vapor t-6 de la empresa maraven s.a.” 1995, p. 23.
- BRYAN L. – ingeniería industrial –Disponible en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- Chirinos Lesbia María y Palencia Javier. “Diseño De Un Programa De Mantenimiento Preventivo para los Compresores Copeland Semi-Sellados Herméticamente de la empresa maraven s.a.”1997 p.17.
- COMEVAL A COMPANY OF THE ARMATUREN GRUP 2018 Disponible en <https://www.comeval.es/formacion/formacion-valvulas-idustriales-glosario-definiciones/>
- CONOCER. Limusa S; A: análisis Ocupación del Mantenimiento Industrial. México: Andrés Torres, 2016.p.31 Disponible en http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/5682/TEGP_TorresEspinozaAndresFelipe_2016.pdf?sequence=1
- DEFINICIÓN ED - Disponible en <https://definicion.de/inspeccion/>
- Díaz 2008, propuesta de un plan de mantenimiento preventivo que permita alarga la vida útil del equipo y aumentar el rendimiento de proceso de producción, de la empresa manpa división higiénico c.a,”
- DURÁN, José B. Gestión de Mantenimiento Bajo Estándares Internacionales como PAS55 Asset Management. : www.twpl.com,2010 .p.2 Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Desarrollo-Sojo.pdf>
- ECO GASES- Manifolds- Disponible en <http://www.ecogases.com/Espanol/manifolds.htm>

Flores 2007, realizó un trabajo denominado: plan de mantenimiento preventivo para las máquinas herramientas, de la empresa suministros jec c.a.

GINDER Andrew P. AIPE Facilities: Maintenance as a Corporate Strategy. Rio de Janeiro: Lourival Tavares, 2007 pag 3. Disponible en

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/billiton.pdf>

GÓMEZ, Félix C. Tecnología del Mantenimiento Industrial. Murcia: C/ Santo Cristo, 1 Murcia, 1998. p.24

GONZÁLES, Francisco. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. España: 2005. p.123.

Ibíd <https://www.standard-industrie.com/es/mantenimiento/el-mantenimiento-correctivo/>

INGENIERIA TERMICA- 2017 Disponible en <https://www.pirobloc.com/blog-es/que-es-un-piping-and-instrumentation-diagram/>

KELLY, A. y HARRIS, M.J. - Gestión del mantenimiento industrial – Madrid, España - Fundaciones REPSOL. León: Jimmy Pérez, 1998 p.2. Disponible en

<https://es.scribd.com/doc/129870492/Mantenimiento-Industrial-Unidad-I-pdf>

LIGIA P – Universidad francisco marroquín -Disponible en

<https://educacion.ufm.edu/eficacia-eficiencia/>

MANTENIMIENTO CENTRALIZADO EN LA CONFIABILIDAD- p1 –Disponible en <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/mantenimiento-centralizado-en-la-confiabilidad-1.pdf>

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DE EQUIPOS- 2016- Disponible en

<http://mantenimientoindustrialdeequipos.blogspot.com/2016/>

Martínez 2009, propuesta de un programa de mantenimiento preventivo que Permita minimizar los tiempos de parada de la máquina extrusora en el área de Producción, de la empresa timaca.

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Carolina del Norte: Aladon LLS, 2004.p.2

Nowlan & Heap, Reliability Centered Maintenance, original report. 2017.p.2016.

<https://reliabilityweb.com/sp/articulos/entry/definicion-de-las-frecuencias-para-un-plan-de-mantenimiento>

PADILLA, Estuardo. Los Sistemas de Mantenimiento. México D.F: Cesar García, 2015.p.24 Disponible en

<http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>

QUIMINET Disponible en [https://www.quiminet.com/articulos/las-mallas-moleculares-origen-y-usos-](https://www.quiminet.com/articulos/las-mallas-moleculares-origen-y-usos-2101.htm?mkt_source=22&mkt_medium=6384753710&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1)

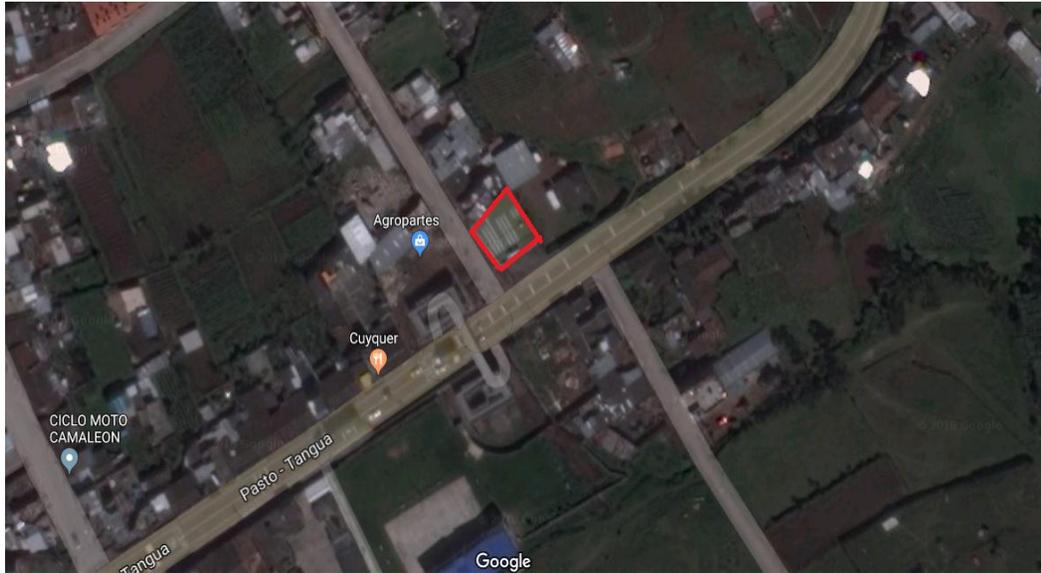
[2101.htm?mkt_source=22&mkt_medium=6384753710&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1](https://www.quiminet.com/articulos/las-mallas-moleculares-origen-y-usos-2101.htm?mkt_source=22&mkt_medium=6384753710&mkt_term=66&mkt_content=&mkt_campaign=1)

Rivero 2012, proponer un sistema de mantenimiento preventivo de los equipos de laboratorios de inyección de vapor de pdvsa intevp, ubicado en los Teques estado miranda.

SEDEMENTAL SENA, 2015. p. 35.
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1547/1/costo en el deparatmento de mantenimiento 3.pdf](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/1547/1/costo_en_el_deparatmento_de_mantenimiento_3.pdf)
SOJO, Luis. Desarrollo Sostenible del Activo con PAS 55 Asset Management. Virginia: www.twpl.com, 2004-2010.p.5 Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Desarrollo-Sojo.pdf>
STANDARD INDUSTRIE. El mantenimiento correctivo. Francia, 2016, <https://www.standard-industrie.com/es/mantenimiento/el-mantenimiento-correctivo/>
TEGNOLOGÍA PSA- 1985 Disponible en http://www.ricardodesimone.com.ar/NacEspanol/PSA/revision_bibliografica.html
Truisi 2007, trabajo de grado titulado plan de mantenimiento preventivo para la máquina Fabio perini, de la empresa manpa división higiénicos c.a.
Venero 2013, propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina, bielomatick en la línea de producción del rayado de cuaderno de la empresa invepal, s.a ubicado en Maracay estado Aragua.

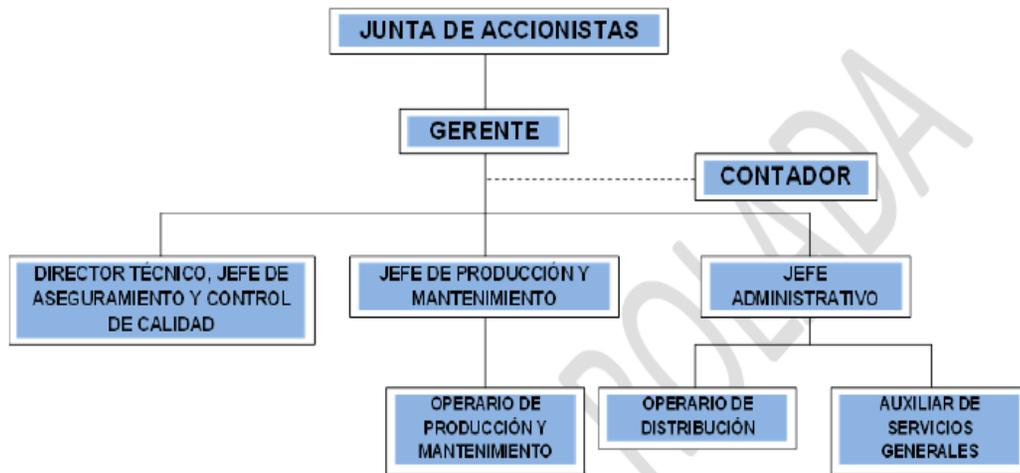
ANEXO A

UBICACIÓN DE LA EMPRESA GMI S.A.S



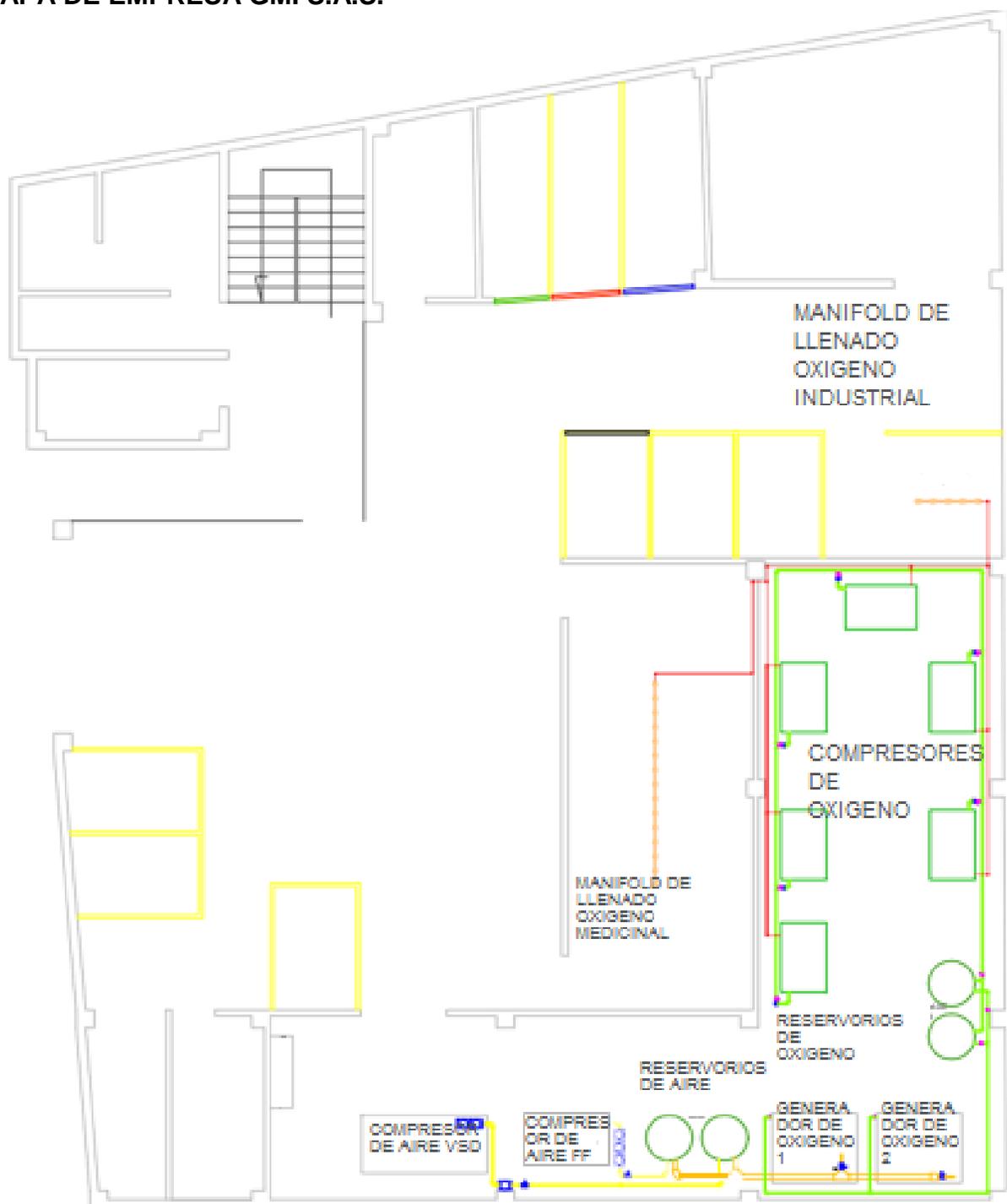
ANEXO B

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



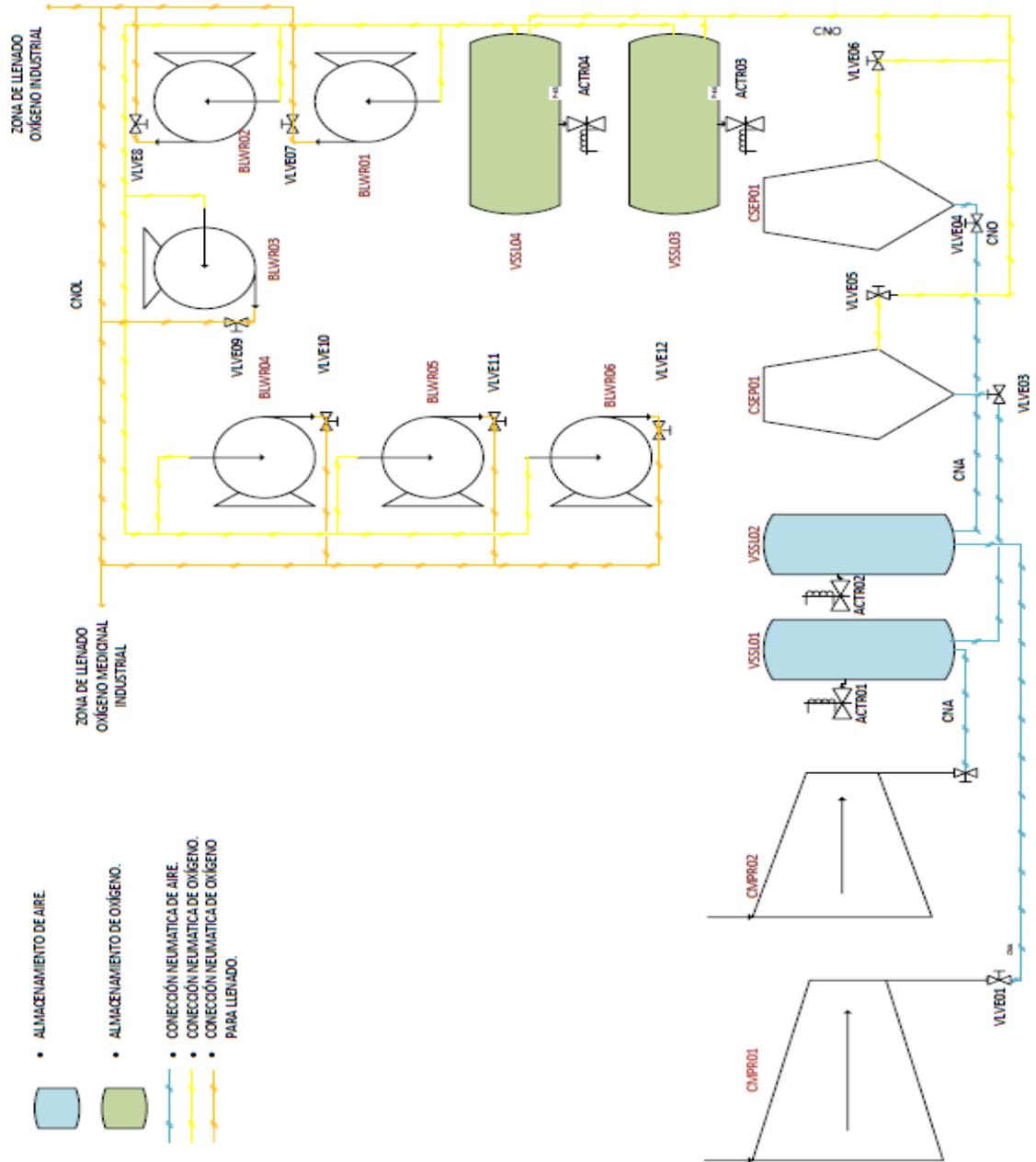
ANEXO C

MAPA DE EMPRESA GMI S.A.S.



ANEXO D

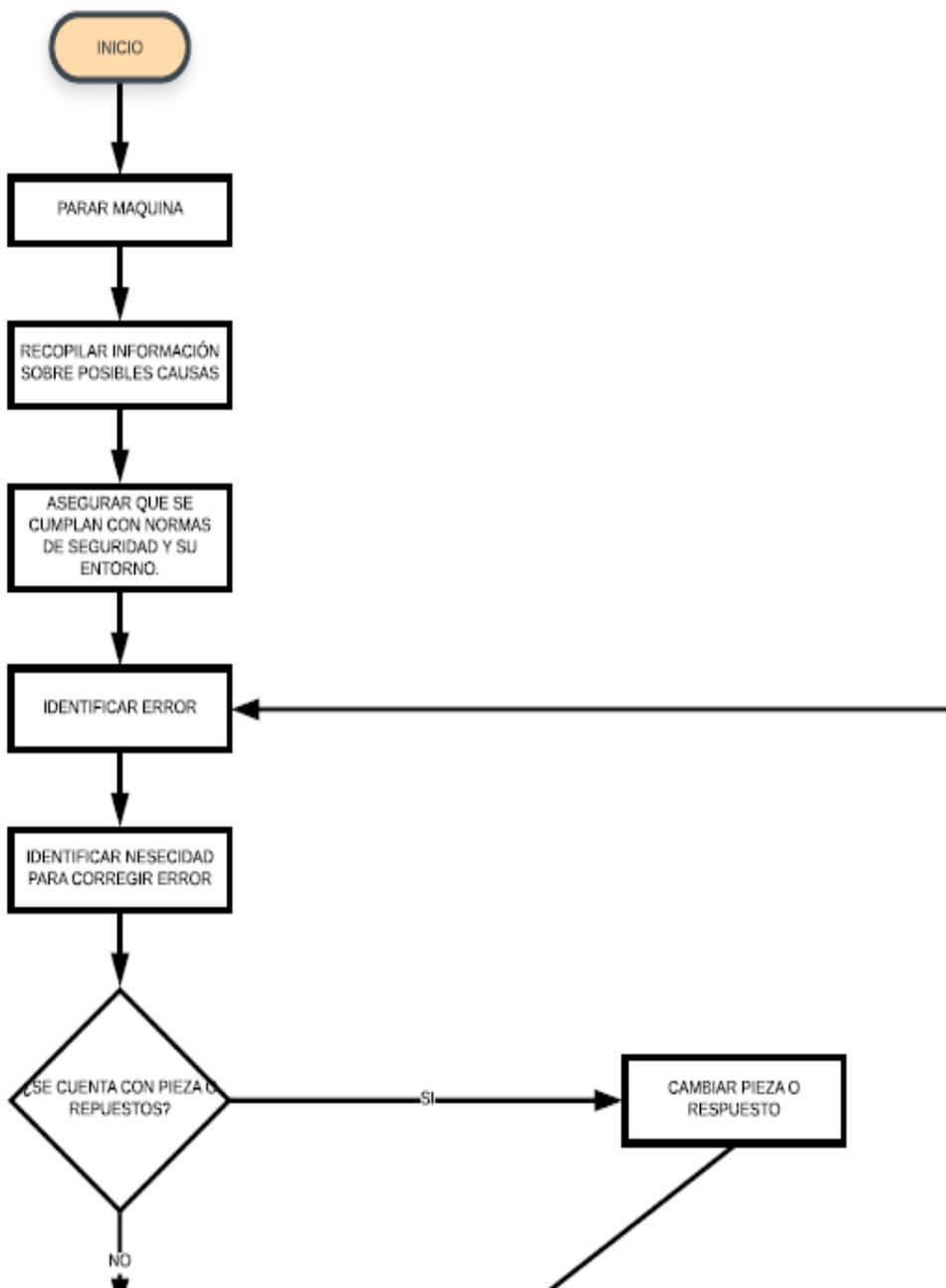
DIAGRAMA P&ID

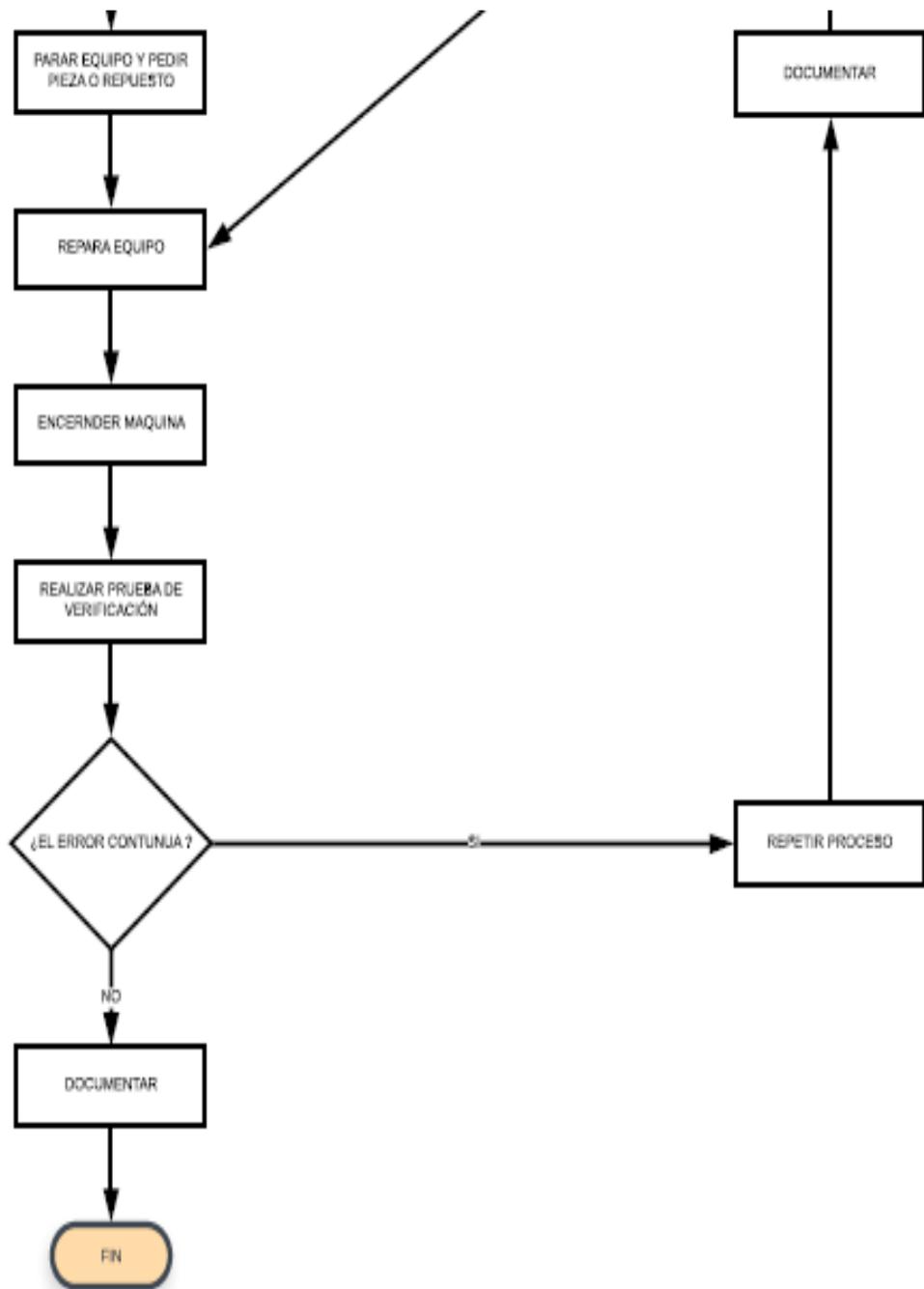


ANEXO E

INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO CORRECTIVO

CAUSAS					
1	Baja de presión de oxígeno.	9	Error de operación	15	Roturas
2	Alta de presión de oxígeno	10	Explosión	16	Vibración
3	Baja de presión de aire	11	Falla de fabricación	17	Falla de insumos
4	Alta de presión de aire	12	Falla de mantenimiento	18	Desconexión
5	Corto circuito	13	Falla estructural	19	Falla no definida
6	Desajuste	14	Motor quemado	20	Fallo en válvulas de alivio
7	Desgaste	15	Repuestos inadecuados		
8	Error de lubricación	16	Rose		





ANEXO F

HOJAS DE VIDA DE MAQUINAS

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO							
Código	GMI-CMPR-01						
Dimensiones	2.40x1.8x0.86 Mts						
Marca	ATLAS COPCO						
Modelo	GA37VSDFF						
Serie	API580670						
PM	37 KW (50 HP)						
VOLTAJE	220						
Pmax	180 PSI						
PESO	1195KG						
n MOTOR	3730 RPM						
Qv	256 CFM						
Año de fabricación	2009						
DATOS DEL PROVEEDOR							
Fabricante y Lugar de origen	ATLAS COPCO- ESTOCOLMO SUECIA						
Fecha de adquisición	2012/15/03						
Nombre de proveedor y Dirección	ATLAS COPCO Carrera 85K # 46A - 65 Bogotá D. C. – Colombia						
Datos de contacto E-mail, teléfono	WWW.ATLASCOPCO.COM						
Posee catálogo de manejo u operación	SI						
Mantenimiento indicado por el fabricante	SI						
Condiciones de operación	SI						
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO							
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total	
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo			

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO								
Código			GMI-CMPR-02					
Dimensiones			1.3x1.16x0.86 Mts					
Marca			ATLAS COPCO					
Modelo			GA37FF					
Serie			API531755					
PM			37 KW (50 HP)					
VOLTAJE			220					
Pmax			124 PSI					
PESO			862KG					
n MOTOR			3550 RPM					
Qv			256 CFM					
Año de fabricación			2009					
DATOS DEL PROVEEDOR								
Fabricante y Lugar de origen			ATLAS COPCO-ESTOCOLMO SUECIA					
Fecha de adquisición			2012/15/03					
Nombre de proveedor y Dirección			ATLAS COPCO Carrera 85K # 46A - 65 Bogotá D. C. – Colombia					
Datos de contacto E-mail, teléfono			WWW.ATLASCOPCO.COM					
Posee catálogo de manejo u operación			SI					
Mantenimiento indicado por el fabricante			SI					
Condiciones de operación			SI					
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO								
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total		
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo				

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO									
Código		GMI-VSSL-01							
Dimensiones		2Mx80CM DIAMETRO							
Marca		OGSI							
Capacidad		120 PSI 200 GALONES							
Pmax		300 PSI							
PESO		150KG							
Año de fabricación		2009							
DATOS DEL PROVEEDOR									
Fabricante y Lugar de origen		OGSI-ESTADOS UNIDOS							
Fecha de adquisición		2012/15/03							
Nombre de proveedor y Dirección		OGSI-NORT TONAWANDA,NY							
Datos de contacto E-mail, teléfono		ogsimail@ogsi.com							
Posee catálogo de manejo u operación		NO							
Mantenimiento indicado por el fabricante		NO							
Condiciones de operación		NO							
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO									
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total			
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo					

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO							
Codigo		GMI-VSSL-02					
Dimensiones		2Mx80CM DIAMETRO					
Marca		OGSI					
Capacidad		120 PSI 200 GALONES					
Pmax		300 PSI					
PESO		150KG					
Año de fabricación		2009					
DATOS DEL PROVEEDOR							
Fabricante y Lugar de origen		OGSI-ESTADOS UNIDOS					
Fecha de adquisición		2012/15/03					
Nombre de proveedor y Dirección		OGSI-NORT TONAWANDA,NY					
Datos de contacto E-mail, teléfono		ogsimail@ogsi.com					
Posee catálogo de manejo u operación		NO					
Mantenimiento indicado por el fabricante		NO					
Condiciones de operación		NO					
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO							
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total	
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo			

IDENTIFICACIONES Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO						
Código	GMI-CSEP-01					
Dimensiones	2.24x1.32x0.97Mts					
Marca	OGSI					
Modelo	OG750T56					
Peso	10888kg					
Qv	750Cfm					
Voltaje	220					
Pmax	62Psi					
Año de fabricación						
DATOS DEL PROVEEDOR						
Fabricante y Lugar de origen	Oxygen gnerating systems intl, New York					
Fecha de adquisición	2012					
Nombre de proveedor y Dirección	Oxygen gnerating systems intl, Nort Tonawanda					
Datos de contacto E-mail, teléfono	ogsimail@ogsi.com					
Posee catálogo de manejo u operación	SI					
Mantenimiento indicado por el fabricante	SI					
Condiciones de operación	SI					
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO						
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo		

IDENTIFICACIONES Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO						
Código	GMI.CSEP-02					
Dimensiones	2.24x1.32x0.97Mts					
Marca	OGSI					
Modelo	OG750T56					
Peso	10888kg					
Qv	750Cfm					
Voltaje	220					
Pmax	62Psi					
Año de fabricación						
DATOS DEL PROVEEDOR						
Fabricante y Lugar de origen	Oxygen gnerating systems intl, New York					
Fecha de adquisición	2012					
Nombre de proveedor y Dirección	Oxygen gnerating systems intl, Nort Tonawanda					
Datos de contacto E-mail, teléfono	ogsimail@ogsi.com					
Posee catálogo de manejo u operación	SI					
Mantenimiento indicado por el fabricante	SI					
Condiciones de operación	SI					
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO						
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo		

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO								
Código			GMI-BLWR-01					
Dimensiones			1.15x0.75x0.93Mts					
Marca			OXICOMP					
Modelo			OX2-25					
Pm			5HP					
Rpm			696					
Pmax			2300Psi					
F			50Hz					
Voltaje			220					
Serie								
Año de fabricación			2009					
DATOS DEL PROVEEDOR								
Fabricante y Lugar de origen			OGSI, NEW YORK					
Fecha de adquisición			2012					
Nombre de proveedor y Dirección			OXICOLOMBIA, BOGOTA DC					
Datos de contacto E-mail, teléfono			oxicolombia@gmail.com					
Posee catálogo de manejo u operación			SI					
Mantenimiento indicado por el fabricante			SI					
Condiciones de operación			SI					
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO								
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total		
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo				

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO										
Código	GMI-BLWR-02									
Dimensiones	1.15x0.75x0.93Mts									
Marca	OXICOMP									
Modelo	OX2-25									
Pm	5HP									
Rpm	696									
Pmax	2300Psi									
F	50Hz									
Voltaje	220									
Serie										
Año de fabricación	2009									
DATOS DEL PROVEEDOR										
Fabricante y Lugar de origen	OGSI, NEW YORK									
Fecha de adquisición	2012									
Nombre de proveedor y Dirección	OXICOLOMBIA, BOGOTA DC									
Datos de contacto E-mail, teléfono	oxicolombia@gmail.com									
Posee catálogo de manejo u operación	SI									
Mantenimiento indicado por el fabricante	SI									
Condiciones de operación	SI									
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO										
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total				
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo						

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO										
Código	GMI-BLWR-03									
Dimensiones	1.15x0.75x0.93Mts									
Marca	OXICOMP									
Modelo	OX2-25									
Pm	5HP									
Rpm	696									
Pmax	2300Psi									
F	50Hz									
Voltaje	220									
Serie										
Año de fabricación	2009									
DATOS DEL PROVEEDOR										
Fabricante y Lugar de origen	OGSI, NEW YORK									
Fecha de adquisición	2012									
Nombre de proveedor y Dirección	OXICOLOMBIA, BOGOTA DC									
Datos de contacto E-mail, teléfono	oxicolombia@gmail.com									
Posee catálogo de manejo u operación	SI									
Mantenimiento indicado por el fabricante	SI									
Condiciones de operación	SI									
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO										
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total				
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo						

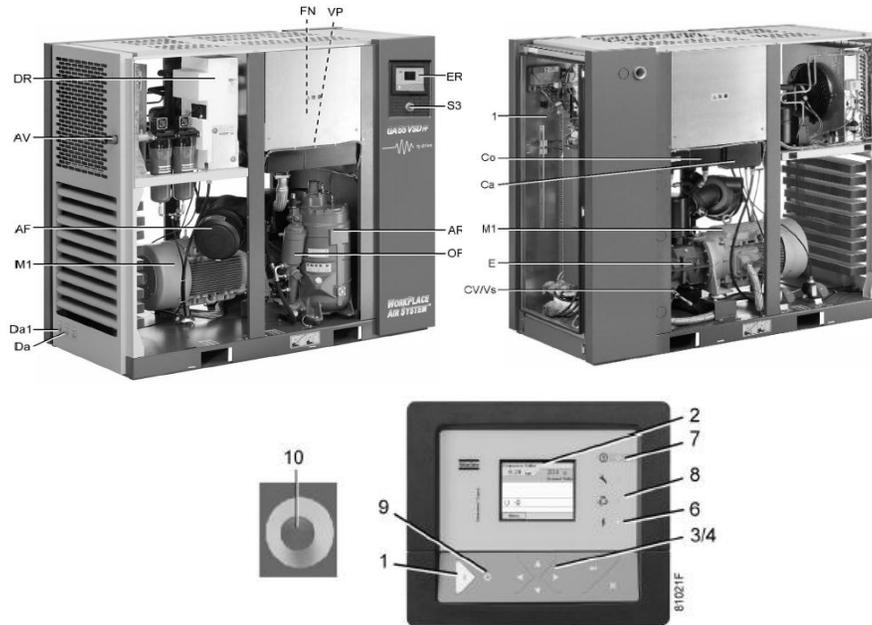
IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO									
Código		GMI-BLWR-04							
Dimensiones		1.15x0.75x0.93Mts							
Marca		OXICOMP							
Modelo		OX2-25							
Pm		5HP							
Rpm		696							
Pmax		2300Psi							
F		50Hz							
Voltaje		220							
Serie									
Año de fabricación		2009							
DATOS DEL PROVEEDOR									
Fabricante y Lugar de origen		OGSI, NEW YORK							
Fecha de adquisición		2012							
Nombre de proveedor y Dirección		OXICOLOMBIA, BOGOTA DC							
Datos de contacto E-mail, teléfono		oxicolombia@gmail.com							
Posee catálogo de manejo u operación		SI							
Mantenimiento indicado por el fabricante		SI							
Condiciones de operación		SI							
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO									
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total			
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo					

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO										
Código	GMI-BLWR-05									
Dimensiones	1.15x0.75x0.93Mts									
Marca	OXICOMP									
Modelo	OX2-25									
Pm	5HP									
Rpm	696									
Pmax	2300Psi									
F	50Hz									
Voltaje	220									
Serie										
Año de fabricación	2009									
DATOS DEL PROVEEDOR										
Fabricante y Lugar de origen	OGSI, NEW YORK									
Fecha de adquisición	2012									
Nombre de proveedor y Dirección	OXICOLOMBIA, BOGOTA DC									
Datos de contacto E-mail, teléfono	oxicolombia@gmail.com									
Posee catálogo de manejo u operación	SI									
Mantenimiento indicado por el fabricante	SI									
Condiciones de operación	SI									
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO										
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total				
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo						

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO									
Código		GMI-BLWR-06							
Dimensiones		1.15x0.75x0.93Mts							
Marca		OXICOMP							
Modelo		OX2-25							
Pm		5HP							
Rpm		696							
Pmax		2300Psi							
F		50Hz							
Voltaje		220							
Serie									
Año de fabricación		2009							
DATOS DEL PROVEEDOR									
Fabricante y Lugar de origen		OGSI, NEW YORK							
Fecha de adquisición		2012							
Nombre de proveedor y Dirección		OXICOLOMBIA, BOGOTA DC							
Datos de contacto E-mail, teléfono		oxicolombia@gmail.com							
Posee catálogo de manejo u operación		SI							
Mantenimiento indicado por el fabricante		SI							
Condiciones de operación		SI							
DESCRIPCION DE MANTENIMIENTO									
Fecha	Mantenimiento		Tipo de mantenimiento		Ver en el formato	Inversión total			
	Propio	Contratado	Correctivo	Preventivo					

ANEXO G

ARRAQUE DEL COMPRESOR DE AIRE



ANEXO I

INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS

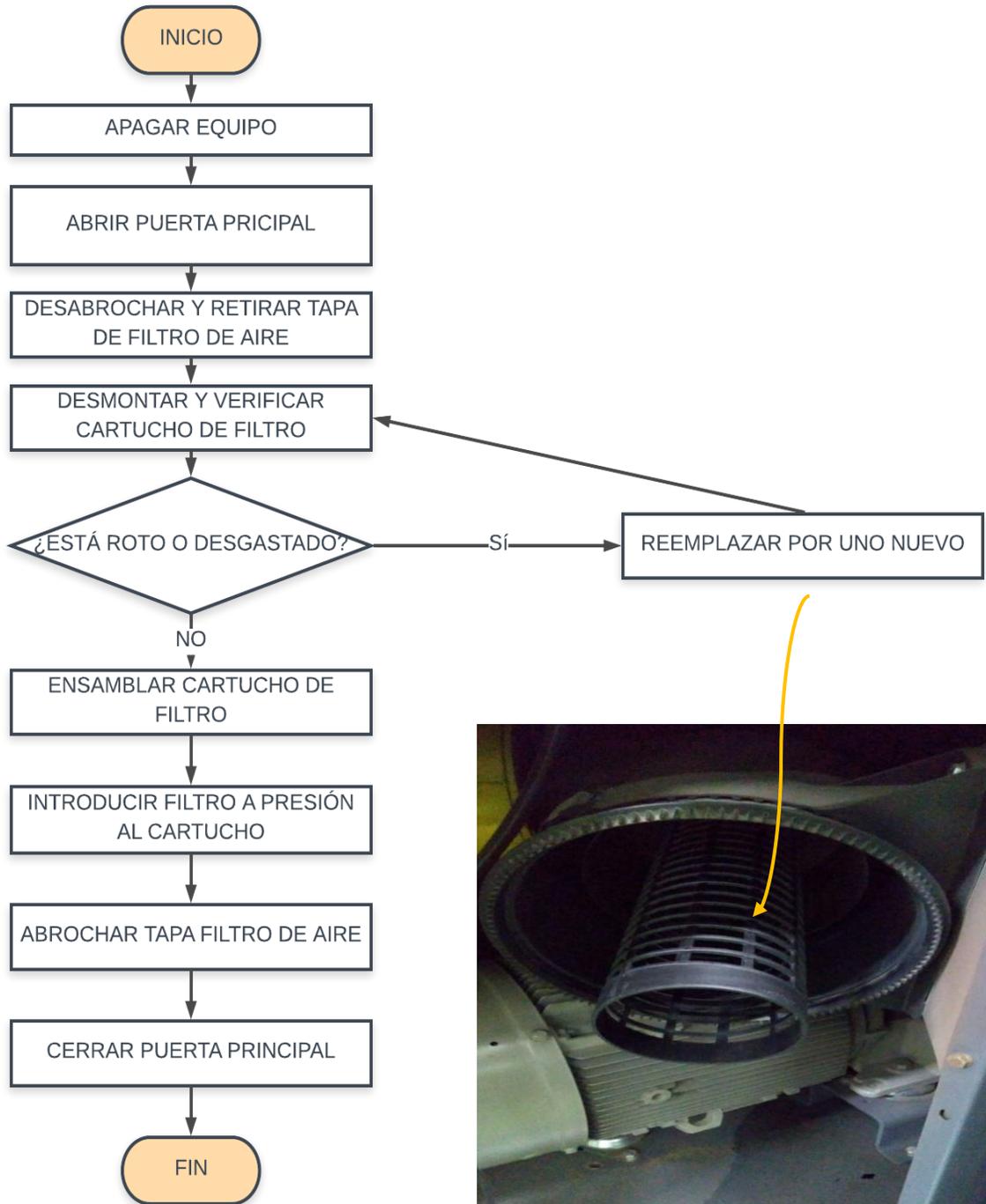
COMPRESORES DE AIRE

4.3.1 Período de mantenimiento.

Período	Codificación	Operación
Diario.	GMI.CNA	Compruebe el nivel del aceite.
	GMI.CD	Compruebe display.
	GMI.CIFA	Compruebe el indicador de filtro de aire.
Trimestral.	GMI.CLR	Compruebe y limpie los refrigeradores.
	GMI.DECF	Desmunte y examine el cartucho del filtro de aire.
	GMI.CCS	compruebe el condensador del secador y límpielo si es necesario.
	GMI.CDSP	Compruebe que se descarga condensado al pulsar el botón de prueba sobre el dispositivo electrónico de drenaje de agua.
	GMI.RFA	Reemplace filtro de aire
Semestral.	GMI.CARF	Cambie el aceite y reemplace el filtro de aceite.
Trimestral.	GMI.CEME	Compruebe el estado de la manguera de entrada de aire entre el filtro de aire y el elemento
Semestral.	GMI.CLPT	Compruebe las lecturas de presión y temperatura.
Trimestral.	GMI.PL	Lleve a cabo una prueba de los LED/display.
	GMI.PFPT	Pruebe la función de parada de temperatura.
	GMI.CLVR	Compruebe y limpie el conjunto del ventilador de refrigeración.

	GMI.LAM	Limpie las aletas de enfriamiento de los motores eléctricos.
	GMI.CLR	Compruebe la limpieza del restrictor en la línea de barrido.
	GMI.CFV	Compruebe el funcionamiento de los ventiladores de refrigeración del convertidor.
	GMI.CVS	Compruebe la válvula de solenoide de expulsión después de detener la unidad y pulsar el botón de parada de emergencia.
	GMI.CE	Cambie empaques.
	GMI.CFS	Cambie filtro separador.
	GMI.CFD	Cambie filtro DD.
	GMI.CFP	Cambie filtro PD.
	GMI.CFQ	Cambie filtro QD.
Año y medio.	GMI.CRM	Cambie rodamiento.
Año y medio.	GMI.CF	Cambie fusibles.
3 años.	GMI-ACTR-001 GMI-ACTR-002	Cambie válvulas de alivio.

CARTUCHO DE AIRE



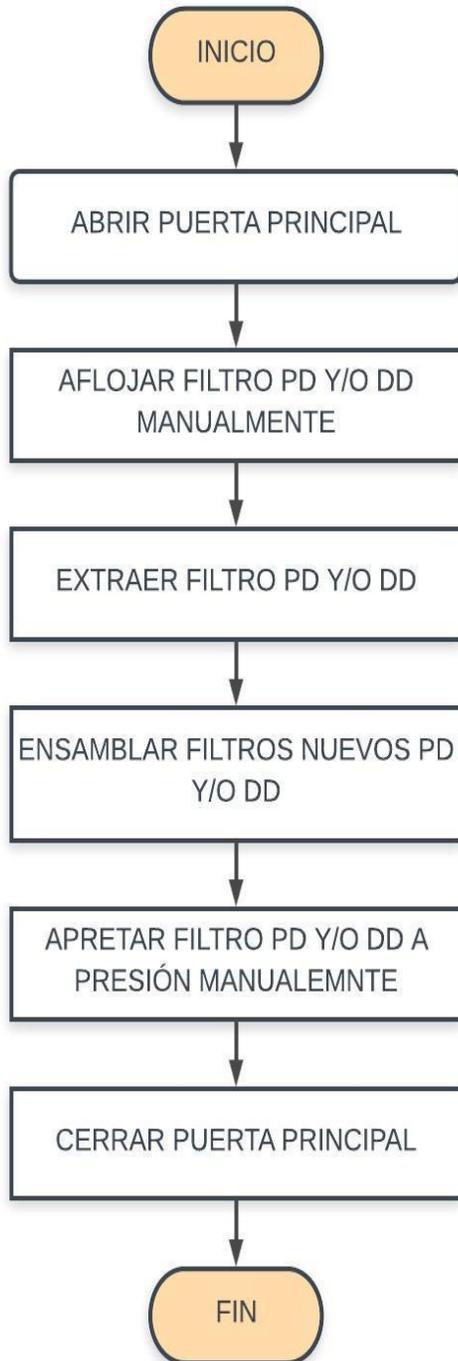
FILTRO DE AIRE



CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO DE ACEITE



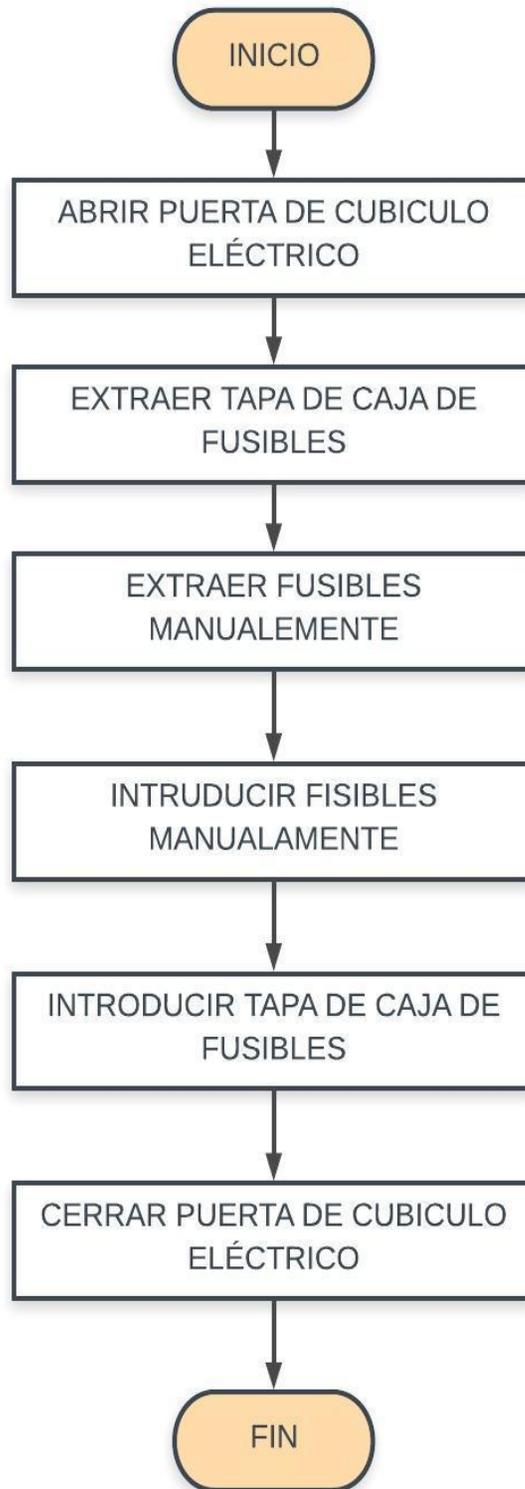
FILTROS DD Y/O PD



FILTRO QD



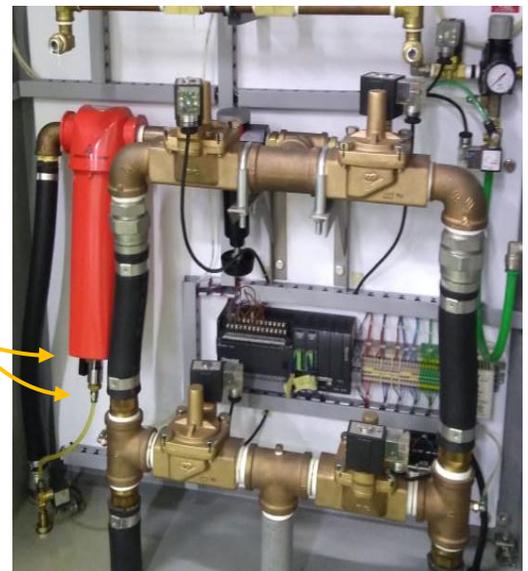
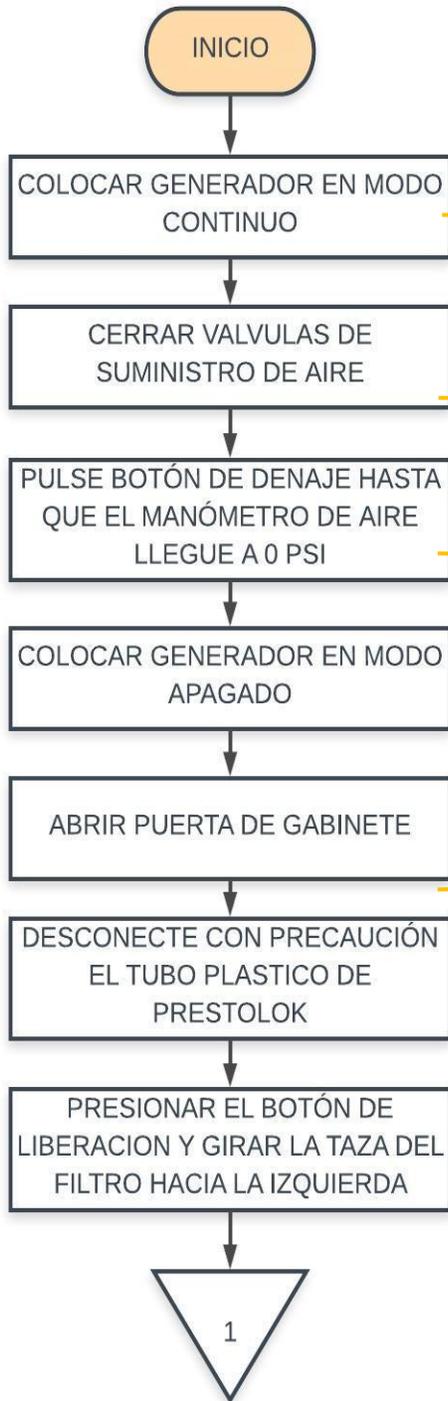
FUSIBLES

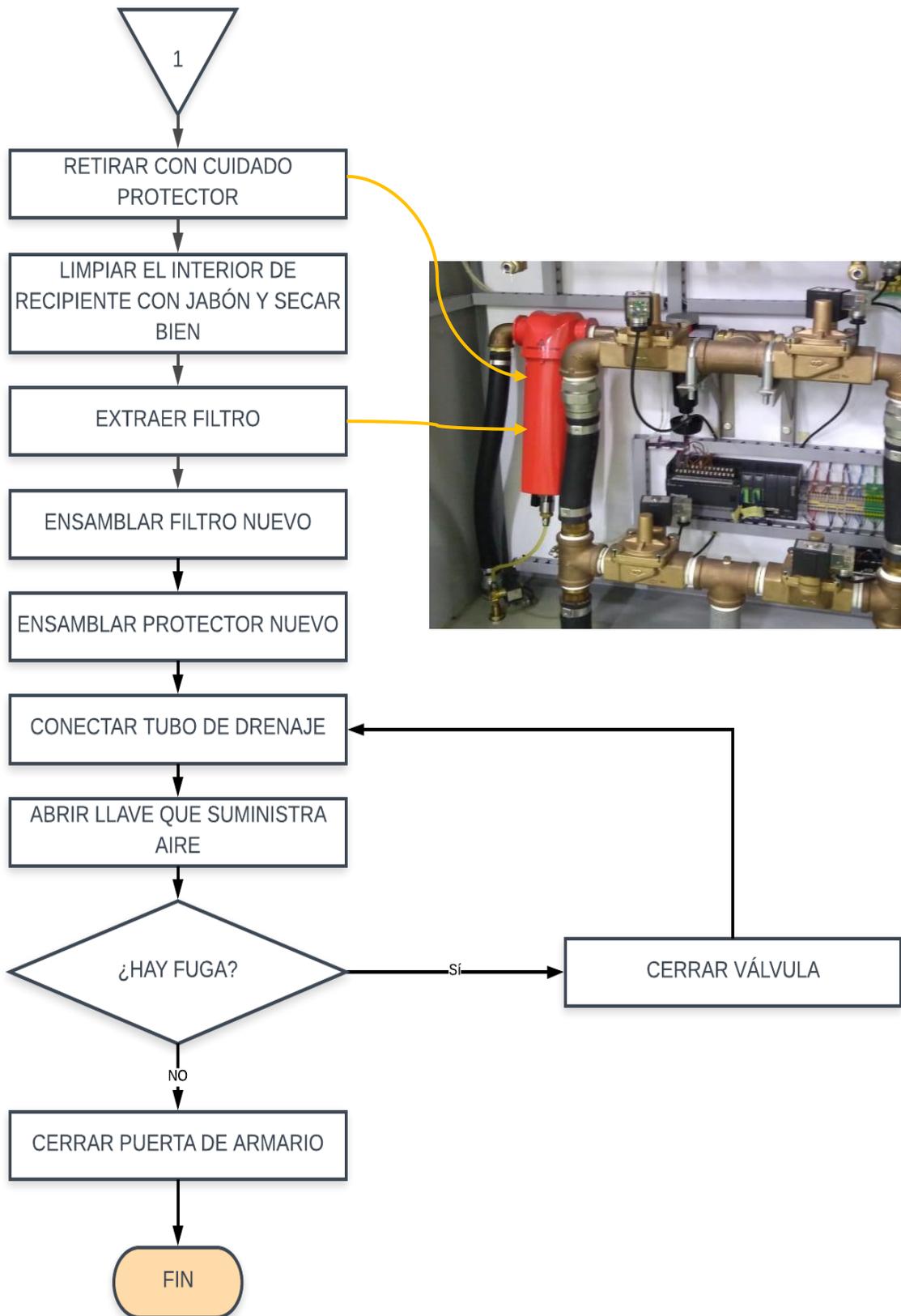


**GENERADORES DE OXIGENO
PERIODO DE MANTENIMIENTO**

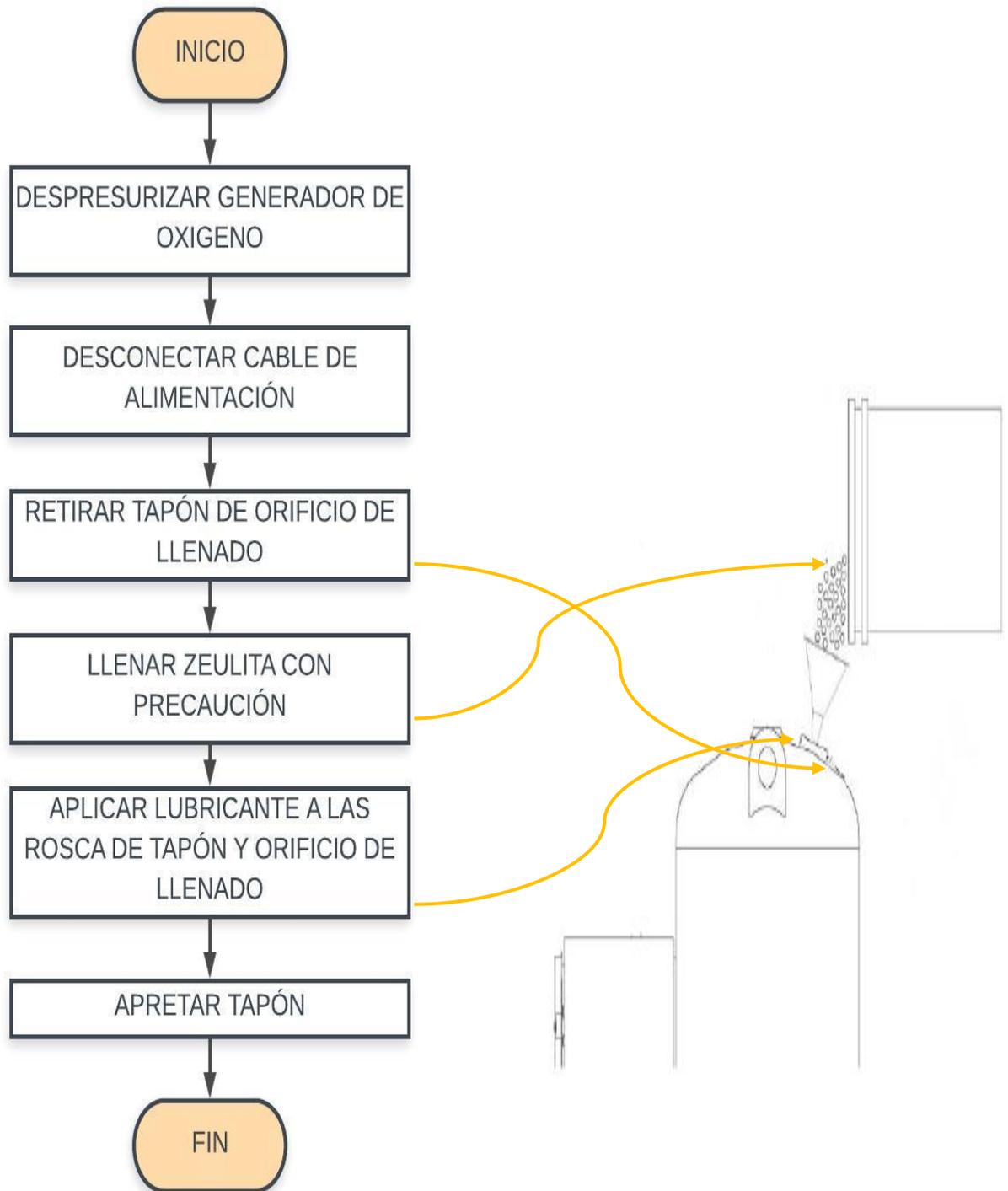
Período	código	Operación
Semestral.	GMI.EFA	Cambiar filtro
3 años.	GMI.KEV	Cambiar kit electro válvulas
13 años.	GMI.ZEO	Cambiar zeulita
3 años.	GMI-ACTR-001 GMI-ACTR-002	Cambie válvulas de alivio.

CAMBIO DE FILTRO





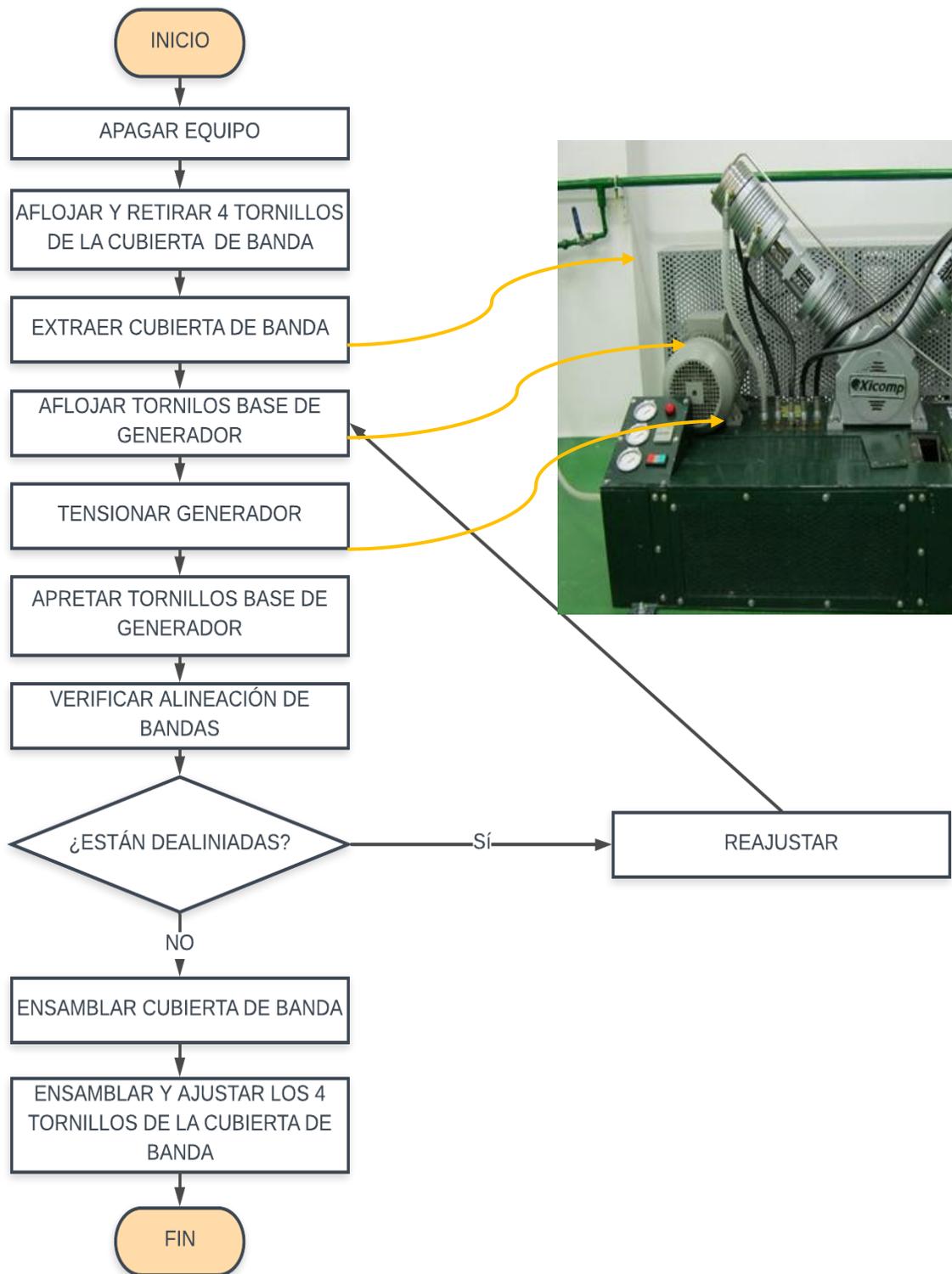
CAMBIAR ZEULITA



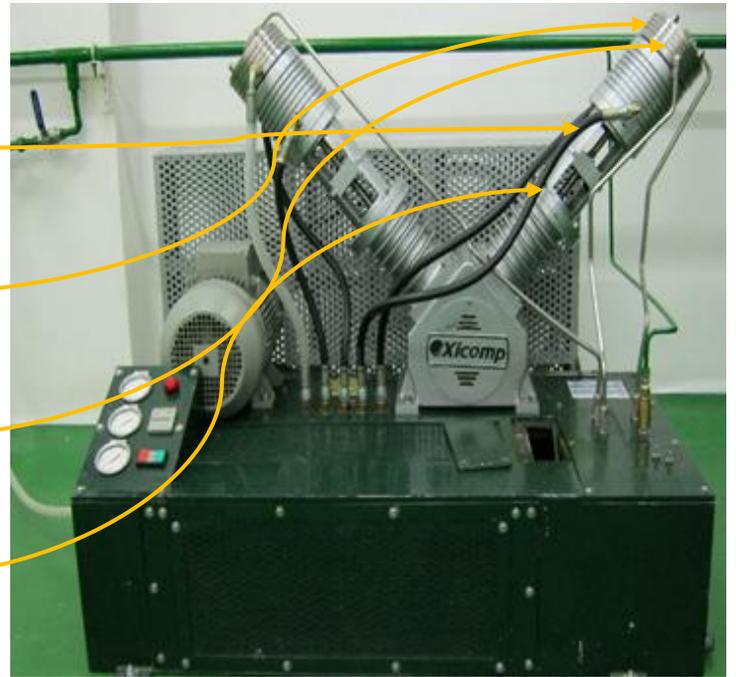
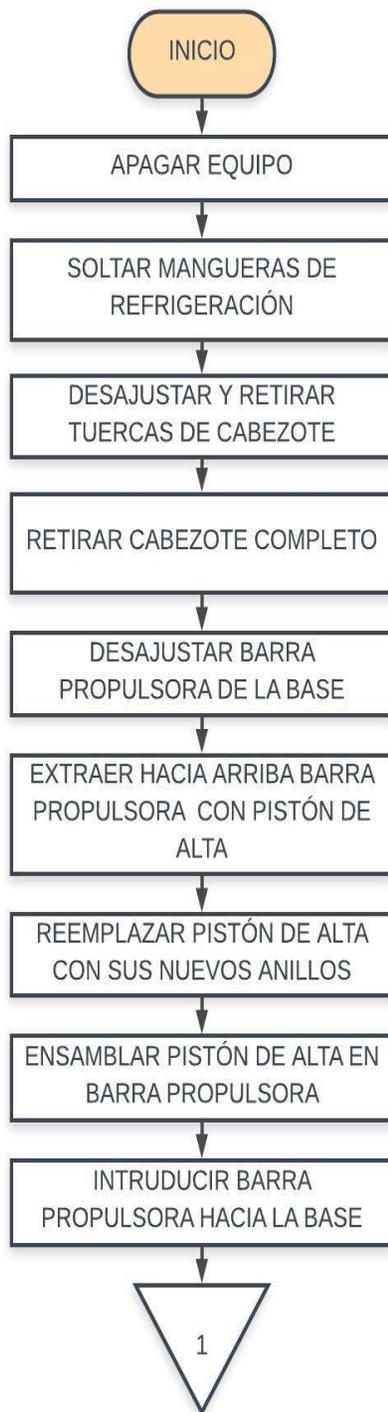
COMPRESORES DE OXIGENO
PERIODO DE MANTENIMIENTO

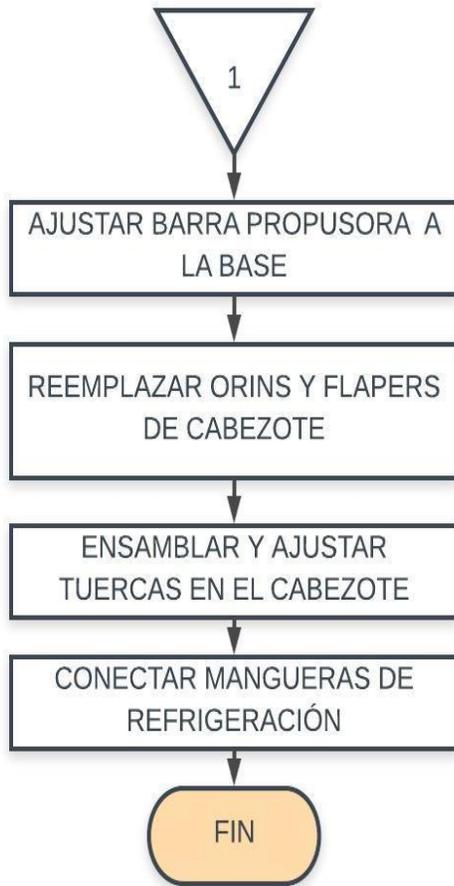
Período	Operación
4 días.	Engrasado camisas guías.
8 días.	Revisión general exterior de conductos y cañerías
Mensual.	Revisión de tención de bandas.
Trimestral.	Cambiar anillos de alta.
	Cambiar anillos de baja.
	Cambiar pistón de alta
	Cambiar pistón de baja
	Cambiar flapers de alta.
	Cambiar flapers de baja.
	Cambiar orings de alta.
Cambiar orings de baja.	

TENSIÓN DE BANDAS

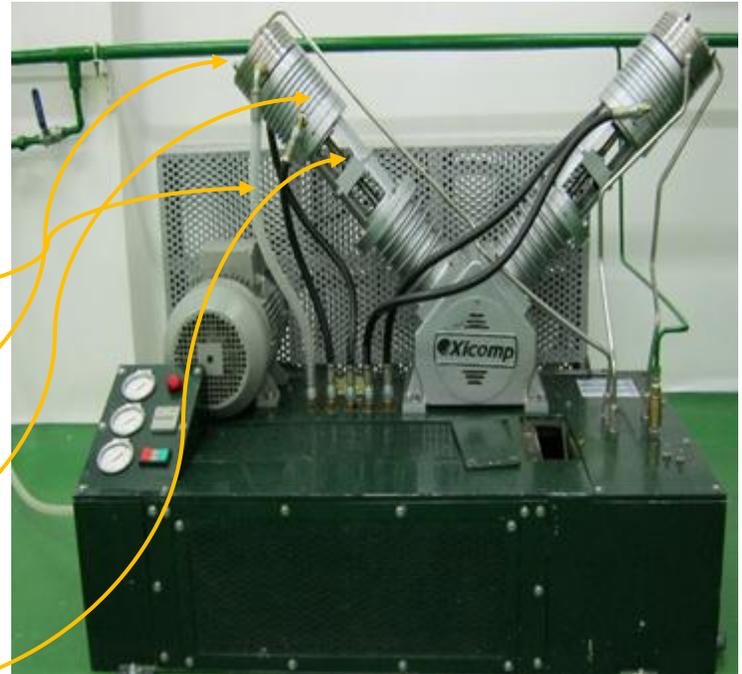
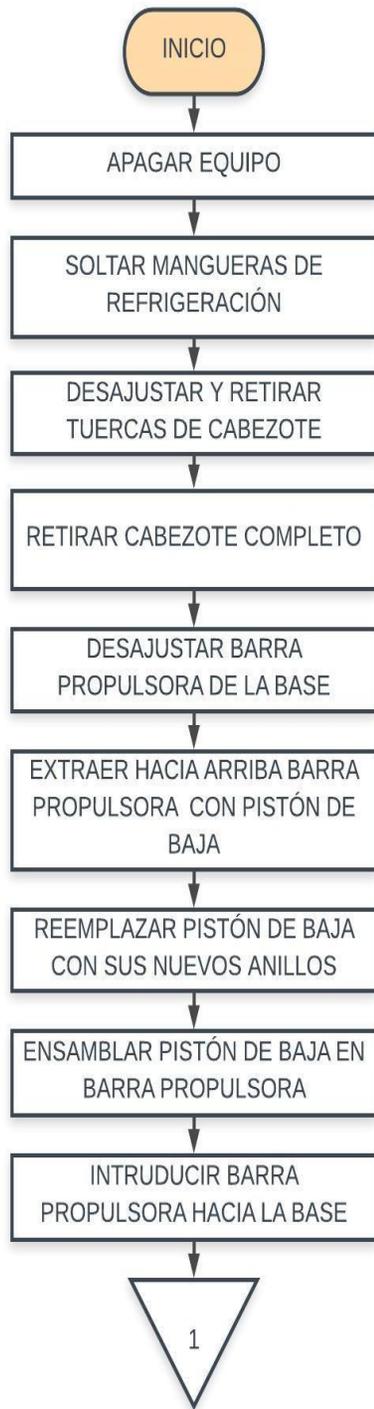


ELEMENTOS DE ALTA





Elementos de baja





ANEXO J

FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTÓNOMO.

FECHA: _____ 2018

EQUIPO:	MARCA:	MODELO:	SERIE:	HORAS DE USO:
NIVELES BASICOS				
Nivel de aceite	Correcto.	Bajo y se repuso	Tensión de bandas.	Correcto. Se tensaron.
Nivel de refrigerante.	Correcto.	Bajo y se repuso	Mangueras de aire comprimido.	Correctas. Se cambiaron.
Mangueras de refrigerante.	Correctas.	Se cambiaron.		
REVISION DE CONEXIONES ELECTRICAS.				
Compresor GMI-CMPR-001.	Correcto.	Se apretaron.	Compresor GMI-CMPR-002.	Correcto. Se apretaron.
Generador GMI-CSEP-001.	Correcto.	Se apretaron.	Generador GMI-CSEP-002.	Correcto. Se apretaron.
Compresor GMI-BLWR-001.	Correcto.	Se apretaron.	Compresor GMI-BLWR-002.	Correcto. Se apretaron.
Compresor GMI-BLWR-003.	Correcto.	Se apretaron.	Compresor GMI-BLWR-004.	Correcto. Se apretaron.
Compresor GMI-BLWR-005.	Correcto.	Se apretaron.	Compresor GMI-BLWR-006.	Correcto. Se apretaron.
REVISIÓN EXISTENCIA DE FUGAS.				
Compresor GMI-CMPR-001.	No presenta	Si presenta.	Compresor GMI-CMPR-002.	No presenta. Si presenta.
Compresor GMI-BLWR-001.	No presenta	Si presenta.	Compresor GMI-BLWR-002.	No presenta. Si presenta.
Compresor GMI-BLWR-003.	No presenta	Si presenta.	Compresor GMI-BLWR-004.	No presenta. Si presenta.
Compresor GMI-BLWR-005.	No presente	Si presenta.	Compresor GMI-BLWR-006.	No presenta. Si presenta.
De compresor GMI-CMPR-001 a reservorio GMI-VSSL-001.	No presente	Si presenta.	De Compresor GMI-CMPR-002 a reservorio GMI-VSSL-002.	No presenta. Si presenta.
De reservorio GMI-VSSL-001 a generador GMI-CSEP-001.	No presenta	Si presenta.	De reservorio GMI-VSSL-002 a generador GMI-CSEP-002.	No presenta. Si presenta.
De generador GMI-CSEP-001 a reservorio GMI-VSSL-003.	No presenta	Si presenta.	De generador GMI-CSEP-002 a reservorio GMI-VSSL-004.	No presenta. Si presenta.
De reservorios GMI-VSSL a compresores GMI-BLWR.	No presenta	Si presenta.	Aceite lubricante.	No presenta. Si presenta.
Manguera refrigerante.	No presenta	Si presenta.		
ODSERVASION				

ELABORADO POR. _____

ANEXO K

. INFORMACIÓN DE COMPRESOR DE OXÍGENO.

El compresor marca Oxicom modelo OXI 2-25 está dimensionado para el llenado máximo de 25 botellas o envases para oxígeno de 6 m³ por día.

El OXI 2-25 ha logrado satisfacer las demandas del mercado nacional e internacional y se ha distinguido por su desarrollo y eficiencia excepcional, además de ser una garantía.

ANEXO L

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO																
Células	Equipos	Código	Operaciones	Mano de obra		Dia rio	Ca da 4 días	Ca da 8 días	Mensual	Trimes tral	Semestral	Anual	Año y medio	3 años	13 años	
				Inter na	Exte rna											
Célula 1	GMI.CM PR01 GMI.CM PR02	GMI.CNA	Comprobar el nivel del aceite.	X		X										
		GMI.CD	Comprobar display.	X		X										
		GMI.CIFA	Comprobar el indicador de filtro de aire.	X		X										
		GMI.CLR	Comprobar y limpiar los refrigeradores.	X							X					
		GMI.DECF	Desmonte y examine el cartucho	X							X					

		del filtro de aire											
	GMI.C CS	Compruebe el condensador del secador y límpielo si es necesario.	X						X				
	GMI.C DSP	Compruebe que se descarga condensado al pulsar el botón de prueba sobre el dispositivo electrónico de drenaje de agua.	X						X				
	GMI.R FA	Reemplace filtro de aire	X						X				
	GMI.C ARF	Cambie el aceite y		X						X			

	reemplac e el filtro de aceite.												
GMI.C EME	Comprue be el estado de la manguera de entrada de aire entre el filtro de aire y el elemento	X						X					
GMI.C LPT	Comprue be las lecturas de presión y temperatu ra.	X						X					
GMI.PL	Lleve a cabo una prueba de los LED/displ ay.	X						X					
GMI.PF PT	Pruebe la función de parada	X						X					

		de temperatura.											
	GMI.C LVR	Compruebe y limpie el conjunto del ventilador de refrigeración.	X						X				
	GMI.L AM	Limpie las aletas de enfriamiento de los motores eléctricos.	X						X				
	GMI.C LR	Compruebe la limpieza del restrictor en la línea de barrido.	X						X				
	GMI.C FV	Compruebe el funcionamiento de los	X						X				

		ventiladores de refrigeración del convertidor.											
	GMI.C VS	Compruebe la válvula solenoide de expulsión después de detener la unidad y pulsar el botón de parada de emergencia.	X					X					
	GMI.C E	Cambie empaques.	X					X					
	GMI.C FS	Cambie filtro separador.	X					X					
	GMI.C FD	Cambie filtro DD.	X					X					
	GMI.C	Cambie	X					X					

		FP	filtro PD.											
		GMI.C FQ	Cambie filtro QD.	X					X					
		GMI.C RM	Cambiar Rodamien tos motor		X							X		
		GMI.C F	Cambiar Fusibles	X								X		
		GMI.VSS L01 GMI.VSS L02	Válvulas de alivio*2	X									X	
Célul a 2	GMI.CSE P01 GMI.CSE P02	GMI.EF A	Cambio filtro de aire	X						X				
		GMI.K EV	kit electro válvulas *6		X								X	
		GMI.ZE O	zeolita		X									X
	GMI.VSS L03 GMI.VSS L04	GMI- ACTR- 003 GMI- ACTR- 004	Válvulas de alivio*2	X									X	
Célul a 3	GMI.BL WR01 GMI.BL	GMI.E CG	Engrasad o camisas guías.	X			X							

WR02 GMI.BL WR03 GMI.BL WR04 GMI.BL WR05 GMI.BL WR06	GMI.R GCC	Revisión general exterior de conductos y cañerías	X					X						
	GMI.R TB	Revisión de tención de las bandas.	X						X					
	GMI.C AA	Cambiar anillos de alta.	X							X				
	GMI.C AB	Cambiar anillos de baja.	X							X				
	GMI.C PA	Cambiar pistón de alta	X							X				
	GMI.C PB	Cambiar pistón de baja	X							X				
	GMI.C FA	Cambiar flapers de alta.	X							X				
	GMI.C FB	Cambiar flapers de baja.	X							X				
	GMI.C	Cambiar	X							X				

		OA	orings de alta.												
		GMI.C OB	Cambiar orings de baja.	X						X					

