

**DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN EQUIPOS TRANSMISORES E
INDICADORES DE NIVEL Y ACTUADORES NEUMATICOS, DE LA
PLANTA COMPRESORA DE GAS” LOS PINOS”, DE LA EMPRESA
PROMIORIENTE, BARRANCABERMEJA - SANTANDER**

**AUTOR
OSCAR FERNANDO ACEVEDO SALAZAR**

**Director
OSWAL ALBEIRO VERA MOGOLLON**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
DEPARTAMENTO MMI
PAMPLONA, 2021**

**DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN EQUIPOS TRANSMISORES E
INDICADORES DE NIVEL Y ACTUADORES NEUMATICOS, DE LA
PLANTA COMPRESORA DE GAS” LOS PINOS”, DE LA EMPRESA
PROMIORIENTE, BARRANCABERMEJA - SANTANDER**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO
MECATRONICO**

**OSCAR FERNANDO ACEVEDO SALAZAR
AUTOR**

**OSWAL ALBEIRO VERA MOGOLLON
DIRECTOR**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
DEPARTAMENTO MMI
PAMPLONA, 2021**

AGRADECIMIENTOS

Empiezo agradeciendo al dador de vida Dios por darme salud y sabiduría para afrontar cada uno de los retos en mi camino hacia la meta de ser profesional.

Dedico este gran triunfo a mis padres que fueron los pilares de mi formación profesional tanto económicamente como emocionalmente ayudándome en momentos donde a veces se tornaba difícil el camino.

A mi hija y esposa, como motivación a seguir avanzado como profesional y en lo personal para no solo ser una persona con conocimientos sino un ser humano que es empático hacia su entorno, además por entender que debía sacrificar tiempo valioso en familia para lograr mi meta.

A la empresa PSIG SAS por brindarme la oportunidad de crecer y ampliar mis conocimientos el mundo empresarial.

A la Universidad de Pamplona, por abrir las puertas y brindarme espacios y personal adecuado para no solo la formación como ingeniero, sino como persona antes que profesional.

Al director de tesis Oswald Albeiro Vera Mogollón, por el acompañamiento y asesoría para el desarrollo de esta tesis, Demostrando su cálida como profesional.

Así mismo a cada uno de los que siempre participaron activamente en mi crecimiento profesional a través de la motivación, el apoyo, a quienes de la mano de Dios inspiró la efectiva culminación y termino de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO.....	10
RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJOINVESTIGACIÓN.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICAION.....	15
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES	16
2. MARCOS REFERENCIALES.....	17
2.1. MARCO TEORICO	18
2.1.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	18
2.1.1.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	20
2.1.1.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO	21
2.1.1.3 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	21
2.1.2 EQUIPOS TRANSMISORES E INDICADORES DE NIVEL Y ACTUADORES NEUMÁTICOS	22
2.1.2.1 EQUIPOS TRANSMISORES E INDICADORES DE NIVEL	22
2.1.2.2 Actuadores neumáticos	25
2.1.2.3 CILINDROS NEUMATICOS	27
2.1.2.4 Motores NEUMÁTICOS.....	29
2.1.3 COMPRESORES.....	31
2.1.3.1 USOS DE UN COMPRESOR.....	32
2.1.3.2 TIPOS DE COPRESORES	32
2.2. MARCO CONCEPTUA.....	35
2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	35
2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)	36
2.2.3 MANTENIMIENTO PREDECTIVO	39
2.3. MARCO GEOGRAFICO Y DESCRIPCION DE LA PLANTA COMPRESORA LOS PINOS...40	
2.3.1 EQUIPOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE COMPRESIÓN	41

2.4.	MARCO LEGAL.....	44
2.5.	MARCO AMBIENTAL.....	44
3.	DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....	41
3.1.	DESCRIPCION DE LA PLANTA COMPRESORA LOS PINOS	46
3.2.	ETAPAS DEL TRABAJO SEGÚN OBJETIVOS PROPUESTOS	47
3.2.1	PRIMER OBJETIVO. EVALUAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TRANSMISORES INDICADORES DE NIVEL Y ACTUADORES NEUMÁTICOS	47
3.2.1.1	EVALUACIÓN DE LOS TRANSMISORES INDICADORES DE NIVEL	47
3.2.1.2	EVALUACIÓN DE LOS ACTUADORES.....	55
3.2.2	SEGUNDO OBJETIVO. DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES PROGRAMADAS Y CORRECTIVAS. GENERAR LOS REGISTROS DE INFORMACIÓN DE LAS INTERVENCIONES	58
3.2.2.1	MANTENIMIENTO LIT.....	58
3.2.2.2	MANTENIMIENTO DE ACTUADORES.....	62
3.2.2.3	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	64
3.2.3	TERCER OBJETIVO. EVALUAR LAS FALLAS ENCONTRADAS CON EL PRÓPOSITO DE ACTUALIZAR Y MEJORAR EL PROCESO DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO QUE SE ESTA IMPLEMENTANDO	64
4.	RESULTADOS.....	68
5.	CONCLUSIONES.....	69
6.	RECOMENDACIONES.....	70
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
8.	ANEXOS.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Traductor.....	23
Figura 2. Tipos de sensores.....	25
Figura 3. Sistema de producción neumático.....	26
Figura 4. Cilindros de simple efectos	28
Figura 5. Cilindro de doble efecto.....	28
Figura 6. Motor neumático de engranaje	30
Figura 7. Motor neumático axial.....	31
Figura 8. Motor neumático de paletas	31
Figura 9. Compresor axial	32
Figura 10. Compresor rotativo de alta y baja presión	33
Figura 11. Compresores centrífugos.....	34
Figura 12. Compresores reciprocantes	34
Figura 13. Implementación del mantenimiento preventivo.....	37
Figura 14. Fases para la aplicación de un plan de Mantenimiento Preventivo	38
Figura 15. Técnicas predictivas	40
Figura 16. Motor Waukesha L5794GSI	42
Figura 17. Compresor Ariel JGT/4.....	43
Figura 18. Estación compresora los Pinos.....	43
Figura 19. Transmisor Eclipse Modelo 706 GWR.....	48
Figura 20. Transmisor Eclipse Modelo 706 GWR (Teoría de Funcionamiento).....	48
Figura 21. Indicador de hallazgo del Checklist.....	51
Figura 22. Trasmisor Indicador de Nivel Magnetostrictivos.....	51
Figura 23. Trasmisor Indicador de Nivel Magnetostrictivos.....	51
Figura 24. Transmisor Rosemount 3031CD	53
Figura 25. Checklist transmisor Rosemount 3051CD	55
Figura 26. Actuadores neumáticos con yugo escocés LPC	55
Figura 27. LPS con bomba de mano Hidráulica.....	57
Figura 28. LPS con tornillo de apriete.....	57
Figura 29. Indicador del Checklist – fallas encontradas.....	58
Figura 30. Manómetro de actuadores	58
Figura 31. Programa evaluador de fallas.....	64
Figura 32. Interfaz botón de equipos.....	66
Figura 33. Registro de equipos	66
Figura 34. Historial de fallas en los equipos	66
Figura 35. Programa para agregar repuestos.....	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas vs Desventajas del Mantenimiento correctivo	35
Tabla 2. Ventajas vs Desventaja del Mantenimiento preventivo	38
Tabla 3. Checklis de evaluación para transmisor indicador de nivel modelo 706 GWR	50
Tabla 4. Checklis de evaluación para transmisor indicador de nivel Magnetostrictivos	52
Tabla 5. Checklist transmisor Rosemount 3051CD.....	54
Tabla 6. Torque y presiones neumáticas	56
Tabla 7. Checklist de actuadores	56
Tabla 8. Actividad de mantenimiento en los transmisores de Nivel.....	57
Tabla 9. Actividad de Mantenimiento en los Actuadores.....	60
Tabla 10. Interfaz botón de equipos.....	62
Tabla 11. Historial de fallas en los equipos.....	65
Tabla 12. Actividad de planificación para la realización del mantenimiento	68

ANEXOS

Anexo 1. Checklist de Trasmisor Indicador de Nivel Eclipse Modelo 706 GWR	74
Anexo 2. Checklist transmisor indicador de nivel JM4.....	75
Anexo 3. Ejemplo de llenado del Checklist equipo Rosemount 3051 CD	76
Anexo 4. Ejemplo de llenado checklist según fabricante para actuadores.....	77
Anexo 5. Checklist de mantenimiento para Transmisores Indicadores de Nivel	78
Anexo 6. Orden de trabajo.....	79
Anexo 7. Tabla Indicador de Diagnóstico.....	82
Anexo 8. Registro fotográfico	84

GLOSARIO

Mantenimiento: “Son todas las acciones técnicas destinada a conservar equipos e instalaciones que se encuentren activas y brindarles una mayor duración de tiempo para una mayor disponibilidad y alto rendimiento.”

Instrumentos: “es la variedad de herramientas que son utilizadas para desarrollar diferentes series de actividades que se realizan en una empresa.”

Calibración o averías:” Es la comparación de la lectura de un instrumento u equipo de medición que se está calibrando con la lectura arrojada por un instrumento de referencia o también llamado patrón.”

Transmisores: Son instrumentos indicadores que captan el registro de un equipo que emite señal, a través de un medio.

Controles: “Es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorizar un proceso, máquina o dispositivo que habitualmente cumple funciones o tareas repetitivas.”

Máquinas eléctricas: “Son aparatos capaces de transformar energía mecánica en eléctrica (generador), o energía eléctrica en mecánica (motor).”

Alternador de respaldo de Energía: “Son los dispositivos electrónicos que logran garantizar el suministro de energía eléctrica para industrias, hogar, comercio.”

Válvulas: “Tienen como objetivo inspeccionar el sistema de tuberías y el actuar del fluido cuando se da la apertura y el cierre de este, evitando la congestión de la zona del paso o mezcla del mismo.”

Bombas Diésel: “Esa es la encargada de insertar el combustible, a una alta presión por medio de cámaras de combustión de los distintos cilindros del motor.”

Planta compresora de gas. “Está diseñada para eliminar los componentes más pesados y valioso del metano en el flujo del gas.”

Normativa: “Es la cohorte de leyes que regula un ámbito determinado y que se deben cumplir con todos los requisitos exigidos en las normas.”

Inspección: “Se da por medio de un dictamen, acompañada de medición, ensayo/prueba o comparación con patrones.”

Reporte de un proceso: “Se usa para conocer la situación actual de una empresa y se toma como evaluación para hallar las fallas y crear estrategias tácticas para alcanzar el éxito.”

Registro fotográfico: “Es el proceso de transformación de diferentes conjuntos de datos a un sistema de coordenadas.”

Riesgos: “Probabilidad de que ocurra algún hecho indeseable.”

Permiso de trabajo: “Es la que aprueba por medio escrito la ubicación y el tipo de trabajo que se vaya a realizar.”

Equipo de protección (EPP): “Es el equipamiento importante para preservar la vida del trabajador y prevenir accidentes laborales.”

Sistema SCADA: “Es un software que creo para ser aplicado a la gestión de datos para verificar la productividad de una empresa, con referencia a las variables dentro del proceso de automatización y desarrollo.”

RESUMEN

TITULO: DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN EQUIPOS TRANSMISORES E INDICADORES DE NIVEL Y ACTUADORES NEUMATICOS, DE LA PLANTA COMPRESORA DE GAS" LOS PINOS", DE LA EMPRESA PROMIORIENTE, BARRANCABERMEJA – SANTANDER.

AUTOR: OSCAR FERNANDO ACEVEDO SALAZAR

PALABRAS CLAVES: Instrumentación, mantenimiento, maquina compresoras, SCADA.

DESCRIPCION: De acuerdo a lo solicitado para la realización de las prácticas empresariales, considerando, la importancia del mantenimiento se realizará un reconocimiento de los instrumentos que se encontró en la estación , transmisores, válvulas, maquinas eléctricas, bombas Diésel, generador de respaldo energía y demás equipos que se encuentren en la planta seguidamente se revisara los manuales de estos equipos constatando los pasos a seguir para su debido mantenimiento e inspección aplicando la normativa utilizando los equipos de protección correspondiente para cada caso firmando un permiso de trabajo donde se especifican estos riegos y los controles pertinentes. Luego se efectuará un registro fotográfico descripción y reporte del proceso aplicado a cada instrumento y la calibración si llegara hacer necesario. De esta manera beneficiando la planta reduciendo a el menor tiempo posible la parada de la misma por fallas o averías y alargando la vida útil de los instrumentos

Se hará una interacción hombre maquina en el cuarto de control donde se registra datos de la maquinas compresora y la estación como tal al igual que el control de la planta desde un sistema SCADA de esta manera llevando un manejo o contabilidad de la planta para hacer mantenimientos preventivos de acuerdo a las horas trabajadas de los equipos

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPMENT OF MAINTENANCE IN TRANSMITTING EQUIPMENT AND LEVEL INDICATORS AND PNEUMATIC ACTUATORS, OF THE “LOS PINOS” GAS COMPRESSOR PLANT, OF THE PROMIORIENTE COMPANY, BARRANCABERMEJA – SANTANDER.

AUTHOR: OSCAR FERNANDO ACEVEDO SALAZAR.

KEY WORDS: Instrumentation, maintenance, compressor machine, SCADA.

DESCRIPTION: According to what was requested to carry out business practices, considering the importance of maintenance, a survey will be carried out of the instruments found in the station, transmitters, valves, electrical machines, Diesel pumps, backup power generator and other equipment. that are in the plant, then the manuals of this equipment will be reviewed, noting the steps to follow for their due maintenance and inspection, applying the regulations using the corresponding protective equipment for each case, signing a work permit where these risks and controls are specified relevant. Then a photographic record will be made, description and report of the process applied to each instrument and the calibration if necessary. In this way, benefiting the plant by reducing its shutdown due to faults or breakdowns in the shortest possible time and extending the useful life of the instruments.

A man-machine interaction will be made in the control room where data from the compressor machines and the station as such is recorded as well as the control of the plant from a SCADA system in this way, keeping a management or accounting of the plant for maintenance. preventive measures according to the hours worked by the teams.

INTRODUCCION

El mantenimiento como medio alternativo para que los equipos, máquinas e instalaciones de una empresa funcionen en óptimas condiciones, estos deben entrar en un plan de mantenimiento para aumentar la vida útil de los mismos.

El mantenimiento, es la técnica que se usa para aplicar las operaciones dirigidas a la preservación de bienes materiales, y de esta manera prolongar la vida útil de los equipos. Toda clase de mantenimiento es programado por medio de frecuencias, fechas y horario, y los responsables de llevar a cabo esta actividad (trabajadores con experiencia).

Las ventajas que deja después que se realiza el mantenimiento a equipos y maquinarias, es que estos no pierden su garantía con el servicio, reduciendo con el tiempo reparaciones complicadas y daños a los mismos, disminuyendo costos innecesarios a la empresa, garantizando que los equipos y maquinarias queden en estado óptimo y calibrados de acuerdo a las normas establecidas por el fabricante. A esto le suma la prolongación de vida útil del equipo y obteniendo el rendimiento deseado.

Por tal motivo, la empresa Promioriente, ubicada en la ciudad de Barrancabermeja departamento de Santander, está constituida por una Planta Compresora de Gas llamada los Pinos, planta que debe estar en óptimas condiciones para realizar los proceso de compresión de manera eficaz y eficiente; por lo que se considera de vital importancia que dentro de los programas de acción se desarrolle y se ejecute un Plan de Mantenimiento Preventivo y correctivo donde contribuya a mejorar las operaciones de producción. Para lograr dichas detecciones este plan al éxito y crecimiento de la compañía

La razón fundamental para que esto se dé es la unión de esfuerzos de empresa y calidad humana y que ambas partes contribuyan al normal y seguro funcionamiento de la planta. El aporte de la elaboración para un **DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO EN EQUIPOS TRANSMISORES E INDICADORES DE NIVEL Y ACTUADORES NEUMATICOS, DE LA PLANTA COMPRESORA DE GAS" LOS PINOS", DE LA EMPRESA PROMIORIENTE, BARRANCABERMEJA – SANTANDER**, es un plan necesario y de beneficio primario para los equipos que componen esta planta, así pues, se busca ejecutar y que esta sea real para llevar a cabo lo planeado y programado, para evitar que a futuro se presenten paradas en la empresa y puedan afectar el buen funcionamiento y el proceso de producción con la preocupación que disminuya la calidad del producto final. Por otro lado, busca de igual manera brindar y mantener una alta disponibilidad en los equipos, para que estos estén

en condiciones aptas y operen adecuadamente. Así mismo, se direcciona por esta planta compresora que es el punto de inicio para el desarrollo del mantenimiento. y eje de este proyecto El aporte como estudiante por medio de las pasantías, es brindar lo aprendido en lo teórico para el bien de esta compañía que abrió sus puertas para que la parte teórica pueda llevarse a cabo con la práctica.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

Hoy en día el interés de una empresa en conocer el estado de sus equipos y máquinas, ha llevado que, dentro de sus programas, incluyan a escala de necesidad el mantenimiento; para hallar a prontitud fallas y deficiencias que puedan detener el funcionamiento de las mismas y conlleven, a la reducción de pérdida de la producción y costo beneficios a la empresa.

En el proceso de la realización de un mantenimiento, la importancia de este, toma una gran relevancia ya que esta actividad ayuda a que la vida de estos mobiliarios prolongue su utilidad. Se busca con el mantenimiento que sea base para garantizar la disponibilidad y eficiencia de estos, influyen directamente al beneficio y crecimiento de la misma, en unión al factor humano que es primordial en una empresa.

El mantenimiento consiste en adoptar un conjunto de acciones y actividades con el fin de prolongar la vida útil de los bienes físicos.

La Planta Compresora de Gas los Pinos, ubicada en la Vereda Campo Galán, perteneciente a la ciudad de Barrancabermeja, es la planta encargada de ingresar al sistema nacional de transporte de gas, el excedente del gasoducto Gibraltar-Bucaramanga –Payoa. Por lo tanto, toda su instrumentación y equipos encargados del recibo, compresión y despacho, debe estar disponible para cuando se requiera entrar en funcionamiento. La realización del mantenimiento preventivo e inspección de equipos es fundamental para la planta.

La finalidad del mantenimiento en la planta compresora de gas los pinos, será de gran ayuda, y soporte técnico a ingenieros y personal operativo, que estén a cargo de llevar a cabo esta acción de mantenimiento a los equipos y/o máquinas durante todo el proceso.

Por lo antes expuesto, surge el siguiente interrogante. ¿El desarrollo del mantenimiento en equipos transmisores e indicadores de nivel y actuadores neumáticos, de la planta compresora de gas los pinos, se están evaluando debidamente en qué estado se encuentran estos, para la seguridad y marcha en la planta?.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los protocolos de Mantenimiento de la Planta Compresora de Gas los Pinos de la Empresa Premoriente, Barrancabermeja (Santander).

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el correcto funcionamiento de los transmisores indicadores de nivel y actuadores neumáticos de la planta Compresora los pinos.
- Desarrollar las actividades programadas y correctivas y generar los registros de información de las intervenciones.
- Evaluar las fallas encontradas con el propósito de actualizar y mejorar el proceso de inspección y mantenimiento que se está implementando.

1.3 ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

El mantenimiento ha demostrado históricamente ser fundamental para las empresas que trabajan en la producción industrial. Debido a esto, permite que los procesos se lleven a cabo de manera satisfactoria y aumente la vida útil de los equipos e instrumentos de la empresa y de esta manera llegar a prevenir posibles accidentes laborales.

En la investigación nombrada “MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN COMPRESIÓN DE GAS DE LA SABANA” por el autor David Ricardo Torra Rodríguez, para optar el título de Especialista de Ingeniería del Gas, elaboro un manual para operación de manera segura y los posibles impactos ambientales que se puede generar en el desarrollo de su operación. (Rodríguez, 2017)

En la misma línea de investigación y conocido como “OPTIMIZACIÓN AL MANTENIMIENTO DE LAS ESTACIONES DE SERVICIO DE LA EMPRESA SURPETROIL S.A.S.” por el autor Camilo Andrés Gasca Barrios y Cesar Hernando Veloza Acosta para optar el título de Ingeniero Mecánico, proponen realizar un diagnóstico, evaluación de fallas y el análisis de las más frecuentes catastróficas y críticas para los equipos, diseñó y elabora formatos, estrategias y cronogramas del plan de mantenimiento, con esto logro reducir 65.85 las fallas de la empresa. (Veloza, 2016).

Por otro lado el proyecto “GUÍA PARA LA SELECCIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE COMPRESORES RECIPROCANTES DE GAS” por el autor Jhon Nicolás Arias Gómez para el título de Especialista de Ingeniería del

Gas, en el cual resalta la norma API 618 para el mantenimiento instalación y compra de compresores reciprocantes, al igual que recalca la importancia de hacer mantenimiento a estos equipos respetando los tiempos pertinentes. (Gómez, 2016)

Por una parte la Propuesta de GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA REDUCIR LAS FALLAS EN LOS MOTORES DE COMPRESIÓN DE GAS DE LA EMPRESA CONFIPETROL ANDINA S.A, LOTE X, EL ALTO – 2018, del autor Jhonny Rafael Vilchez Rivas, para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial, que incluye una recomendación sobre la gestión del mantenimiento basada en la confiabilidad para reducir las fallas de los compresores según los modos de falla y el análisis de eficiencia de nueve compresores operados por la empresa. (Vilchez Rivas, 2019). Argumentan que para aumentar la disponibilidad, la confiabilidad y la mantenibilidad, esto da como resultado una reducción de 617 horas a 127 horas de mantenimiento anual.

Por otro lado, la empresa PSIG SAS, es una empresa contratista que su sede principal está ubicada en Barrancabermeja y está enfocada a la parte de operación, automatización, montajes mecánicos, instrumentación y mantenimiento en la industria oíl & gas al igual que aplicaciones comerciales en el sector público y/o privado. La empresa cuenta con una gran experiencia en toda la parte de montajes de plantas compresoras de gas lo cual comprende diseño, instrumentación, montaje mecánico, redes de transmisión eléctricas, instrumentación, sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemas de protección fire & gas dejándolas totalmente actas para la operación y debido a que es una empresa integral también realiza el mantenimiento y operación de las mismas si llegase ser solicitado. (PROYECTOS Y SERVICIOS DE GAS, <http://www.psigltda.com/PrincipalEspanol.html>, 2019).

Siguiendo la misma línea, la estación Compresora los pinos queda ubicada vía el llanito corregimiento de Barrancabermeja, esta estación es la encargada de la distribución del gas recibe el gas de la red proveniente de Gibraltar, el fin de esta planta es que el gas llegue a Bogotá y todo el país con la presión suficiente para su transporte esta estación cuenta con dos compresores cada uno con la facultada de comprimir 13 MMPCSD (Miles De Millones Pies Cúbicos Estándar Por Día) de gas natural, en el momento la estación cuenta con una capacidad para comprimir 26 MMPCSD pero está planeada a futuro llegar a los 52 MMPCSD. (E.S.P., 2018).

2. MARCO DE REFERENCIAS

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 Historia del mantenimiento

El termino mantenimiento se utiliza para referirse a las acciones que no permiten asegurar el correcto y prolongado uso de los equipos, máquinas, instalaciones y servicios. (Muñoz Abella, 2013) hace referencia a que en el año 1925 se hizo evidente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento sobre una base científica. Se empezó a pensar en las ventajas de adelantarse a las fallas, daño o desgaste antes de que estas aparecieran, para evitar la interrupción del proceso productivo, de ahí el concepto de mantenimiento preventivo. Desde el inicio de la década de los sesenta, debido al incremento de las industrias electrónica, aeroespacial y aviación, surge el mantenimiento predictivo, en el que el Área de Ingeniería Mecánica de Mantenimiento Industrial, la intervención ya no depende del uptime sino del estado o condición real. del equipo o sus componentes y la confiabilidad determinada del sistema.

El mantenimiento se enfrenta ahora a lo que se puede llamar la tercera generación, con controles electrónicos y equipos de prueba muy fiables que pueden determinar el estado real del equipo mediante la medición periódica o continua de determinados parámetros: vibración, ruido, temperatura, físico, química Analítica, tecnología, ultrasonidos, Endoscopia, etc Y aplicándolo al mantenimiento de los sistemas informáticos de información, es posible acumular experiencia experimental y desarrollar sistemas de procesamiento de datos, y se cree que este desarrollo conducirá al mantenimiento futuro. el uso de sistemas expertos e inteligencia artificial, ha llevado a cabo una amplia gama de actividades en el diagnóstico de mantenimiento en condiciones difíciles.

Por otro lado, se han producido cambios en las políticas de mantenimiento marcadas por las leyes de seguridad y salud en el trabajo y presiones ambientales, tales como equipos de alcantarillado, equipos de minería, factores limitantes y equipos de atenuación e inspección de ruido. , controlan y advierten que se espera que los costos de mantenimiento aumenten gradualmente, lo que conducirá a la producción de productos más fáciles de mantener y más confiables (Muñoz Abella, 2013).

2.1.1.1 Generalidades del mantenimiento

El propósito del mantenimiento es que los equipos puedan trabajar de manera continua y con su mejor rendimiento, para esto se realiza unas acciones para corregir factores que puede estar afectando su correcto funcionamiento y puedan llevar al deterioro de la maquina equipo o instalación (Dounce Villanueva, 2000)
Explica que cada máquina debe tener la menor intervención, ya que la máquina modificada puede no ser compatible con el proyecto original, esto no quiere decir que la máquina haya sido descuidada, hay tres pasos según la construcción:

- Evaluar el estado de la máquina su funcionamiento
- Descartar fallas
- Ver la máquina como un todo funcional

Con respecto a lo anterior se da paso al tipo de mantenimiento a proceder:

El mantenimiento preventivo establece puntos de control donde se deben realizar controles, prediciendo fallas de la máquina que interrumpirán el funcionamiento del equipo. El mantenimiento correctivo no anticipa problemas potenciales y requiere reparación, pero es costoso porque requiere tiempo de inactividad y reparaciones costosas que ocurren en circunstancias impredecibles.

A medida que las empresas gestionen el mantenimiento preventivo, la realización del mantenimiento correctivo se verá muy reducida, aunque no se eliminará por completo, pero sí reducirá los costes de proceso y mano de obra. Otro elemento importante del mantenimiento se utiliza cuando el equipo falla de manera impredecible. En otras palabras, el talento humano se preocupa principalmente por la prevención de fallas y la productividad de las máquinas (Dounce Villanueva, 2000).

2.1.1.2 Objetivo del mantenimiento

Se realizan trabajos de mantenimiento de instalaciones fijas y móviles, de equipos y maquinarias, de edificaciones específicas industriales, comerciales o de servicios, de obras en superficie y de cualquier otra clase de activos productivos. (Muñoz Abella, 2013)

El mantenimiento industrial se puede resumir en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y corregir defectos sobre los bienes cuando sea necesario
- Minimizar la gravedad de los defectos inevitables
- Evitar paradas de producción.
- Prevenir accidentes.

- Evitar incidentes y potenciar la seguridad personal.
- Mantener los activos de producción en condiciones de operación seguras y preestablecidas.
- Reducir costes.
- Alcanzar o extender la vida útil de los activos (Muñoz Abella, 2013).

2.1.1.3 Administración del mantenimiento

La gerencia de la fábrica debe tener en cuenta la gestión del mantenimiento, de acuerdo con las características requeridas y los planes de implementación del servicio, los procedimientos deben estructurarse e implementarse, deben tener cuenta de las máquinas con condición grave y las de menor intervención contemplar otros aspectos de la planificación del mantenimiento; la planificación del mantenimiento no tiene procedimientos específicos, se implementa en función de su importancia en el proceso de fabricación, el tiempo de reparación y su impacto económico en la organización (Basabe, 2009). Considera que el plan de mantenimiento va de acuerdo a las características, necesidades y funciones de cada organización.

Los programas para realizar el mantenimiento preventivo según Dounce (1998) se dividen en:

- Programas de visitas. Estas son instrucciones que le permiten conocer la ubicación, la fecha y la frecuencia de las visitas programadas en un de mantenimiento que se enfoca en la función de cada máquina.
- Programas de inspecciones, pruebas y rutinas. Son informes de control asociados a una hoja de instrucciones definida con datos lo suficientemente claros sobre el funcionamiento de la máquina para encontrar posibles problemas.
- Programas de reconstrucción. Indican los cambios periódicos de piezas que se le deben realizar al equipo por desgaste que se encuentran para reemplazo.

Después de resolver el mantenimiento, la función y la responsabilidad de las operaciones y equipos apropiados se organizan, lo que facilita las tareas de De acuerdo con los planes diseñados, se propone que la implementación e inicio de estos programas se dirija a todo el personal relevante, permitiendo la participación de la gerencia para lograr los resultados y expectativas.

Durante la fase de inspección, se necesita la asistencia del operador de la máquina para complementar los informes relacionados con el plan de mantenimiento.

La recolección de estos datos va de la mano con indicadores que muestran el desempeño del departamento de mantenimiento de forma clara. los programas de mantenimiento tienen obstáculos en la parte administrativa, se debe seleccionar un buen sistema que nos pueda indicar dónde estamos y hacia dónde vamos, para

evitar trámites complicados y tediosos, para facilitar la comodidad para el registro de información. Se debe enfatizar la importancia del mantenimiento para las organizaciones en operaciones de alto impacto respaldadas por maquinaria pesada, mayor confiabilidad, menor tiempo de inactividad, mayor vida útil y vida útil de maquinaria y equipo, reduciendo las fallas de planta que las provocan.

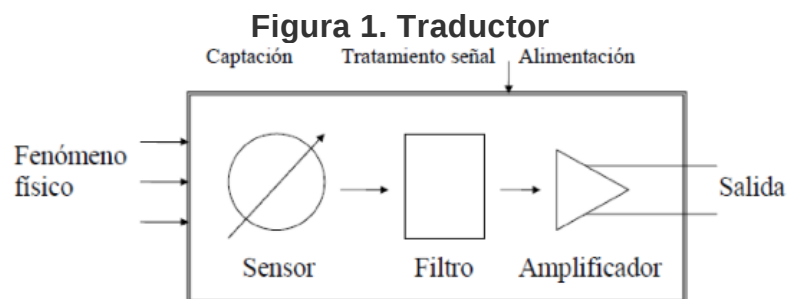
Otras ventajas de un plan de mantenimiento preventivo es la reducción de las piezas o partes del almacén, la igualdad de trabajo del personal de mantenimiento y la reducción de los costos de reparación (Basabe y Bejarano, 2009).

2.1.2 Equipos transmisores e indicadores de nivel y actuadores neumáticos

2.1.2.1 Equipos transmisores e indicadores de nivel

Un sensor es un dispositivo que cuantifica una magnitud física (Longitud, presión, volumen). estas cantidades físicas no son necesariamente eléctricas, por lo que es necesario la ayuda de los transductores.

Un transductor es el dispositivo encargado de convertir una manifestación de energía en otra diferente, por ejemplo, una señal no eléctrica en eléctrica de según sus parámetros (voltaje, corriente, frecuencia) de los que obtenemos información sobre la magnitud medida (Brunete, 2020). Dado que las señales eléctricas son pequeñas es necesario de un circuito electrónico para su amplificación y que el elemento de control lo pueda tomar de una manera óptima y realizar las acciones correspondientes.



Fuente. Alberto Brunete, Pablo San Segundo y Rebeca Herrero. Introducción a la automatización industrial, Madrid, 2021, Editorial, Universidad Politécnica de Madrid.

La figura 1, explica o muestra cómo es la composición de un sensor de nivel para detectar la cantidad de líquidos, sólidos fluidizados, materiales granulares y polvos que se presenten en un tanque u otro recipiente.

Características de los sensores

Según el modo de operación del sensor, se distingue dos grupos de características:

- a. Características Estáticas (cuando hay una posición fija en la variable a medir o ésta cambia lentamente):
 - Campo de medida: rango de valores del objeto físico que puede medir el sensor
 - Sensibilidad: es la variación de lo que se mida y el valor arrojado por el sensor
 - Resolución: es la medida mas pequeña de la magnitud física que puede arrojar el sensor.
 - Umbral: mínimo valor de la magnitud física medida que admite el sensor
 - Precisión: es el error máximo que se puede llegar a esperar en el sensor (obtener el mismo resultado en diferente mediciones si el sensor es preciso el desfase de resultados es mínimo)
 - Exactitud: diferencia que existe entre la magnitud física medida y el valor arrojado por el sensor (si el sensor es exacto, las medidas serán muy similares)
 - Repetitividad: es la capacidad del sensor de entregar la misma lectura al medir varias veces la misma entrada con el mismo sensor y en idénticas condiciones ambientales.
 - Linealidad: proporción que hay entre la variable medida y el sensor
 - Histéresis: diferentes valores en la medición de la magnitud física arrojadas por el sensor cuando la variable sigue siendo la misma.
- b. Características dinámicas (relativas a un régimen transitorio de la variable a medir).
 - Velocidad de respuesta (tiempo de subida / de retardo): capacidad para que la señal de salida detecte los cambios en la señal de entrada en un tiempo mínimo.
 - Respuesta en frecuencia:
capacidad del sensor para seguir las variaciones de salida cuando se estimula la entrada con respecto a la frecuencia (Brunete, 2020).

Clasificación de los sensores

Los sensores se pueden clasificar de acuerdo con un conjunto de características diferentes y no excluyentes, según:

- Principio físico de funcionamiento: final de carrera, termo resistivos, capacitivos, inductivos, etc.
- Aporte de energía: activo/pasivo. Los sensores activos no requieren de una fuente externa para genera la señal de salida (Termoeléctrico, fotoeléctrico, piezoeléctrico). Los sensores que necesitan de una fuente externa para poder funcionar se denominan como pasivos (Resistivos, Capacitivos, Inductivos) (Brunete, 2020).
- Señal eléctrica generada: encontramos de dos tipos de sensores debido a la señal generada:
 - Análogica** toman valores dentro de un rango determinado y se necesitan circuito de acondicionamiento
 - Digitales** toman un número finito de valores.
- Magnitud medida: Distancia, nivel, temperatura, tiempo, velocidad, caudal, etc.
- Rango de valores que proporciona: El sensor de medición emite todos los valores posibles correspondientes a cada valor de entrada (sensor termistor analógico). Los sensores de encendido/apagado para sistemas discretos detectan si la amplitud es mayor que un cierto valor.(Brunete, 2020) Su salida solo puede tener 2 valores distintos.

Tipos de sensores

- Interruptores de acción mecánica. Se activan por contacto físico y una fuerza ejercida sobre una parte concreta del mismo.
- Sensores de proximidad sin contacto este sensor se activa mediante una acción que no requiere contacto como optoelectrónicos, inductivos capacitivos y ultrasónicos (Brunete, 2020).
- Sensores de proximidad inductivos. Los sensores inductivos detectan la presencia de cualquier objeto en materiales conductores sin contacto físico y operan en base a la influencia de ciertos metales y semiconductores de la materia.
- Sensores capacitivos de proximidad. Estos sensores se basan en la interacción entre el objeto detectado y el campo electrostático generado por el propio sensor. Funciona como una carcasa inductiva, pero ahora el sensor es un capacitor (Brunete, 2020).
- Sensores optoelectrónicos de proximidad. Estos son sensores que detectan la presencia de un objeto a través de fenómenos que están vinculados a la luz. Estos sensores también se conocen como fotocélulas, sensores ópticos o detectores fotovoltaicos.
- Sensores ultrasónicos de proximidad. Estos sensores funcionan con una señal de audio con una frecuencia superior al valor audible por humanos, 20 kHz, ondas ultrasónicas (generalmente limitadas al rango de frecuencia 20 kHz-250 kHz)
- Sensores de posición. La posición y el progreso de un objeto en el proceso de producción son datos que a menudo se quiere saber para el control del

proceso. Dependiendo del rango de distancias de trabajo (que puede variar desde unas pocas centésimas de milímetro hasta decenas de metros), se utilizan sensores basados en diferentes principios físicos. (Brunete, 2020).

Figura 2. Tipos de sensores



Fuente. Escomez, Rocío Isabelle. Revista educativa CursosOnlineWeb.com, (2015, 09). Clases de sensores. Obtenido en fecha 10-02-2022, sitio web: <https://cursosonlineweb.com/sensores.html>.

La figura 2, detalla los diferentes tipos de sensores que interpretan la información que llega desde el exterior por medio de impulsos eléctricos, y emite una respuesta generalmente eléctrica, que es posible manipular y cuantificar.

2.1.2.2 Actuadores neumáticos

Es el encargado de convertir las señales eléctricas y la energía del aire comprimido en energía mecánica de mayor potencia (Brunete, 2020).

Un actuador es la interfaz entre las señales de control de un dispositivo de control, como un PLC, y el mismo proceso industrial. Según la fuente de alimentación del accionamiento, se pueden distinguir tres tipos de actuadores: eléctricos, neumáticos (aire) e hidráulicos (aceite).

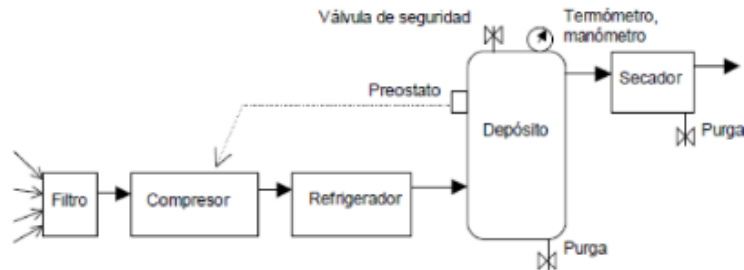
Sistema de producción y distribución de aire comprimido

El aire se comprime para aumentar la presión, normalmente 6 bar, y luego se envía al elemento actuador, donde se expande (reduce la presión) y crea movimiento (Brunete, 2020). El compresor aspira aire del medio entrante y reduce su volumen a través de:

- Compresor de desplazamiento positivo (reduce el volumen de aire)
- Compresor tubo compresor (convierte velocidad en presión)

Para evitar que las partículas sólidas y el vapor de agua del aire dañen el dispositivo, es necesario filtrar, secar y lubricar el aire. Los actuadores se clasifican según la fuente de alimentación para su funcionamiento: eléctricos, neumáticos (aire) e hidráulicos (aceite). (Brunete, 2020).

Figura 3. Sistema de producción neumático



Fuente. Alberto Brunete, Pablo San Segundo y Rebeca Herrero. Introducción a la automatización industrial, Madrid, 2021, Editorial, Universidad Politécnica de Madrid.

La figura 3, detalla, que un sistema de producción neumático la entrada de aire del compresor a través de un filtro de aire para eliminar las partículas de polvo.

Aparte de una instalación muy sencilla, el aire a presión producido por el compresor no entra directamente al sistema de distribución, sino que se acumula en el tanque de almacenamiento de aire (Brunete, 2020). Explica que su uso es similar al capacitor de gran capacidad que se usa en la etapa final de la fuente de alimentación. Este depósito tiene como funciones más importantes las siguientes:

- Elimina el rizado en la presión del aire, causadas por la naturaleza oscilatoria de algunos compresores (compresores alternativos).
- Evita que el compresor funcione de forma intermitente debido a su capacidad de acumular energía. Para ello, utilice los presostatos fijados en los valores máximo y mínimo, que marcarán la parada y el arranque del compresor, respectivamente.
- Permite el enfriamiento del aire, para que el aire se condense en el fondo del recipiente, donde está la válvula de seguridad.
- La calidad del aire se puede controlar mediante una serie de sensores que se encuentran comúnmente en los tanques de almacenamiento: manómetros, termómetros. Además, para evitar valores de presión peligrosos, los tanques están equipados con válvulas de seguridad limitadoras de presión (Brunete, 2020).

Justo antes de la entrada del aire en cada zona de instalación, se instala una unidad de mantenimiento que cubre una serie de dispositivos de forma compacta y tiene como misión mejorar la calidad del aire acondicionándolo según las necesidades de la región. Las funciones típicas de este equipo son las siguientes:

- Filtrar partículas desde la propia red de distribución. El tamaño típico de las partículas a filtrar es de 10 micras.
- Ajustar la presión reduciéndola a un valor fijo. Por lo tanto, la presión de la red será ligeramente superior a la requerida por el dispositivo.

- En algunos casos se incluyen elementos lubricados por aire, pero cada vez es más común el uso de elementos no lubricados o autolubricados. La lubricación de las partes móviles ofrece ciertas ventajas, como la reducción del desgaste, la reducción de las pérdidas por fricción y la protección contra la corrosión (Brunete, 2020).

2.1.2.3 Cilindros neumáticos

Son los elementos que realizan el trabajo. Su función es convertir la energía del aire comprimido en trabajo mecánico con un movimiento rectilíneo, que consta de un avance y un retroceso.

El cilindro neumático está constituido por:

- Un tubo redondo cerrado por ambos extremos.
- Al émbolo está equipado con una varilla que pasa a través de ambas tapas.

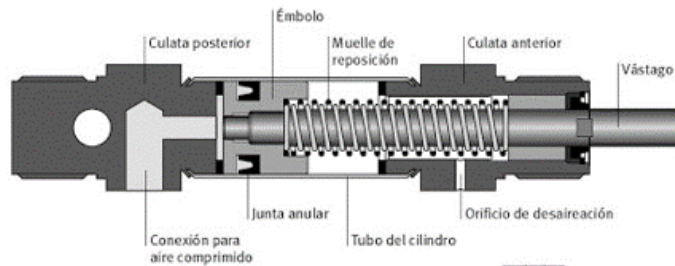
El funcionamiento del cilindro es el siguiente:

- La varilla o vástago avanza cuando, entra aire comprimido por el orificio de la parte trasera para llenarla y así avanzar al vástago.
- Para ello no debe haber aire comprimido en la cámara delantera por lo tanto el aire sale al exterior a través del orificio correspondiente.
- Cuando el vástago del pistón se mueve en la dirección opuesta, el proceso se invierte, permitiendo que el aire entre por los orificios de la tapa delantera y salga por los tubos conectados a la tapa trasera.

Hay diferentes tipos de cilindros. Dependiendo de cómo se retrae el vástago del pistón, los cilindros se dividen en dos:

- a. Cilindro de simple efecto El cilindro de simple efecto solo puede trabajar en una dirección, es decir, el desplazamiento del pistón bajo la presión del aire comprimido se realiza en una dirección, porque su regreso a la posición original lo completa el resorte recuperador. El cilindro está instalado o sujeto a una fuerza externa.

Figura 4. Cilindros de simple efecto



Fuente. Structuralia. Industria, Energía y Medio Ambiente, (01-02-2021). Obtenido en fecha 12-02-2022. sitio web: <https://blog.structuralia.com/cilindros-de-simple-efecto>

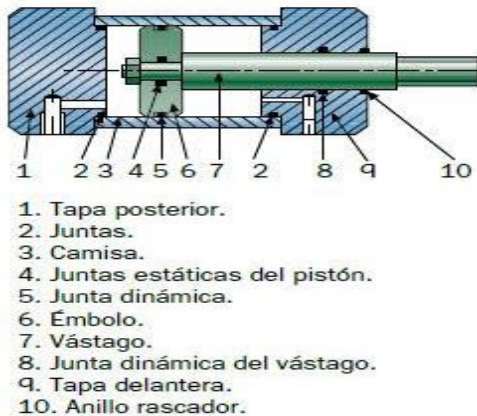
La figura 4, detalla las partes o composición de un cilindro simple efecto.

- b. Cilindro de doble efecto. Cuando decimos doble efecto quiere decir que tanto el movimiento de salida como el de entrada se deben a la acción del aire comprimido, lo que quiere decir que el aire comprimido actúa en las dos cámaras del cilindro, de manera que puede trabajar en la dirección del movimiento.

Los cilindros de doble efecto pueden ser:

- Sin amortiguación
- Con amortiguación

Figura 5. Cilindros de doble efecto



Fuente. Vélez de Guevara, Luis. Makinando – Departamento de tecnología, (07-01-2019). sitio Obtenido en fecha 12-02-2022. web: <https://makinandovelez.wordpress.com>

La figura 5, detalla las partes o composición de un cilindro simple efecto.

2.1.2.4 Motores neumáticos

Se utilizan cuando es necesario realizar giros continuos..

Las ventajas de estos motores son:

- Compacto y ligero: a igual potencia, el peso es más ligero y ocupa menos masa, por lo que tiene una mayor relación potencia/tamaño.
- Sencillo ajuste de par, velocidad o sentido de giro: simplemente cambiando la presión del aire o el caudal. No necesita un convertidor de frecuencia.
- No fallan o no se bloquean en caso de sobrecarga: este error puede persistir por mucho tiempo y luego volver a su valor nominal.
- No producen chispas cuando están en funcionamiento, por lo que pueden trabajar en lugares donde existe un alto riesgo de inflamabilidad.
- Es muy fácil de instalar.
- El par aumenta a medida que aumenta la carga.
- Puede funcionar en cualquier posición: conveniente para su instalación.
- Mínimos costes de mantenimiento.
- No se sobrecalienta en caso de sobre carga
- Son limpios sirve para aplicaciones como la industria farmacéutica y alimenticia.
- Enfría: por circulación de aire.
- Robusto: No se ven afectados por la corrosión, impactos, vibración o calor. Su desempeño es mayor en entornos hostiles.
- Cargando más rápido. La carga del tanque de aire comprimido es mucho más rápido que cargar una batería (Checa Aguilar, 2019).

Tipos de motores neumáticos

- a. Motor de engranajes. Consta de un engranaje que está conectado al eje y el otro está en contacto con aire comprimido esto produce el movimiento. Tiene muy baja eficiencia porque consume más que la transmisión.

Figura 6. Motor Neumático de Engranaje



Fuente. Nils Anthony Checa Aguilar. Construcción, ensamblaje y pruebas de motor neumático. Universidad de Piura. Piura, 2019

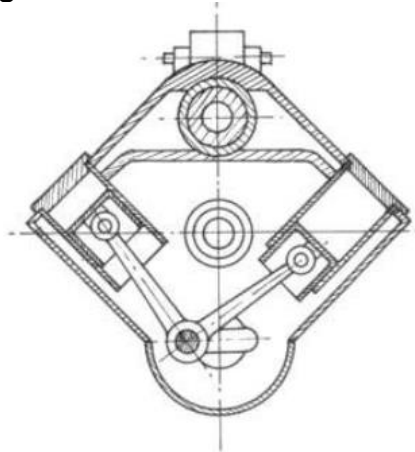
La figura 6, detalla un motor neumático de aire, que realiza trabajo mecánico al expandir el aire comprimido.

- b. Motor de pistones. Por lo general, esta clase de motores neumáticos se usa para trabajos que no requiera velocidad pero si alta carga. Suelen tener entre 4 a 6 pistones, que pueden ser radiales o axiales dependiendo de cómo estén dispuestos los pistones.

Tienen un buen control de velocidad y funciona de la siguiente manera:

- Para el caso axial, convenientemente comprende una entrada de aire en la cámara que contiene el pistón, cuya disposición corresponde a la entrada de aire regulada por el distribuidor.
- Para los motores neumáticos con pistones radiales, se conectan a un mecanismo biela manivela a mediante el cual transmiten el movimiento al eje. Para impulsarse, ingresa aire comprimido al cilindro del pistón, desplazándolo. El movimiento real de uno u otro pistón está regulado por un distribuidor que permite el paso del aire comprimido a través del cilindro (Checa Aguilar, 2019).

Figura 7. Motor Neumático Axial

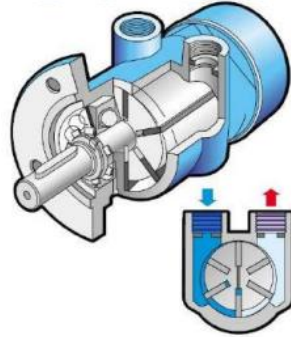


Fuente. Nils Anthony Checa Aguilar. Construcción, ensamblaje y pruebas de motor neumático. Universidad de Piura. Piura, 2019

La figura 7, detalla la imagen de un motor de pistones axiales y que este tiene la capacidad de liberar energía y ayudan a mejorar el consumo de combustible.

- c. Motor de paletas. Consiste en un rotor montado en una carcasa cilíndrica (estator). El rotor, a su vez, tiene cámaras que contienen paletas, que se mueven por la fuerza centrífuga creada por la rotación del rotor. (Checa Aguilar, 2019)

Figura 8. Motor Neumático de Paletas



Fuente. Checa Aguilar, Nils Anthony. Construcción, ensamblaje y pruebas de motor neumático. Universidad de Piura. Piura, 2019

La figura 8, detalla un motor de paletas que convierte el aire comprimido en trabajo mecánico a través de un movimiento rotativo.

2.1.3 Compresores

Es una máquina utilizada básicamente para aumentar la presión del gas de baja a alta presión. Una variante de esta máquina también se utiliza para la producción al vacío; sin embargo, no estudiaremos esta variante ya que la demanda es muy baja (Gómez Rivas, 2014).

2.1.3.1 Usos de un compresor.

Un compresor se utiliza en:

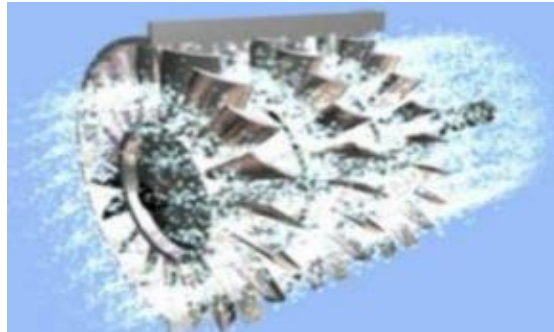
- Transporte de gas desde pozos de producción de baja presión hasta plantas de procesamiento.
- Se comprime el gas para devolverlo yacimiento de petróleo con el fin de aumentar o mantener la presión del pozo.
- Devolver el gas a la formación cuando el propietario desea reducir la proporción gas-petróleo. Algunos estados limitan la cantidad de gas que se puede producir o vender por barril de petróleo producido. Como resultado, los propietarios de pozos que generan demasiado gas por barril de petróleo deben devolver parte del gas a los tanques de almacenamiento para obtener más petróleo.
- Trasladar el gas al punto de consumo.
- Incrementar la presión en la tubería de reserva.
- Aire comprimido para diversos fines en todas las industrias (Gómez Rivas, 2014).

2.1.3.2 Tipos de compresores

a. Compresores Axiales

Consisten en dos conjuntos de paletas axiales, una de las cuales gira mientras que la otra permanece estacionaria. (Gómez Rivas, 2014) manteniendo el flujo de gas paralelo al eje de rotación del compresor. Son compresores pequeños, pero ligeramente más eficientes que las centrífugas. Eficiencia de compresión: Del 75% al 82%.

FIGURA 9. COMPRESOR AXIAL



Fuente.

http://formación.plemadrid.es/descargas/docs/neumática/Neumática_industrial_Parket.pdf

La figura 9. A través del cual el aire o el gas viaja a lo largo del eje del compresor a través de filas de paletas fijas y giratorias.

b. Compresores rotativos

Existen dos tipos de compresores rotativos:

- Compresores rotativos de alta presión. Consisten en dos hélices giratorias que giran en un entorno cerrado sin tocarse entre sí. o son muy sensibles a las propiedades del gas y pueden comprimir gas ligeramente sucio. Eficiencia de compresión: Entre 75 y 80 %.
- Compresores rotativos de baja presión. Se diferencian de los anteriores en el diseño mecánico de las hélices giratorias. El costo es menor que el de alta presión debido al proceso metalúrgico del material. La eficiencia de compresión varía entre 75% y 80%% (Gómez Rivas, 2014).

Figura 10. Compresor Rotativo de Alta y Baja Presión



Alta



Baja

Fuente. Almacenes JJ. Compresores de Alta Presión – nov/3/2021.
<http://www.almacenesjj.com>

La figura 10, Son responsables del refrigerante por una unidad de tiempo que el compresor tiene que bombear. A baja presión, los gases son menos densos que a alta presión, por lo que necesita un mayor desplazamiento para compensar.

c. Compresores Centrífugos

Consisten en una o más hélices que giran a altas velocidades de rotación (miles de revoluciones). Dentro de la caja de impulsores (casing). El flujo circulante dentro de la carcasa de la turbina es continuo.

Estos compresores se caracterizan típicamente por su alta velocidad, pueden comprimir volúmenes de gas natural superiores a 1000 mpcd y el tamaño del equipo no requiere grandes espacios en la planta por un funcionamiento prolongado (18.000 horas de funcionamiento) sin reparaciones importantes. (Gómez Rivas, 2014), argumentando que la alta velocidad de operación lo hace sensible a la densidad del gas, peso molecular y constante isotrópica del gas, siendo el efecto más significativo el aumento de la constante isotrópica del gas. Reducción de peso debido a la reducción de la densidad o el número de moléculas. Una consecuencia directa es un cambio en la relación de compresión (R). Con una eficiencia de compresión entre 70% a 78%.

Figura 11. Compresores Centrífugos



Fuente. MAQPOWER. Compresores Centrífugos –
nov/3/2021compresoreslibresdeaceite.mx/productos/ihl/compresores-centrifugos/

En la figura 11, muestra el compresor centrífugo encargado comprimir grandes volúmenes de gas natural y operar durante periodos largos.

d. Compresor Reciprocantes

Las ventajas operativas de los compresores alternativos los han hecho muy conocidos en las industrias del petróleo crudo y el gas natural. Estos incluyen pistones que se mueven dentro del cilindro hasta que las válvulas de admisión y entrega funcionan según lo diseñado (Gómez Rivas, 2014).

Figura 12. Compresores Reciprocantes



Fuente. HIGH AIR. Compressor Reciprocantes – nov/3/2021
<http://ha-compresor.com/1-2-reciprocating-compressor/>

La figura 12, está dentro de su función recolectar, perforar, inyectar, perforar y transportar el gas.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Mantenimiento Correctivo

Su aplicación se da cuando una máquina o equipo empieza a presentar fallas y este deja de operar. El objetivo principal de este mantenimiento, es encontrar lo que ocasiono la avería y dar prontitud a una solución para poner en curso el equipo, y no afectar la productividad de la empresa.

Se pueden encontrar dos clases o tipos de mantenimiento correctivo:

- El mantenimiento correctivo no programado: se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina, generando la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado.
- El mantenimiento correctivo programado o planificado: se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla (Pérez Rondón, 2021).

Cuadro 1. Ventajas y Desventajas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Alargar la utilidad de los equipos por medio de reformas a cada una de sus partes y de inmediato y así modificar las fallas.	La avería puede manifestarse cuando menos se prevé.
Es inviable encontrar la falla.	Si no se detecta a tiempo una falla estos con el tiempo ocasionan daños irreparables en los equipos.
Sus gastos no son fijos.	Por el alto valor de los repuestos.
En ocasiones no muestran ninguna actividad que pueda mostrar fallas.	No es tan seguro ya que su rendimiento no es tan fiable.
De la única manera que se pueda gastar más de lo presupuestado, es cuando realmente hay que hacerlo.	Muestra mucha desconfianza por la parte económica, que pueden ser muy relevantes
No se necesita de un alto tiempo de plazo para dar resultados económicos.	Con el tiempo los equipos pierden fuerza y potencia, y el diagnóstico de estos no son tan fiables. Se desconocen los motivos que ocasionan estas fallas y estas son muy repetitivas.
En ciertos equipos, el mantenimiento preventivo no producen ninguna clase de efecto, ejemplo de estos, son los dispositivos electrónicos.	Se da certeza que hay ciertas tareas que dan mucha rentabilidad, se pueden destacar entre estas: la limpieza, lubricación, revisión. Algunos equipos siempre están requiriendo ajustes y seguimiento continuamente.
Lo anterior mencionado, para algunas empresas el mantenimiento correctivo no es importante realizarlo en sus equipos.	No solo una falla que se presente algún compuesto de los equipos puede poner en pleito la productividad de la empresa, si no que enmarca la inseguridad de toda el área administrativa, la parte ambiental y todo el valor económico de la compañía. Para que un mantenimiento correctivo quede bien realizado se necesita de técnicos con experiencia y calificados, apoyándose de las nuevas tecnologías presentes en el mercado.

Fuente. Pérez Rondón, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, 2021, Ediciones USTA.

En el cuadro 1, se describen las ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.

2.2.2 Mantenimiento Preventivo (MP)

“El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos (Pérez Rondón, 2021). Se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos; como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en períodos de tiempos por calendario o uso de estos (tiempos dirigidos)”.

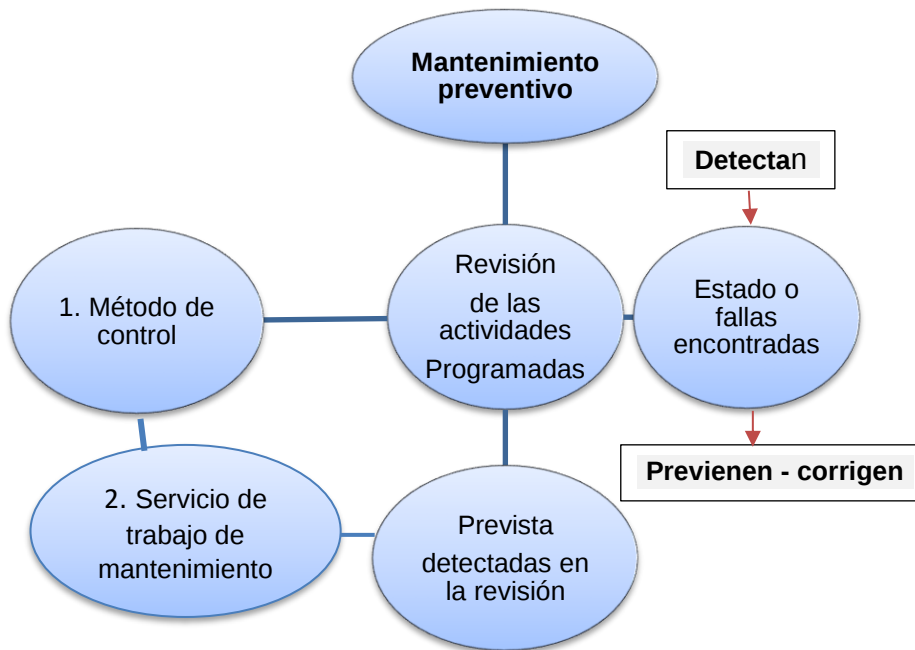
Los objetivos más relevantes del mantenimiento preventivo pueden ser:

- Que el equipo quede con la disponibilidad de realizar sus funciones cada vez que se requiera de su uso.
- Que den la confiabilidad de que la máquina esté funcionando en todo momento que se necesite.
- Que pueda incrementar la capacidad de funcionamiento al máximo de los equipos, brindando confiabilidad de que se está llevando a cabo el mantenimiento que se tenía planificado.

Las categorías del mantenimiento preventivo (MP) son las siguientes:

- Cubrimiento del MP: En este mantenimiento se debe tener en cuenta a los equipos que se encuentren en estado crítico, sobre estos se han desarrollado programas de MP”.
- Ejecución del MP: De acuerdo al cumplimiento del porcentaje de rutinas del Mantenimiento que se han ido desarrollando según programa.
- Trabajos generados por las repeticiones del MP: En este se marca la cantidad de acciones que se han realizado de mantenimiento por solicitud y que se tienen como rutinas.

Figura 13. Implementación del mantenimiento preventivo



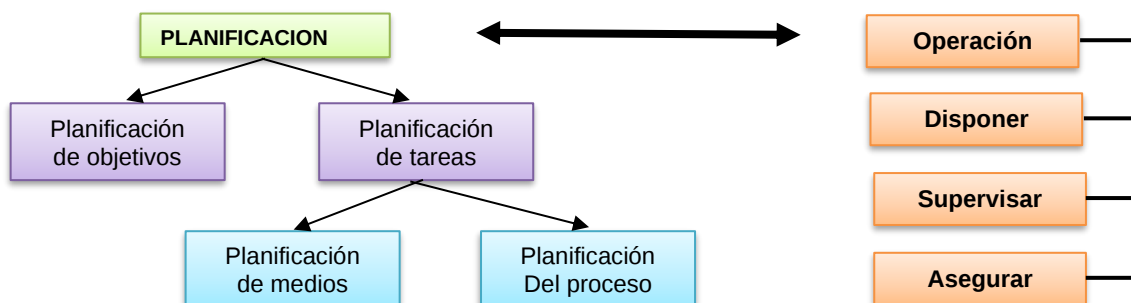
Fuente. Pérez Rondón, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, 2021, Ediciones USTA.

La figura 13 detalla, la planeación y lo que se debe tener en cuenta para implementar un buen mantenimiento preventivo.

Pasos para la ejecución de un plan de Mantenimiento Preventivo:

- El proyecto: (se detalla las acciones que se tienen programadas con el personal responsable, los instrumentos adecuados y horario de terminación) equipos y herramientas por utilizar, tiempo aproximado de trabajo).
- El esquema: (es donde se tiene el cronograma de actividad ya aprobado).
- La conclusión: (es la finalidad de las actividades programadas).
- Verificación: (es la calificación de que lo planeado en el cronograma de actividades).

Figura 14. Fases para la aplicación de un plan de Mantenimiento Preventivo



Fuente. Pérez Rondón, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, 2021, Ediciones USTA.

La figura 14 se puede detallar los pasos que se necesitan para la planificación antes de realizar el mantenimiento preventivo.

Cuadro 2. Ventajas vs Desventaja del Mantenimiento preventivo	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
Pocas probabilidades que vuelvan a presentar fallas, aumentando el buen funcionamiento de equipos).	Como todo proyecto genera un aumento de costos.
Incrementa la funcionalidad de los equipos..	
Se aprecia de una manera efectiva los cambios realizados.	Al principio el responsable de la actividad debe contar con tiempo extra.
A favor de la empresa se ve una mejoría en los costos de los repuestos de los equipos.	Para la realización de necesita de mucha información e investigación actualizada para la realización del mantenimiento.
Beneficio económico para la compañía.	
Nuevas estrategias para el próximo desarrollo de las actividades del mantenimiento.	
Se estipulan calificación del resultado del mantenimiento.	Es demorado el proceso de adquirir información.
Se archiva la información recopilada para nuevas actualizaciones.	
Se crea nueva atmosfera para la realización de nuevos mantenimientos.	
Desarrollo de un cronograma de nuevas actividades.	Técnicos en mantenimiento, trabajo en campo adicional. Taxonomía en los equipos. Materiales utilizados, tiempos, etc.
Detalle de lo gastado.	Se aumenta el gasto de los implementos EPP, compra de nuevos compuestos de los equipos, compra de software de recopilar información.
Confiable para los trabajadores.	
Mejora el enfoque de contaminación ambiental.	
Se ve un reflejo de disminución de pago extraordinarios.	Aumentos de precios por brindar capacitación para los responsables de la actividad de mantenimiento.
Se Entrega a tiempo los compromisos adquiridos con el cliente.	

Fuente. Pérez Rondón, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, 2021, Ediciones USTA.

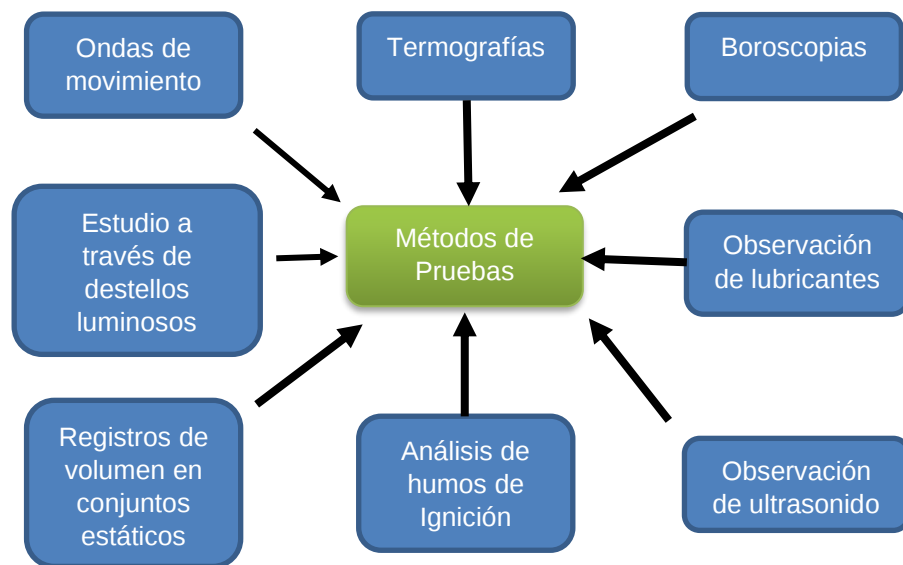
En el cuadro 2, se describen las ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.

2.2.3 Mantenimiento Predictivo

Se puede pensar en el mantenimiento predictivo como una técnica para predecir el futuro punto de falla, irregularidad, rotura o falla de una parte de una máquina, de modo que la parte pueda ser reemplazada, sobre la base de un plan, justo antes de que se rompa. (Pérez Rondón, 2021). Como resultado, se reduce el tiempo de inactividad del equipo y se prolonga la vida útil de los componentes.

Incluye una serie de pruebas no destructivas que monitorean el desempeño del equipo para reconocer señales de advertencia de que ciertas partes del dispositivo no están funcionando correctamente. (Pérez Rondón, 2021) El dato más relevante que proporciona este tipo de monitorización de dispositivos es la tendencia de los valores, ya que permite acceder a los cálculos necesarios para realizar predicciones con los márgenes de error más estrechos. Determine cuándo fallará el equipo. Estas se denominan técnicas predictivas.

Figura 15. Métodos de pruebas



Fuente. Pérez Rondón, Félix Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga, 2021, Ediciones USTA.

En la figura 15 se pueden apreciar las técnicas predictivas más habituales.

También hay otras técnicas predictivas de aplicación muy sencilla, en las que normalmente no se consideran como iguales, pero que de hecho lo son: inspecciones visuales y lecturas de indicadores (Pérez Rondón, 2021).

2.3 MARCO GEOGRAFICO Y DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA COMPRESORA LOS PINOS

La Estación Compresora los pinos se encuentra ubicada a las fuera del municipio de Barrancabermeja en la vereda campo galán en la vía llanito, la Estacio forma parte de un sistema de gasoducto que comprende la ruta Gibraltar-Bucaramanga-Payoa-Barrancabermeja. El gas es extraído del campo de Gibraltar pasa por Bucaramanga satisfaciendo la necesidad de consumo y el excedente pasa por payoa y finalmente los pinos que es el encargado del ingreso al sistema nacional de transporte

En la estación compresora ingresa una presión con un rango de 300 a 650 psig pasa por un filtros de oricio y filtro gorro de bruja para el caso de residuos grandes luego pasa a un filtro separador que remueve impurezas, el fluido sigue a un cuadro de regulación y es contabilizado por un medidor de flujo, el gas regulado va a las unidades compresoras configuradas en paralelo cada una con capacidad de 13MMSCFD.las unidades cuenta con “scrubber” encargados de separar el líquido que continúe en el gas, después de el proceso de compresión va un filtro coalescente y finalmente es despachado a la red nacional

La estación cuenta con facilidades de recibo y despacho conformadas por válvulas de corte XV y válvulas de desvío, facilidad de entrada y salida, sistema de compresión además de unos sistemas auxiliares que comprenden gas de instrumentos, gas de arranque, drenaje, agua industrial, aceite lubricante.

El gas ingresa a la planta compresora por una línea de 12” hacia la facilidad de recibo el cual se reduce a 10 ” y pasa por una válvula de desvío para que la presión ingrese de una manera oportuna y no cause averías toda esta parte cuenta con transmisores indicadores de presión que en caso de una presión alta se cierra las válvulas de recibo y despacho y se abre las válvulas de venteo encargadas de la seguridad de la planta . El gas es dirigido hacia un filtro separador horizontal donde se remueven los sólidos más pequeños presentes en el fluido, los residuos quedan en las botas del filtro y son enviados al tanque de condensados, ya sin impurezas el gas pasa por un cuadro de regulación que se conforma por dos válvulas de control están configuradas en paralelo en caso de que alguna de las dos no llegase a estar disponible en el momento de la regulación, cuando el gas alcanza una presión alrededor de los 350 psig ingresa al compresor reciprocante que consta de dos etapas de compresión con inter y post enfriadores estas unidades son las encargadas de llevar el gas a 1200 psig que es la presión permitida para el ingreso

al sistema nacional de transporte antes de eso el gas pasas por un filtro coalescente encargado de remover residuos de liquido y aceite presentes en el gas.

2.3.1 Equipos Asociados al Sistema de Compresión

Un sistema de compresión de gas natural tiene dos equipos principales, el motor y el compresor. La fuerza impulsora más común para las estaciones compresoras es el motor alternativo de combustión interna, principalmente debido a la disponibilidad de combustible. En cuanto a los compresores, se instalan tipos centrífugos y alternativos. (Duarte Carracal, 2018).

- a. **Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA).** El propósito del motor es hacer el trabajo de la manera más eficiente posible y para esto con la ayuda de varias personas se creó el motor de combustión interna remplazando el motor de vapor optimizando el mundo del motor. (Martínez Villegas, 2007).

En un motor de combustión interna, el trabajo lo realizan las explosiones, que son realizadas por la energía interna del combustible encendido. (Martínez Villegas, 2007). Los combustible cuentan con una energía interna que es transformada en trabajo, esa energía interna se manifiesta como una explosión debido al aumento de temperatura y presión haciendo que el motor realice un trabajo.

Figura 16. Motor Waukesha L5794GSI



Fuente. INNIO. Compresor Reciprocantes – Nov/3/2021
<https://www.sl-energie.com/>

En la figura 16 se puede detallar como es el modelo del Motor Waukesha L5794GSI que sirve para la compresión del gas.

- b. **Compresores.** Los dos tipos de compresores comúnmente utilizados en las estaciones de compresión son alternativos y centrífugos..

- Los compresores reciprocantes tienen más flexibilidad en capacidad y rango de presión, son más eficientes pueden proporcionar capacidad alta y baja y son menos sensibles a los cambios en la composición y la gravedad específica del gas. (GPSA, 2004). Están diseñados para alta presión de descarga y bajo flujo de succión.
- Los compresores centrífugos Por otro lado, los compresores centrífugos están diseñados para un alto caudal de aspiración y baja presión de descarga.

Los compresores reciprocantes alcanzan altas presiones de descarga. Las presiones de gas pueden variar desde vacío en la succión hasta 30 000 psig en la descarga. Estos compresores pueden realizar compresión de una o varias etapas, según la relación de compresión general. La relación de compresión de cada etapa está limitada por la temperatura de escape hasta 4 (GPSA, 2004).

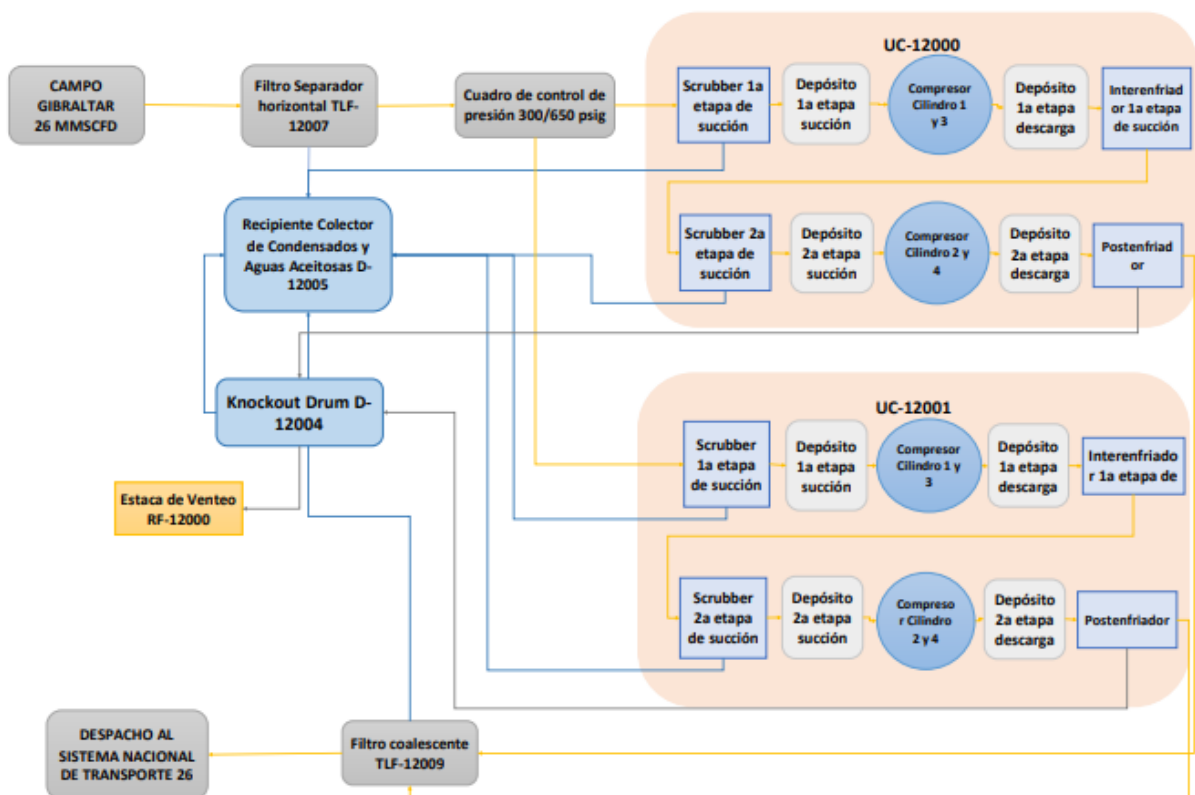
Figura 17. Compresor Ariel JGT/4



Fuente. Ariel Corporation. Compresor Ariel JGT/4 – nov/3/2021 -
file:///C:/Users/pc2/Downloads/JGEKT_10.24.2018.pdf

En la figura 17 se puede detallar como es el modelo del Compresor Ariel JGT/4 que sirve para la compresión del gas.

Figura 18. Estación compresora los Pinos



Fuente. Duarte Carrascal, Carmen Yulieth. Desarrollo de las Etapas de Planificación e Implementación Documental de un Sistema de Gestión Energético en Premoriente S.A. E.S.P, 2018, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga.

En la figura 18 se puede detallar como es la estructura de la estación compresora de la Planta Los pinos de la empresa Premoriente S.A. E.S.P.

2.4 MARCO LEGAL

“Artículo 1. Objeto. Mediante esta resolución se establece el protocolo a seguir por el Consejo Nacional de Operación de Gas Natural, CNOG y los agentes para la coordinación de mantenimientos e intervenciones, programadas y no programadas, para minimizar los efectos sobre la demanda de gas natural causadas por las indisponibilidades en la infraestructura de producción, transporte y distribución de gas natural” (Energía, 2015).

El protocolo de coordinación del programa de mantenimientos e intervenciones tiene como finalidad:

- Direccionar el esquema de mantenimiento e intervenciones de productores, transportadores y distribuidores de gas natural, con la finalidad de minimizar el impacto sobre las solicitudes correspondientes.

- b. Desarrollar un esquema de programación de mantenimientos e intervenciones donde se plantee lineamientos para el sector gas con el esquema vigente en el sector eléctrico, y de este modo facilitar la conjunción de los mantenimientos y las intervenciones en ambos sectores, y la coordinación Gas-Electricidad (Energía, 2015).
- c. Proponer eficientemente los mantenimientos e intervenciones programadas por el departamento encargado de producción, transporte y estaciones de transferencia de protección entre transportadores y distribuidores de gas natural.
- d. Difundir oportunamente a los entes encargados los resultados de la concertación y las implicaciones de los mantenimientos y las injerencias programadas.
- e. Promulgar inmediatamente a los entes encargados los hallazgos de la ejecución real de los mantenimientos e intervenciones programadas y no programadas, y las emergencias presentadas. Este informe podrá ser de importancia para que los integrantes del mercado de gas natural precisen lo establecido en los artículos 12 y 13 de la Resolución CREG 089 de 2013, entre otros (Energía, 2015).

2.5 MARCO AMBIENTAL

TITULO IV DE LAS PLANTAS ALMACENADORAS

“Artículo 60. Las Plantas Almacenadoras deberán estar localizadas fuera del perímetro urbano o en las zonas industriales de las ciudades o poblaciones, de acuerdo con las normas urbanísticas vigentes en cada distrito o municipio” (ENERGIA, 1997).

“Artículo 66. La SSPD o la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía podrán verificar en cualquier momento el cumplimiento de los requisitos establecidos en los artículos 62 o 64 de la presente Resolución, según sea el caso”.

“Artículo 75. Las Plantas Almacenadoras deben instalar un sistema de protección contra incendio de conformidad con la norma NFPA 10, 13, 15, 22 y 24”.

“Artículo 76. Toda Planta Almacenadora, planta de tratamiento de gas, refinería o terminal de entrega de GLP, debe disponer de un sistema de protección contra incendio, adecuado a sus necesidades, de acuerdo con lo dispuesto en las medidas de seguridad que se detallan en el presente Título de la presente Resolución”. (ENERGIA, 1997).

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

En este apartado se detallará el proceso de evaluación y mejoras si llegase a ser necesario a la hora de implementar las inspecciones y mantenimiento programado por la empresa, al igual que se mostrará evidencias del trabajo anteriormente descrito.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA COMPRESORA LOS PINOS

En esta planta, su funcionamiento empieza cuando recibe el gas natural del gasoducto que comprende la ruta Gibraltar, Bucaramanga, Payoa, Barrancabermeja atreves de un tubo de 12".

Para un funcionamiento correcto y seguro de la planta compresora es necesario un sistema de instrumentación y control el cual consta de:

- Válvulas de corte: son las encargadas del paso de los fluidos son válvulas normalmente cerradas denominadas como XV.
- Blow Down Valve, válvula de venteo: estas válvulas encargadas de la seguridad de la planta son de tipo normalmente abiertas son las responsables de la purga de la planta, liberan presión.
- PI indicadores de presión: en la planta los indicadores de presión son manómetros que se dividen en dos tipos, secos y con glicerina este último debido a que se encuentran ubicados donde vibran mucho como por ejemplo en las unidades compresoras, están en diferentes partes del proceso como en la succión, la regulación, en las maquinas compresoras y en la descarga.
- PIT transmisor indicador de presión: son los encargados de la comunicación con la HMI (human-machine interface) en la cual se puede ver la presión e tiempo real además se encarga de las alarmas de baja presión y alta presión que pueden parar la planta.
- LIT Transmisor indicador de nivel: son los encargados determinar el nivel de la vasija en la planta estos se encuentran ubicados en los filtros separadores, tanques de almacenamiento, botas de los filtros.
- LG vidrio de nivel: es un indicador visual de nivel conformado por vidrio o plástico que permite que el operador de la planta ver reflejado la cantidad de fluido de las botas o de las vasijas mediante unas persianas que cambia de color cuando el nivel de la vasija sube o baja estas indican los pies cúbicos del recipiente.
- FIT transmisor indicadores de flujo es el encargado de contabilizar la cantidad de fluido en este caso gas se encuentran ubicados en el cuadro de control de presión y en la línea de gas combustible.
- FO orificio de restricción: es una placa circular metálica con un orificio, estos se ubican en las bridas de la tubería y tiene como función producir caídas de

- presión limitando el caudal del paso de un fluido con el fin de la seguridad de la planta o para proteger los equipos, están ubicados en el sistema de despresurización de la planta, unidades compresoras y sistema de drenaje de la planta.
- PV válvulas de presión: son las encargadas de aliviar o reducir la presión del sistema a una presión requerida, podemos encontrar de este tipo de válvulas en el sistema de gas combustible, sistema de gas de arranque, entrada a las unidades de compresión y descarga de las unidades
- TI indicador de temperatura: es el encargado de indicar la temperatura del proceso están ubicado aguas debajo del cuadro de regulación, unidades compresoras y el sistema de gas combustible
- TIT transmisor indicador de temperatura: se encarga de dar la señal del TI al PLC
- PLC controlador lógico programable: recibe a señales de los transmisores de acuerdo a la lectura de las variables les da una orden a los actuadores encargados de la apertura y cierre de las válvulas
- PDIT transmisor indicador de presión diferencial: este se encarga de medir la presión en dos puntos y hacer una resta de los valores de acuerdo al resultado y al set point establecidos se activarán alarmas
- TLF filtro separador: separa partículas líquidas y sólidas del gas natural protegiendo los compresores en la planta estos filtros están ubicados en el área de succión y en el área de descarga.

3.2 ETAPAS DEL TRABAJO SEGÚN OBJETIVOS PROPUESTOS

3.2.1 Primer Objetivo. Evaluar el correcto funcionamiento de Transmisores Indicadores de Nivel y Actuadores Neumáticos.

3.2.1.1 Evaluación de los transmisores indicadores de nivel

En la planta compresora Los Pinos podemos encontrar varios tipos LIT, entre los cuales se tiene, transmisores de nivel de radar, Magnetostrictivos y de presión diferencial, de diferentes marcas como: ROSEMOUNT y MAGNETROL.

Para el correcto funcionamiento de los transmisores indicadores de nivel se aplicó un diagnóstico de detección de fallas a partir de las indicaciones de fabricante de acuerdo al modelo y marca.

- a. Transmisor de nivel de radar. Este transmisor de nivel marca Magnetrol Eclipse Modelo 706, tiene un voltaje de operación de 24 V corriente continua. Trabaja mediante el concepto de Radar de Onda Guiada, el cual con la ayuda de muestreo de tiempos reflectometría en dominio del tiempo y un circuito moderno de baja potencia, se logra un radar a través de una sonda guiada, que tiene una constante dieléctrica, característica en el aire. Envía pulsos electromagnéticos que cuando encuentra una diferencia de constante

dieléctrica regresa un reflejo, permitiendo al circuito localizar la ubicación del líquido. Este transmisor, permite medir hasta dos líquidos diferentes en simultaneo, bajo ciertas características especificadas en el manual del equipo. (Magnetrol, 2020).

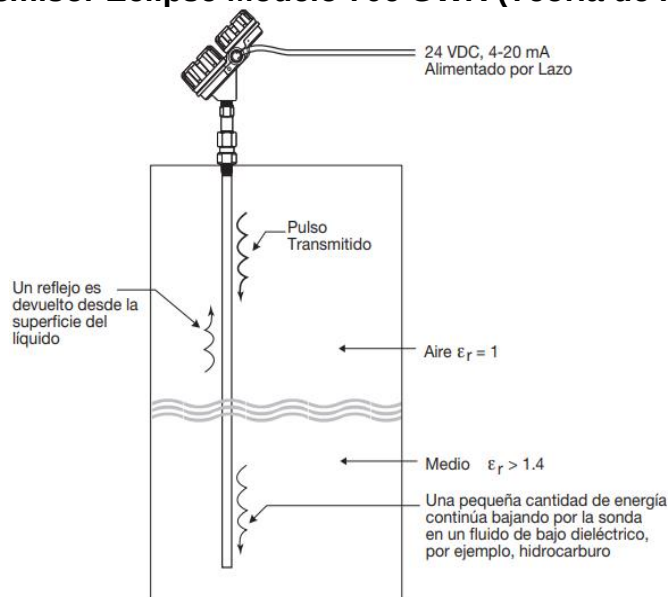
Figura 19. Transmisor Eclipse Modelo 706 GWR



Fuente. Magnetrol. Manual de Operación e Instalación HART para Eclipse Modelo 706, Sorocoba, 2020. Magnetrol® International

Como se puede detallar en la figura 19, se detalla la fisionomía de este modelo transmisor de nivel, que logra proporcionar un rendimiento de medición de mucha tecnología.

Figura 20. Transmisor Eclipse Modelo 706 GWR (Teoría de Funcionamiento)



Fuente. Magnetrol. Manual de Operación e Instalación HART para Eclipse Modelo 706, Sorocoba, 2020. Magnetrol® International

La figura 20, ilustra como es el funcionamiento de este transmisor y el proceso para lograr el nivel que se necesita.

Diagnóstico y descripción fallas:

Este transmisor está diseñado con facilidades para detección de falla reflejadas en la pantalla del equipo y que se rigen bajo las guías NAMUR NE 107 que tiene como fin estandarizar la información de los equipos de campo (Magnetrol, 2020).

En el menú de diagnóstico nos permite visualizar:

- Estado actual: Acá podremos revisar que fallas puede tener el equipo y un reglón después las posibles soluciones para el mismo, puede mostrar más de una falla y ordena las fallas según la prioridad
- Evento histórico: Se muestre las fallas o mensajes que pudieron haberse presentado en la pantalla LCD más significativas con fecha y hora (Magnetrol, 2020).

Diagnostico avanzados:

- En esta parte se divide en tres, valores internos donde podremos encontrar los parámetros internos del transmisor, temperatura elec, muestra en que unidad esta medida la temperatura en F o en C (Magnetrol, 2020).
- Curvas de eco: Muestra la curva de eco
- Ajuste de historia de eco: Captura curvas de ecos cuando ocurre un evento puede almacenar 11 formas de onda en el trasmisor 9 formas de fallas, 1 de rechazo de eco, 1 de referencia (Magnetrol, 2020).

De acuerdo la aplicación, ubicación y tipo de la sonda, puede haber errores, en este caso, la sonda es de tipo coaxial, por lo tanto, se debería tener en cuenta lo siguiente:

- La constante dieléctrica del medio que lo está cubriendo
- El Grosor del recubrimiento
- Que tanto se está cubriendo esta distancia se toma desde donde se encuentra el líquido hasta dónde llega el recubrimiento.

En la parte de observaciones se hace una pequeña descripción y se coloca los hallazgos:

Tabla 3. Checklist de evaluación para transmisor Indicador de Nivel Eclipse modelo 706 GWR

TAG	DATOS DEL EQUIPO		
	UBICACIÓN		
Estado de la pantalla Mensaje ayuda de diagnostico	Ok	Solucion ▼	
Obstrucciones	_____	Distancia _____	
Estado de la sonda	Equipo en buen estado		
Recubrimiento	Longitud _____ Grosor _____ Constante dielectrico _____		
OBSERVACIONES:			

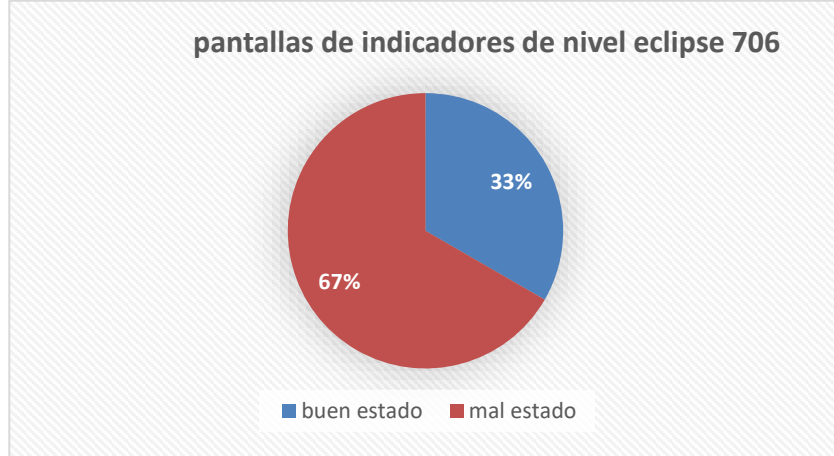
Fuente. Autor

Resultados

El Checklist, se aplicó a todos los equipos hallando de ellos:

- Que las pantallas de estos equipos están dañadas por la exposición al sol.
- Cuatro de seis están con problemas en la pantalla (estos equipos están ubicados en lugares como Aceite Lubricante D-12000, KnockOut Drum D-12004, TK Gas de combustible D-12009, TK Diesel D-12003, TK Gas de Instrumentos D-12010), lo que impide no permite tener una buena visualización.
- La empresa ya está en proceso de unas cubiertas para proteger las pantallas y así prolongar la vida útil de ellos.
- De igual manera, se encontraron algunos mensajes, pero son debido a que el momento el proceso estaba en paro.

Figura 21. Indicador de hallazgo del Checklist



Fuente. Autor

En la figura 21 se detalla el nivel de indicador, si este se encuentra en buen o mal estado.

- b. Transmisor Magnetostrictivos. Este transmisor de marca Magnetrol es de tipo Magnetostrictivos y se basa en la tecnología tiempo de vuelo. El flotador cuenta con unos imanes que se mueven acuerdo al nivel del líquido, la sonda que está ubicada muy cerca al campo magnético cuenta con un cable de aleación de diseño especial, donde, se emplea un pulso de corriente corto que al entrar en contacto con el campo magnético crea un disturbio vibrante, que viaja por el cable y es detectado por un sensor que está ubicado en el extremo de la sonda. Mediante la electrónica del equipo procesamiento de señales y operaciones matemáticas, se calcula el nivel del líquido con el pulso de corriente de inicio y el pulso de retorno (Magnetrol, 2020).

Figura 22. Trasmisor Indicador de Nivel Magnetostrictivos



Fuente. Magnetrol. Manual de Instalación y Operación HART para Júpiter Modelo JM4, Sorocoba, 2020. Magnetrol Internation

La figura 22, explica y detalla el modelo indicador Nivel Magnetostrictivos para medir el nivel del líquido.

Tabla 4. Checklist Trasmisor Indicador de Nivel Magnetostrictivos

TAG		DATOS DEL EQUIPO	
		UBICACIÓN	
Estado de la pantalla		Mensaje ayuda de diagnostico	
Valores de nivel en IN		Solucion	
Movimiento de flotador		OK	
Lectura en pantalla valor de corriente		mA	
Calibracion de cero	4	mA	% Nivel de salida
OBSERVACIONES:			

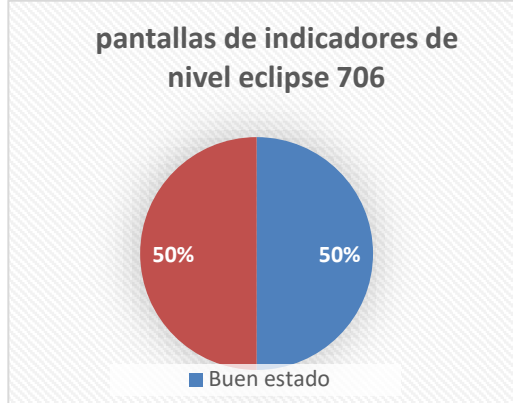
Fuente. Autor

Resultados

En la Checklist fue aplicada a casi todos los equipos a excepción de un equipo que no se le pudo realizar esta actividad, por cuestiones de permiso de altura, encontrándose lo siguiente:

- Que dos de cuatro equipos la pantalla ya empieza a deteriorarse por el sol, todavía se visualiza, pero ya con un poco de dificultad
- La empresa ya está en proceso de unas cubiertas para proteger las pantallas prolongando su vida útil.
- También se encontraron algunos mensajes, pero son debido a que el momento el proceso estaba en paro.

Figura 23. Transmisor Indicador de Nivel Magnetostrictivos



Fuente. Autor

El gráfico 23 refleja el resultado obtenido por medio del Checklist transmisor Indicador de nivel JM4

- c. Transmisor de Presión Diferencial. Este transmisor indicador de nivel de marca Rosemount trabaja bajo el principio diferencial de presión diferencial, este equipo toma la presión en dos puntos o en uno solo dependiendo la ubicación y la aplicación. Para tanque cerrados, se utiliza normalmente dos puntos, uno arriba y uno abajo para tomar dos presiones; la diferencia de estas nos ayuda a encontrar el nivel del tanque. Para ello, hay que tener en cuenta la densidad del fluido, para el Rosemount 3051C, la presión se aplica al diafragma aislante que produce un cambio en la capacitancia mediante el circuito electrónico, convierte la señal a digital el microcontrolador calcula la salida correcta del equipo. Luego esta señal se convierte analógica de 4-20 mA.

Mediante la información que se encuentra en la hoja de datos, se realiza una revisión del equipo y las variables, plasmadas en el instrumento para corroborar su debido funcionamiento.

Figura 24. Transmisor Rosemount 3051CD



Fuente. Magnetrol. Manual de Instalación y Operación HART para Júpiter Modelo JM4, Sorocoba, 2020. Magnetrol International

La figura 24, detalla el modelo del transmisor indicador de nivel. JM4 para la toma de presión diferencial.

Tabla 5. Checklist transmisor Rosemount 3051CD

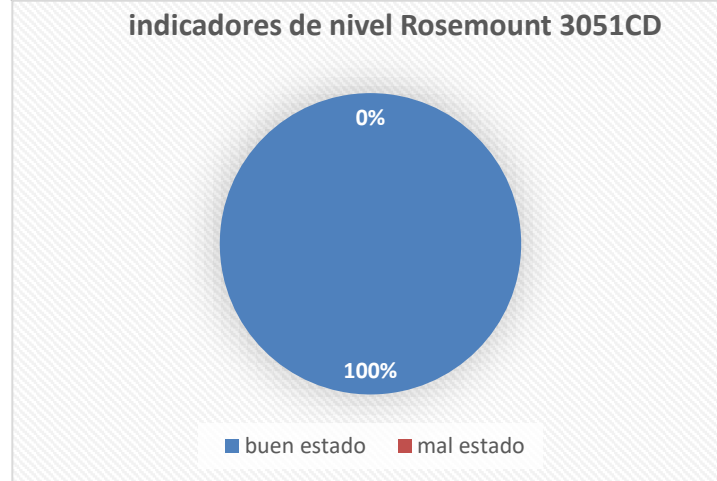
TAG	Datos del equipo UBICACIÓN
La lectura de miliamperios del transmisor es cero	La lectura de la variable de presión digital es baja o alta
el comunicador de campo	La lectura de la variable de presión digital es errática
La lectura de miliamperios del transmisor es baja o alta	La lectura de miliamperios es errática
El transmisor no responde a los cambios de la presión aplicada	
OBSERVACIONES: 	

Fuente. Autor

Resultados

En el Checklist fue aplicada a casi todos los equipos, faltando uno por cuestiones de permiso de altura. Se evidencio que los equipos están en buen estado, la pantalla se halla bien las variables, siendo estas las correctas y coinciden con las que se pueden observar en el cuarto de control.

Figura 25. Checklist transmisor Rosemount 3051CD



Fuente. **Autor**

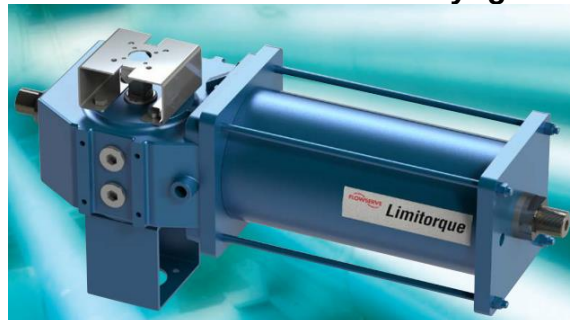
La grafica 25, explica el indicador que se tuvo con el indicador de nivel Rosemount

3.2.1.2 Evaluación de los Actuadores

Los actuadores son los encargados de abrir y cerrar las válvulas del proceso de carga, descarga y despresurización de la planta. Estos actuadores son de FLOWSERVE – LIMITORQUE y cuentan con diferentes modelos debido al tamaño, presión y configuración. Podemos encontrar dos tipos:

- Actuadores neumáticos con yugo escocés LPC. Estos actuadores neumáticos de yugo escocés compacto, para uso de encendido/apagado en válvulas pequeñas y medianas de un cuarto de vuelta para aplicaciones, su capacidad varía de acuerdo al modelo que se utilice, son muy utilizadas en la industria de oil&gas. (Flowserve, 2016)

Figura 26. Actuadores neumáticos con yugo escocés LPC



Fuente. Flowserve. Limitorque LPC, Rio Vallone, 2016. t Flowserve Corporation

Como se puede observar en la imagen 26, nos detalla el modelo de un actuador con yugo escocés LPC, que tiene como función el encendido/apagado.

Cuadro 6. Torque y presiones neumáticas

Modelo	Máximo torque operativo Nm(ft-lb)	Presión máxima de funcionamiento barg(PSIG)	Presión de trabajo máxima permitida barg(PSIG)
LPC – 05	500(369)	Variable para cada modelo	12(174)
LPC – 10	1600(1180)		
LPC – 12	3500(2582)		
LPC – 14	5500(4057)		

Fuente. Flowserve. Limitorque LPC, Rio Vallone, 2016. † Flowserve Corporation

Actuadores neumáticos con yugo escocés LPS. El actuador neumático de yugo escocés de alta resistencia Limitorque LPS, es la opción más innovadora y fiable para aplicaciones de automatización de encendido/apagado, de ajustes por avances sucesivos y de modulación en válvulas medianas o grandes de un cuarto de vuelta utilizadas en servicios de protección o generales del sector de petróleo y gas (Flowserve, 2016).

Es un actuador neumático de alta resistencia para la apertura de válvulas de medianas o grandes de un cuarto de vuelta la capacidad de la válvula que puede llegar a abrir, va de acuerdo al torque que se le debe aplicar a la válvula.

Cuadro 7. Torque y presiones neumáticas

Modelo	Máximo torque operativo Nm(ft-lb)	Presión máxima de funcionamiento barg(PSIG)	Presión de trabajo máxima permitida barg(PSIG)
LPS – 15	6000(4425)	Variable para cada modelo	12(174)
LPS – 20	12000(8850)		
LPS – 25	21000(15489)		
LPS – 30	40500(29871)		
LPS – 35	75000(55317)		
LPS – 40	150000(110634)		
LPS – 50	300000(221268)		
LPS – 60	Consultar fabrica	Consultar fabrica	

Fuente. Flowserve. Limitorque LPC, Rio Vallone, 2016. † Flowserve Corporation

En la planta compresora podemos encontrar dos configuraciones:

Actuador con bomba de mano hidráulica

Figura 27. LPS con bomba de mano Hidráulica



Fuente. Flowserve. Limitorque LPC, Rio Vallone, 2016. t Flowserve Corporation

La figura 27 describe un LPS con bomba de mano hidráulica, modelo utilizado en la planta compresora los Pinos.

Figura 28. LPS con tornillo de apriete



Fuente. Flowserve. Limitorque LPC, Rio Vallone, 2016. t Flowserve Corporation

La figura 28 describe un LPS con tornillo de apriete, modelo utilizado en la planta compresora los Pinos.

Mediante los diferentes manuales de los equipos que se usan en la planta compresora los Pinos, se realizó una lista de chequeo teniendo en cuenta ciertos factores de los instrumentos, para verificar su estado y reportar las observaciones encontradas en caso de ser necesario.

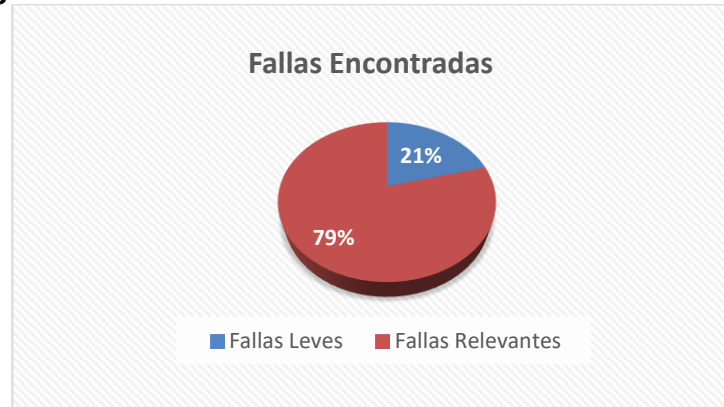
Cuadro 8. Checklist de actuadores

TAG	DATOS DEL EQUIPO	
	UBICACIÓN	
MODELO DEL EQUIPO		
Estado del posicionador	Vibracion	
Estado del manómetro	Presión	
Estado de recubrimiento de pintura	Fugas de conexión	
OBSERVACIONES:		

Fuente. Autor

Resultados

Figura 29. Indicador del Checklist – fallas encontradas



Fuente. Autor

Después de realizar la lista de chequeo, se encontró lo siguiente:

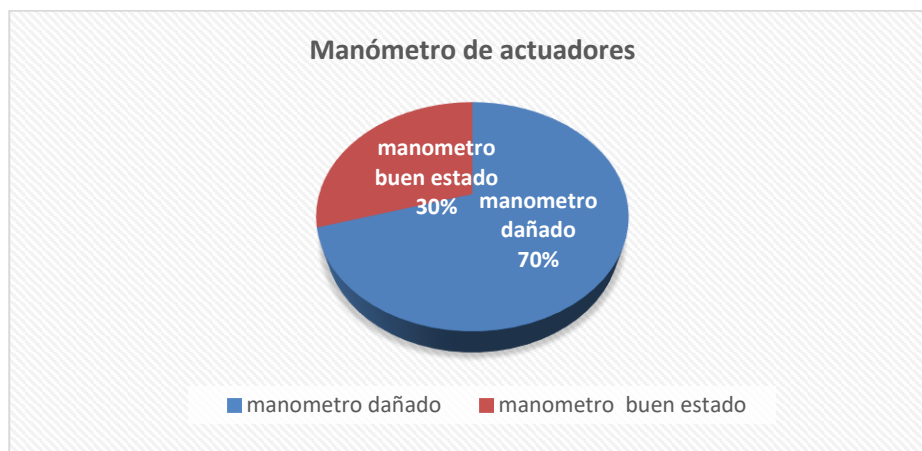
Fallas leves

- Se encontraron algunas fugas en las conexiones y estas se corrigieron utilizando llaves manuales.

Fallas relevantes

- La mayoría de manómetros de los actuadores están en mal estado, por la intemperie, aunque tiene una pequeña cubierta, no es suficiente, es así, que la empresa ya está tomando los correctivos y está a la espera de una aprobación de cambio de otras cubiertas que den mayor protección.

Figura 30. Manómetro de actuadores



Fuente. Autor

3.2.2 Segundo Objetivo. Desarrollar las actividades programadas y correctivas y generar los registros de información de las intervenciones.

En la planta compresora los pinos se realizan actividades de mantenimiento durante todo el año son de tipo correctivo, preventivos y en uso, las actividades de mantenimiento preventivo se hacen trimestral semestral y anual, se realizó el acompañamiento del mantenimiento preventivo de actuadores y transmisores indicadores de nivel.

3.2.2.1 Mantenimiento LIT.

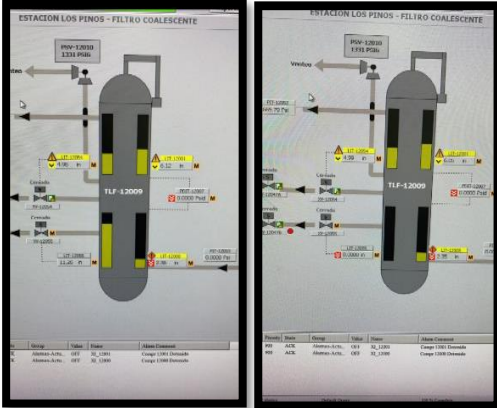
Según orden de trabajo, se realiza un mantenimiento preventivo semestral a los indicadores transmisores de nivel.

- Para este mantenimiento, primero, mediante la pantalla HMI, el Transmisor Indicador de Nivel se coloca en modo mantenimiento, luego de esto se cierra las válvulas de corte que estén relacionadas con la bota de medición.
- Se drenan el líquido remanente.
- Con la ayuda de herramientas manuales como llaves fijas, o llaves de copa, se suelta la brida superior, se saca la sonda y la boya del equipo, se realiza limpieza y mantenimiento; al igual que los espárragos y la parte electrónica.
- Se arma y monta la brida y todo el sistema del LIT, excepto la parte del transmisor para tomar las medidas correspondientes en los terminales eléctrico.
- Simulamos nivel con líquido en la bota comparando la medición del visor de nivel vs transmisor de nivel de 0% a 100%.
- Se realiza pruebas de lazo simulando corriente de 4mA a 20mA

Este mantenimiento se hace de acuerdo a un Checklist que facilita la empresa PROMIORIENTE.

Tabla 9. Actividad de mantenimiento en los transmisores de Nivel

ACTIVIDAD REALIZADA	EVIDENCIA FOTOGRAFICA
▪ Revisión de corrosión de y Limpieza de espárragos. ▪ Se suelta los espárragos en casa de corrosión se aplica una limpieza con cepillo de cobre y lubricante multipropósito.	
▪ Revisar estado y corrosión de a boya. ▪ Se saca la boya se revisa que no tenga abolladura en caso de tener corrosión se pasa una lija fina, se limpia con penetrante multipropósito.	
▪ Revisar estado y corrosión de la sonda ▪ se desajusta la brida superior, se retira sonda y la boya del equipo con lubricante multipropósito 5-56 RC	
Aplicar anti-seize o lubricante penetrante a pernos para evitar que en el próximo mantenimiento el perno sea muy difíciles de soltar, ya que el lubricante ayuda a un buen manejo y funcionamiento en las conexiones roscadas.	

• Revisar estado y corrosión de la boya. • De acuerdo al líquido la boya puede tener corrosión y en el caso de tenerlo, se pasa lija fina y se aplica multipropósito, para luego pasar un reporte en el apartado de observaciones de la check list en caso si llegase a tener una fisura.	
• Revisar y corregir cero en instrumentos • Primero, se realiza una limpieza con QD limpiador electrónico, después se ubican las puntas del instrumento de medición que en este caso es un Fluke 754, con el que se mide corriente en mA para corroborar cuando la bota no tenga líquido; este marcando 4 mA que sería el 0. Se hace 3 pruebas más, las cuales comprende 8,12,16,20 mA, en algunos LIT. Se pueden realizar estas pruebas sin necesidad de el fluke ya que la configuración lo permite mediante los botones que el trae.	
• Realizar pruebas con y sin líquido en cámara y comparar medida del equipo con la del visor. • Finalmente se realiza pruebas llenando la toma del alto y bajo de LG, se comunica con el operador para verificar que las medidas que están en el instrumento sean igual en la pantalla HMI. • Si hay error en el instrumento de medida LIT se realiza calibración entre HMI y campo.	

Fuente. Autor

3.2.2.2 Mantenimiento en Actuadores

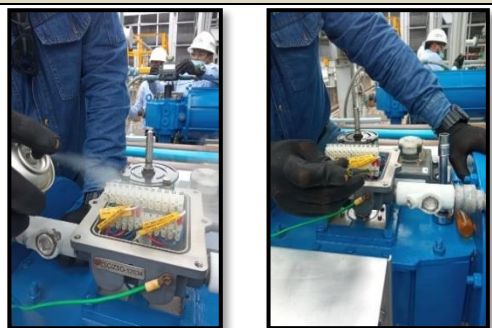
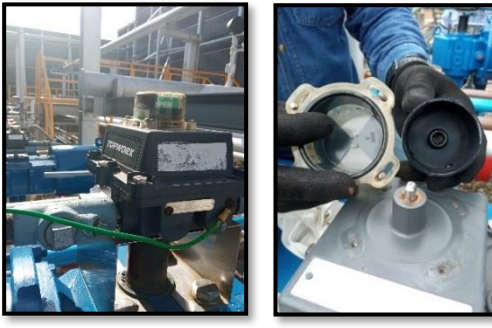
Los actuadores Limitorque Flowserve, son los encargados de la apertura de válvulas de corte de la planta. Se dividen en dos tipos:

- Unos que tienen volanta
- Otros que no se le realizan dos tipos de mantenimiento: el semestral, catalogado como mayor y el que se realiza cada tres meses, catalogado menor.

Este mantenimiento se realiza de la siguiente manera:

- El equipo que se va a intervenir se ubica en modo mantenimiento, seguido de esto se cierra las líneas de gas del equipo y se despresuriza los reguladores.
- Se desmonta el regulador y la válvula solenoide del actuador.
- Se desarma, se limpia y aplica multipropósito y limpiador electrónico,
- Finalmente se comunica con el operador para que el realice el cierre y apertura de la válvula, para verificar las medidas con un multímetro y verificar que este quedo haciendo el cierre y apertura correctamente.

Tabla 10. Actividad de Mantenimiento en los Actuadores

ACTIVIDAD REALIZADA	EVIDENCIA FOTOGRAFICA
▪ Mantenimiento y limpieza en bloques de accionamiento. ▪ Se abre la caja en la cual están la conexión de accionamiento del actuador, mediante una llave de copa fija. ▪ Se ajusta las borneras de conexiones eléctricas mediante un destornillador y se le aplica QD limpiador electrónico	
▪ Mantenimiento y limpieza a los switches de posición. ▪ Se desajusta el posicionador que muestra abierto y cerrado. ▪ se realiza una limpieza al empaque de multipropósito sellado y al eje de salida con lubricante.	

Mantenimiento y limpieza a solenoides. Se desajusta dos tornillos del solenoide para realizar limpieza y revisar el estado de la borneras, apretarlas si es necesario y tomar medidas con el multímetro. Al momento de realizar la apertura y cierre del actuador, se verifica que los voltajes sean los adecuados, de acuerdo con la configuración de la válvula.



Mantenimiento y limpieza al regulador. Se libera el regulador del actuador mediante llaves Allen y se retira los tornillos de una parte, primera se le aplica multipropósito a los empaques de sellado, de igual manera con la parte restante se limpia y se revisa el estado del diafragma y del resorte.



Mantenimiento y limpieza tornillos de volantes. Algunos actuadores tienen volante a los cuales se abre la volanta sacando el tornillo para con cepillo limpiarla y echarle grasa para evitar oxidación.



Fuente. Autor

Observaciones:

- Los actuadores están en buen estado funcionan correctamente sin embargo en el mantenimiento preventivo las conexiones de suministro neumático se dañaban.
- Se recomienda tener en la planta varias conexiones en la revisión que se hizo al principio se encontraron 5 que posiblemente pueden llegar a fallar en el siguiente mantenimiento.

3.2.2.3 Mantenimiento Correctivo

Se le realizó mantenimiento correctivo a una válvula de venteo el cual no cerraba correctamente. El mantenimiento correctivo consistió en revisar las conexiones eléctricas del actuador, los cuales estaban en buen estado. Se procedió a revisar el suministro de presión que no era el adecuado; regulamos la presión a la sugerida y se dio solución al problema.

3.2.3 Tercer Objetivo. Evaluar las fallas encontradas con el propósito de actualizar y mejorar el proceso de inspección y mantenimiento que se está implementando.

A continuación, se plasma gráfico de Programa Evaluador de las fallas encontradas, con el propósito de actualizar y mejorar el proceso de inspección y mantenimiento que se está implementando en la planta compresora los Pinos.

Figura 31. Programa evaluador de fallas



Fuente. Autor

Como se detalla en la figura 31, se puede observar un programa evaluador de fallas, el cual funciona dando clic en el botón de equipos en el que se encontrara una tabla donde se pude realizar acciones de: agregar, editar, borrar, buscar y regresar.

Tabla 11. Interfaz botón de equipos

EQUIPOS
✕

AGREGAR


EDITAR


BORRAR


BUSCAR

REGRESAR


Ubicación	Tag	Marca	Modelo	Serie	Descripción
D-12005	LIT 12001	ROSEMOUNT	3051CD		2851943
SECCIONADOR	XV-12058	FLOWSERVER-LIMITORQUE	LPC-05A-100B-SR03		

Fuente. Autor

Como se visualiza en la tabla 11, este permite realizar actividad de llenar datos característicos de los equipos de la Planta compresora los Pinos.

Pasos:

- En el botón agregar nos remite a llenar unos datos característicos del equipo Tag, realizando acciones como: ubicación, marca, modelo, serie, descripción.
- Digitando cada campo se puede registrar los equipos en una base de datos que a futuro serán de utilidad para desarrollar las actividades de mantenimiento en la planta compresora.
- Se desarrollará mediante una lista desplegable, donde se abrirá una ventana con un apartado de mantenimiento
- Luego de agregar los datos damos clic en el botón guardar y luego regresar.

Figura 332. Registro de equipos

AGREGAR EQUIPO

TAG

UBICACION

MARCA

MODELO

SERIE

DESCRIPCION

Fuente. Autor

En la figura 32, podemos detallar un cuadro donde se puede digitar los registros de los equipos de la planta compresora los pinos.

Figura 33. Historial de fallas en los equipos

Historial de Fallas

AGREGAR

EDITAR

BORRAR

BUSCAR

REGRESAR

# de falla	Fecha de evento	Equipo	Ubicación	Estado	Observación
F-01	14/09/2017	BDV 12044	Venteo cabezal descarg	Cerrado	Pase de gas
F-02	2/11/2017	XV 12045	By pass entrada gas nat	Cerrado	Falla de confirmacion
F-03	23/11/2017	LIT 12003	Tanque de aceite lubrica	Cerrado	Falla de trasmisor
F-04	11/12/2017	XV 12027	valvula de succion	Cerrado	Falla de transicion
F-05	22/02/2018	LIT 12055	TLF-12009	Cerrado	Datos incorrectos
F-06	18/08/2018	LIT 12003	Aceite lubricante	Cerrado	Falla de transmisor
F-07	11/09/2018	XV-12057	Drenaje D-12010	Cerrado	Conector Flexy Condui
F-08	14/02/2019	LIT 12003	Aceite lubricante	Cerrado	datos oscilantes
F-09	28/03/2019	XV-12028	valvula seccionadora	Cerrado	Inundación en el área
F-10	15/11/2019	LIT-12049	Filtro separador	Cerrado	falla en display transm
F-11	24/08/2021	XV-12058	Drenaje D-1209	Abierto	Apertura involuntaria c

Fuente. Autor

El grafico 33, se detalla que por medio de este programa se pueden realizar todas las anotaciones que se presentan cuando hay fallas en los equipos de la planta.

Figura 34. Programa para agregar repuestos

AGREGAR REPUESTOS

Parte numero

Cantidad

Nombre

Fuente. Autor

Como se puede observar en el grafico 34, este programa facilitará a la empresa manejar el programa de agregar equipos que se lleguen a necesitar.

Figura 35. Programa para agregar repuestos

REPUESTOS

AGREGAR EDITAR BORRAR BUSCAR REGRESAR

Parrrte Numero	Nombre	cantidad
1345	flexi condi	5

Fuente. Autor.

Como se puede observar en el grafico 35, este programa facilitará a la empresa manejar el programa de agregar equipos que se lleguen a necesitar.

4. RESULTADOS

Mediante la evaluación que se hizo a los equipos con una lista de chequeo como se muestra en los anexos del 1 al 4 elaborada con la información de la hoja de datos de los transmisores indicadores de nivel y actuadores neumático, el Flow Server limitorque, deja un registro de cuáles son las principales fallas de cada uno de estos, y del estado en el que se encuentran hasta la fecha que se realizó la evaluación.

También se realizó y presto apoyo en el mantenimiento preventivo de estos instrumentos encontrando en buen estado los mismo y limpiando la corrosión de los tornillos para que no dificulte la apertura de las bridas, ajustando los tornillos de las terminales electrónicas para evitar errores por un mal contacto de estos.

Como se muestra en la figura 30 se realizó una interfaz para el manejo de la información donde la empresa podrá registrar los equipos con sus debidas características, las fallas de los equipos con su respectiva descripción y los repuestos con los cuales se cuentan en la planta.

5. CONCLUSIONES

Tras el trabajo realizado con el fin de poder visualizar las variables que influyen en el proceso, se precisa el cambio de 6 pantallas de 13 de los transmisores indicadores de nivel, de los cuales se le aplico la revisión.

Los actuadores neumáticos Flow Server limitorque, se encontraron dos tipos de fallas: la primera, son las fallas fáciles de solucionar, como ajustar las conexiones de suministro neumáticos (racores) y la segunda, son los cambios de los manómetros que están cristalizados por el sol y condiciones ambientales.

Al realizar el mantenimiento preventivo de los transmisores indicadores de nivel, se limpiaron los pernos con un cepillo de cobre para quitar la corrosión y se pueda soltar fácilmente las bridas. Se encuentran en buen estado la sonda y no cuenta con ningún recubrimiento que pueda interferir en la medición, La boya no cuenta con ninguna abolladura y la parte electrónica se encuentra en buen estado

Tras realizar las pruebas y simulaciones se puede concluir que están funcionando correctamente. En los actuadores neumáticos, se desarmo y limpio el regulador, se revisó el estado de las terminales electrónicas y se hizo un pequeño ajuste con el destornillador. Se aplicó limpiador electrónico, en los actuadores LPS con tornillo de apriete. Se hizo la apertura y cierre de forma manual y se aplicó grasa al tornillo.

En la configuración de actuador de bomba de mano hidráulica se hizo la apertura y cierre manual en los actuadores de modelo LPC, y de igual manera se hizo la apertura y cierre de manera automática desde el cuarto de control, verificando su correcto funcionamiento después del mantenimiento preventivo.

Co el paso del tiempo y debido al ajuste y desajuste de los racores, las férulas son las encargadas del sellado, que evita la salida del suministro neumático se dañan, por lo tanto, cuando se realiza el mantenimiento en la bodega, debe haber repuestos para el juego completo que está conformado por tubing férula y racor, además de esto, debe estar la corta tubing. Con esto evitamos lo retardos en caso de que armando el montaje, nuevamente hubieran fugas.

El equipo de mantenimiento maneja un libro de Excel con reporte de fallas que se han producido, donde podemos encontrar la fecha, la descripción, si ya se cerró o todavía está abierto. Esto sirvió como base para hacer un programa con macros en Excel un poco más elaborado donde se facilita la búsqueda de información, además se agregó un apartado para repuestos y mantenimientos programados a los equipos que se encuentran en la planta.

Este programa se realizó detalladamente, en el que queda pendiente la implementación de un sistema para organizar la información de una manera óptima.

El equipo de mantenimiento de la planta ha hecho un excelente trabajo a la hora de implementar y mejorar los checklist de la empresa, además de registrar las fallas con sus debidos gráficos estadísticos.

6. RECOMENDACIONES

Ineludiblemente, un buen Desarrollo de mantenimiento debe aplicarse de manera oportuna y con prontitud, y que, de su grado de efectividad, depende la garantía del buen funcionamiento de la misma a lo largo del tiempo.

De igual manera, se recomienda, que se detalle con atención los siguientes aspectos: recursos humanos, financieros y materiales. Estos tres unidos, hace posible establecer y ejecutar un programa de mantenimiento preventivo exitoso, acorde con las necesidades del contexto, para garantizar lo acordado y plasmado en este proyecto, y así dar cumplimiento a la función del mantenimiento en sus diferentes modalidades mediante la aplicación de procedimientos establecidos.

Aplicar el mantenimiento a cada equipo que conforma la Planta de Comprensión de gas, en los tiempos acordados y establecidos en el plan de mantenimiento, llevando en orden y actualizada la documentación de las fichas técnicas, cabe resaltar que estas deben estar representadas con sus respectivos responsables y actividades realizadas.

Dar continuidad a Planificaciones y actualizar programas de capacitaciones y avanzar en conocimientos para el personal de mantenimiento de acuerdo a las necesidades y prioridades de la.

Así mismo, se sugiere seguir los pasos y recomendaciones para que se realice la correcta operación y manipulación de los distintos equipos que se encuentran en la Planta de compresión, sin la necesidad que durante su actividad se utilicen herramientas inadecuadas, golpes o cortes que puedan afectar o en caso extremo dañar por total o parcialmente los equipos que se encuentran en la planta.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

-
- Antonio, P. R. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga: Ediciones USTA.
- Basabe, B. (2009). Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la cantera salitre blanco de Aguilar construcciones S.A. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Brunete, S. y. (2020). Introducción a la Automatización Industrial By. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- CASALE, S. y. (2009). Optimización del procesamiento de gas natural a través de un sistema de control centralizado. Buenos Aires: Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- Checa Aguilar, N. A. (2019). Construcción, ensamblaje y pruebas de motor neumático. Piura: Universidad de Piura.
- Company, M. (2019). Manual de Instalación y Operación HART - Transmisor de Nivel Magnetostrictivo. Lllinois / EE. UU.: Magnetrol International.
- Dounce Villanueva, E. (2000). La Productividad En El Mantenimiento Industria. México DF: Continental S.A. Segunda Impresión.
- Duarte Carracall, C. Y. (2018). DESARROLLO DE LAS ETAPAS DE PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DOCUMENTAL DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICO EN PROMIORIENTE S.A. E.S.P. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- E.S.P, P. S. (2018). Plan General de Operaciones Estación Compresora. Bucaramanga. Bucaramanga: Promiriente .
- E.S.P., P. S. (2018). Plan General de opetaciones estación Compresora Bucaramanga. Bucaramanga: Promiriente S.A. E.S.P.
- Electric, G. (2016). Waukesha* gas engines VHP* Series Four* L5794GSI. Nueva York: General Electric.
- ENERGIA, E. M. (1997). RESOLUCION No. 8 0505 DE MARZO 17 DE 1997. Bogotá: MINISTRO DE MINAS Y ENERGIA.

- Energía, M. d. (13 de Mayo de 2015). COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Recuperado el 2 de Noviembre de 2021, de COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS: <http://apolo.creg.gov.co>
- Flowserve. (2016). Limitorque LPC. Rio Vallone: t Flowserve Corporation.
- García Garrido, S. (2012). Manual práctico para la gestión eficaz para el mantenimiento industrial. En S. García Garrido, Manual práctico para la gestión eficaz para el mantenimiento industrial (pág. 1). Fuenlabrada - España: Renovetec.
- Gómez Rivas, P. (2014). Diseño y cálculo de compresores. Perú: Oil Production.
- Gómez, J. N. (2016). Guía para la Selección, Instalación y Mantenimiento de Compresores Reciprocantes de Gas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- González, G. C. (2011). Realizar el Plan de Mantenimiento Preventivo de la Máquinaria del Departamento de Marcos y Molduras en la empresa Antiguo Arte Europeo S.A. de C.V. México: Universidad Tecnológica Tula - Tepeji.
- GPSA, G. P. (2004). Engineering data book. Oklahoma: Tulsa.
- Magnetrol. (2020). Manual de operación e instalación Hart para eclipse modelo 706. Sorocaba: Magnetrol International.
- MAQPOWER. (16 de Julio de 2020). Compresores. Recuperado el 31 de Octubre de 2021, de Compresores: <https://compresoreslibresdeaceite.mx/clasificacion-tipos-compresores-cual-compresor-comprar/>
- Martínez Villegas, A. (2007). Motores de Combustión Interna. Sant Celoni: IES Baix Montseny.
- Muñoz Abella, M. B. (2013). Mantenimiento Industrial. Madrid . España: Universidad Carlos III de Madrid.
- Pérez Rondón, F. A. (2021). Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial. Bucaramanga: Ediciones USTA.
- PROYECTOS Y SERVICIOS DE GAS, P. Y. (15 de Febrero de 2019). <http://www.psigtlda.com/PrincipalEspanol.html>. Recuperado el 30 de Octubre de 2021, de <http://www.psigtlda.com/PrincipalEspañol.html>

- PROYECTOS Y SERVICIOS DE GAS, P. Y. (15 de Febrero de 2019). psiglt-da.com. Recuperado el 30 de Octubre de 2021, de psiglt-da.com: <http://www.psiglt-da.com/PrincipalEspanol.html>
- Rodríguez, D. R. (2017). Manual de Operación de la Estación Compresión de Gas de la Sabana. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Ruiz, A. (2012). CONCEPTO DE FIABILIDAD (RELIABILITY). En A. Ruiz, CONCEPTO DE FIABILIDAD (RELIABILITY (págs. 1,2,3,4,5,6,7). España: Comité de Confiabilidad de la AEC.
- S. Mokhatab, W. A. (2006). Handbook of natural gas transmission and processing. Elsevier: Oxford.
- Veloza, G. y. (2016). Optimización al Mantenimiento de las Estaciones de Servicio de la Empresa Supertoil S.A.S. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Vilchez Rivas, J. R. (2019). Propuesta de gestión del mantenimiento centrado en la confiabilidad para reducir las fallas los motores de compresión gas de la empresa S.A. lote X el alto - 2018. Perú: Universidad Cesar Vallejo.

8. ANEXOS

Anexo 1. Checklist de Trasmisor Indicador de Nivel Eclipse Modelo 706 GWR

DATOS DEL EQUIPO			
TAG	LIT 12003	UBICACIÓN	TK aceite principal D12000
Estado de la pantalla	Solucion		
Mensaje ayuda de diagnostico	Ok		
Obstrucciones	NA	Distancia	NA
Estado de la sonda	buen estado		Equipo en buen estado
Recubrimiento	Longitud	NA	
	Grosor	NA	
	Constante dielectrico	NA	
OBSERVACIONES: se retira la tapa de vidrio que protege la pantalla del equipo, se revisa el estado del Display el cual se encuentra un poco desgastado por el sol, se visualizan los mensajes que aparecen en diagnóstico de fallas, la curva de eco, se saca de servicio el equipo poniendo en modo mantenimiento en HMI, se bloquean las válvulas de corte de la bota de medición, se desajusta la brida superior, se revisa el estado de la sonda, debido a la Viscosidad del fluido no se encuentra recubrimiento que pueda afectar la medición del trasmisor			

Fuente. Autor

Anexo 2. Checklist transmisor indicador de nivel JM4

DATOS DEL EQUIPO			
TAG	LIT 12003	UBICACIÓN	TK aceite principal D12000
Estado de la pantalla	Solucion		
Mensaje ayuda de diagnostico	Ok		
Obstrucciones	NA	Distancia	NA
Estado de la sonda	buen estado		Equipo en buen estado
Recubrimiento	Longitud	NA	
	Grosor	NA	
	Constante dielectrico	NA	
OBSERVACIONES: se retira la tapa de vidrio que protege la pantalla del equipo, se revisa el estado del Display el cual se encuentra un poco desgastado por el sol, se visualizan los mensajes que aparecen en diagnóstico de fallas, la curva de eco, se saca de servicio el equipo poniendo en modo mantenimiento en HMI, se bloquean las válvulas de corte de la bota de medición, se desajusta la brida superior, se revisa el estado de la sonda, debido a la Viscosidad del fluido no se encuentra recubrimiento que pueda afectar la medición del trasmisor			

Fuente. Autor

Anexo 3. Ejemplo de llenado del Checklist equipo Rosemount 3051 CD

TAG	Datos del equipo		
	LIT 12001	UBICACIÓN Filtro Coalescente TLF-12009	
La lectura de miliamperios del transmisor es cero	<u>NO</u>	La lectura de la variable de presión digital es baja o alta	<u>NO</u>
El transmisor no se comunica con el comunicador de campo	<u>NO</u>	La lectura de la variable de presión digital es errática	<u>NO</u>
La lectura de miliamperios del transmisor es baja o alta	<u>NO</u>	La lectura de miliamperios es errática	<u>NO</u>
El transmisor no responde a los cambios de la presión aplicada	<u>NO</u>		
OBSERVACIONES: se reviso el equipo que estuviera dando los vaolres adecuados, las mediciones fueran coherente y del mismo valor que las que aparecen en la pantalla HMI,se realizo una prueba de simulacion con el fluke se encuentra en buen estado el quipo			

Fuente. Autor

Anexo 4. Ejemplo de llenado checklist según fabricante para actuadores

DATOS DEL EQUIPO			
TAG	XV-12055	UBICACIÓN	SALIDA ACEITE FILTRO COALESCENTE D-12009
MODELO DEL EQUIPO		LPC-10A-180B-SR04	
Estado del posicionador		Vibración	no presenta
Estado del manómetro	deteriorado	Presión	95 PSIG
Estado de recubrimiento de pintura	bueno	Fugas de conexión	si presenta
OBSERVACIONES: el posicionador se mueve correctamente, el manómetro está cristalizado debido al sol, la pintura se encuentra en buen estado, presenta fugas en la conexión por lo cual se hace un ajuste con una llave mixta, no presenta vibración que pueda afectar el equipo, la presión es la adecuada para el funcionamiento del actuador abre y cierra correctamente			

Fuente. Autor

Anexo 5. Checklist de mantenimiento para Transmisores Indicadores de Nivel

FECHA		Día	Mes	Año	Ubicación		ESTACION:
							OT:
Modelo :		Serial:		T. Válvula:		Diámetro	
REGISTRO DE INSPECCION:				APLICA ☐		NO APLICA ☐	
Condiciones al inicio:							
ESTADO DE LA VALVULA							
Abierta ☐		Cerrada ☐		Válvulas de suministro-poder		Abierta ☐ Cerrada ☐	
Limpieza de filtro:				Cambio de filtro:			
De entrada al regulador:		si ☐	no ☐	De entrada al regulador:		si ☐	no ☐
Inspección del estado de Reguladores:							
Primera etapa:		Buen estado	si ☐	no ☐	Presion entrada:		Psig
Segunda etapa:		Buen estado	si ☐	no ☐	Presion entrada:		psig
Estado de los componentes:							
	Limpieza	Pintura	Cambio		Limpieza	Pintura	Cambio
Bloques accionamiento	☒	☐	☐	Reguladores	☒	☐	☐
Yugo	☒	☐	☐	Switches posicionamiento	☒	☐	☐
Cilindro	☒	☐	☐	Solenoides	☒	☐	☐
Pruebas				Inspección de Fugas			
Modo manual(SIN GAS)				Si No N.A.			
Apertura		Si ☐	No ☒	¿Hay Presencia de Fugas?		☐	☒
Cierre:		Si ☐	No ☒	¿Es Posible Eliminar la Fuga?		☐	☒
DESDE LA RTU (CON GAS)				Tiempo de apertura y cierre			
Apertura		Si ☒	No ☐	Si No		Tiempo ajuste:	
Cierre:		Si ☒	No ☐	Ajuste tiempo de cierre			2 Seg
Operando normalmente:		Si ☒	No ☐	Ajuste tiempo de apertura			2 Seg
Las pruebas con la RTU Y/O C. CONTROL cierre apertura funcionan normalmente?				Si ☒ No ☐			
Condiciones al final:							
ESTADO DE LA VALVULA							
Abierta ☐		Cerrada ☒		Válvulas de suministro-poder		Abierta ☒ Cerrada ☐	
REVISION SET POINTS RTU(ELECTRONICAMENTE)				APLICA ☐ NO APLICA ☒			
Valores Manual de operación		Valores en RTU		VALORES EN PIT(simulacion CON BOMBA)			
Cierre por baja presión Psig		Cierre por baja presión Psig		Cierre por baja presión Psig		Cierre por baja presión Psig	
Cierre por alta presión Psig		Cierre por alta presión Psig		Cierre por alta presión Psig		Cierre por alta presión Psig	
REVISION SET POINTS RTU(ELECTRONICAMENTE)				APLICA ☐ NO APLICA ☒			
Valores Manual de operación		Valores en RTU		VALORES EN PIT(simulacion CON BOMBA)			
Cierre por baja presión Psig		Cierre por baja presión Psig		Cierre por baja presión Psig		Cierre por baja presión Psig	
Cierre por alta presión Psig		Cierre por alta presión Psig		Cierre por alta presión Psig		Cierre por alta presión Psig	
Cierre por velocidad Psig		Cierre por velocidad Psig		Cierre por velocidad Psig		Cierre por velocidad Psig	
Cierre por baja presión		SI ☐ NO ☐	Nuevo valor baja presion en C. de procesos			Psig	
SE ajusta Cierre por alta presión		SI ☐ NO ☐	Nuevo valor Alta presion en C de procesos			Psig	
Cierre por velocidad		SI ☐ NO ☐	Nuevo valor cierre por velocidad			Psig	
Calibrador de proceso		Marca	S/N		Tag		
Modulo de Presion		Marca	S/N		Tag		
MANTENIMIENTO MENOR :				APLICA ☒ NO APLICA ☐			
Mantenimiento y limpieza bloques de accionamiento		Si ☒	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Mantenimiento y limpieza al reguladores		Si ☒	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Mantenimiento y limpieza al bloque del cilindro		Si ☒	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Mantenimiento y limpieza a solenoides		Si ☒	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Mantenimiento y limpieza a los swithes de posición		Si ☒	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Mantenimiento y limpieza tornillos de volantes		Si ☐	No ☐	N.A.		X Pintura	☐
Mantenimiento y engrase del yugo escocés		Si ☐	No ☐	N.A.		X Pintura	☐
MANTENIMIENTO MAYOR :				APLICA ☐ NO APLICA ☒			
Se realiza cambio de sellos a bloques de accionamiento		Si ☐	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Se realiza cambio de sellos a bloques de posicionamiento		Si ☐	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Se realiza cambio de sellos a bloques de posicionamiento		Si ☐	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Mantenimiento y limpieza a solenoides		Si ☐	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Se realiza cambio de sellos al regulador		Si ☐	No ☐	N.A.		Pintura	☐
Se realiza cambio de sellos del cilindro del yugo escoces		Si ☐	No ☐	N.A.		Pintura	☐

Anexo 7. Tabla Indicador de Diagnóstico

Prioridad	Nombre de Indicador	Categoría Regular	Explicación	Remedio (ayuda de contexto)
1	Software Error	Falla	Error irrecuperable ocurrió en programa almacenado.	Contacte a Soporte Técnico de MAGNETROL
2	RAM Error	Falla	Memoria RAM fallando	
3	ADC Error	Falla	Falla en convertidor Análogo Digital	
4	EEPROM Error	Falla	Falla en parámetro no volátil	
5	Analog Board Error	Falla	Falla de hardware irrecuperable	
6	Analog Output Error	Falla	Corriente de lazo real diferente a valor enviado. Salida análoga inexacta	Realice procedimiento de mantenimiento "Ajuste de Salida Análoga"
7	Spare Indicator 1	OK	Reservado para uso futuro	
8	Default Parameters		Parámetros guardados ajustados a valores por defecto	Realice Configuración de Dispositivo completa
9	No Probe	Falla	Sonda No Conectada	Instale una sonda Apriete tuerca HF Limpie pin dorado en el transmisor y socket en sonda. Asegúrese de que el adaptador 706/705 esté bien enroscado. Contacte a Soporte Técnico MAGNETROL
10	No Fiducial	Falla	Señal de referencia muy débil para detectar	Apriete tuerca HF Limpie pin dorado en el transmisor y socket en sonda Revise ajustes: Ganancia fiducial Longitud de cable HF Ventana Aumente Ganancia Fiducial Contacte a Soporte Técnico MAGNETROL

Prioridad	Nombre de Indicador	Categoría Regular	Explicación	Remedio
11	No Echoes	Falla	Sin señal detectada en ninguna parte de la sonda	Revise ajustes: Rango Dieléctrico Sensibilidad Valor Thresh EoP Aumente sensibilidad Disminuya Thresh EoP Vea Curva de Eco
12	Upr Echo Lost	Falla	Señal del líquido superior muy débil para detectar	Revise ajustes: Dieléctrico superior Distancia de Bloqueo Sensibilidad Asegure que el Nivel Superior esté debajo de Distancia de Bloqueo Vea Curva de Eco
13	Spare Indicator 2	OK	Reservado para uso futuro	
14	EoP Above ProbeEnd	Falla	Fin de Sonda aparece arriba de Longitud de Sonda	Revise ajustes: Longitud de Sonda Disminuya Sensibilidad Aumente Distancia de Bloqueo Vea Curva de Eco
15	Lvl Below ProbeEnd	Falla	La señal de nivel aparece más allá de la Longitud de Sonda (Posible situación de fondo de agua)	Revise ajustes: Modelo de Sonda Longitud de Sonda Nivel de Umbral = Fijo Aumente sensibilidad Vea Curva de Eco
16	EoP Below ProbeEnd	Falla	Fin de Sonda aparece más allá de Longitud de Sonda	Revise ajustes: Longitud de Sonda Rango Dieléctrico Sensibilidad Vea Curva de Eco
17	Safety Zone Alarm	Falla	Riesgo de Pérdida de Eco si el líquido sube encima de la Distancia de Bloqueo	Asegure que el líquido no pueda alcanzar la Distancia de Bloqueo
18	Config Conflict	Falla	"Tipo de Medición" y "Selección de Variable Primaria" son inconsistentes	Confirme una configuración adecuada. Revise tipo de medición
19	High Volume Alarm	Falla	Volumen calculado de lectura de Nivel excede la capacidad del tanque o tabla personalizada	Revise ajustes: Dimensiones de tanque Entradas de Tabla Personalizada
20	High Flow Alarm	Falla	El flujo calculado de la lectura de Distancia excede la capacidad del elemento de flujo o tabla personalizada	Revise ajustes: Elemento de Flujo Distancia de Referencia Factores de Ecuación Genérica Entradas de Tabla Personalizada
21	Spare Indicator 3	OK	Reservado para uso futuro	
22	Initializing	Revisar Función	Medición de distancia es inexacta mientras filtros internos se ajustan	Mensaje de inicio regular. Espere 10 segundos
23	Analog Output Fixed	Revisar Función	Corriente de lazo no sigue el PV. Causado por condición de alarma existente, Prueba de Lazo u operaciones de Corte de Lazo	Si es inesperado, revise el Modo de Corriente de Lazo. Asegure que no se encuentra en Prueba de Lazo
24	Config Changed	Revisar Función	Un parámetro de la Interfase de Usuario ha sido modificado	Si se desea, reinicie "Cambio en Config" en el menú Config Avanzada
25	Spare Indicator 4	OK	Reservado para uso futuro	
26	Spare Indicator 5	OK	Reservado para uso futuro	

Prioridad	Nombre de Indicador	Categoría Regular	Explicación	Remedio
11	No Echoes	Falla	Sin señal detectada en ninguna parte de la sonda	Revise ajustes: Rango Dieléctrico Sensibilidad Valor Thresh EoP Aumente sensibilidad Disminuya Thresh EoP Vea Curva de Eco
12	Upr Echo Lost	Falla	Señal del líquido superior muy débil para detectar	Revise ajustes: Dieléctrico superior Distancia de Bloqueo Sensibilidad Asegure que el Nivel Superior esté debajo de Distancia de Bloqueo Vea Curva de Eco
13	Spare Indicator 2	OK	Reservado para uso futuro	
14	EoP Above ProbeEnd	Falla	Fin de Sonda aparece arriba de Longitud de Sonda	Revise ajustes: Longitud de Sonda Disminuya Sensibilidad Aumente Distancia de Bloqueo Vea Curva de Eco
15	Lvl Below ProbeEnd	Falla	La señal de nivel aparece más allá de la Longitud de Sonda (Posible situación de fondo de agua)	Revise ajustes: Modelo de Sonda Longitud de Sonda Nivel de Umbral - Fijo Aumente sensibilidad Vea Curva de Eco
16	EoP Below ProbeEnd	Falla	Fin de Sonda aparece más allá de Longitud de Sonda	Revise ajustes: Longitud de Sonda Rango Dieléctrico Sensibilidad Vea Curva de Eco
17	Safety Zone Alarm	Falla	Riesgo de Pérdida de Eco si el líquido sube encima de la Distancia de Bloqueo	Asegure que el líquido no pueda alcanzar la Distancia de Bloqueo
18	Config Conflict	Falla	"Tipo de Medición" y "Selección de Variable Primaria" son inconsistentes	Confirme una configuración adecuada. Revise tipo de medición
19	High Volume Alarm	Falla	Volumen calculado de lectura de Nivel excede la capacidad del tanque o tabla personalizada	Revise ajustes: Dimensiones de tanque Entradas de Tabla Personalizada
20	High Flow Alarm	Falla	El flujo calculado de la lectura de Distancia excede la capacidad del elemento de flujo o tabla personalizada	Revise ajustes: Elemento de Flujo Distancia de Referencia Factores de Ecuación Genérica Entradas de Tabla Personalizada
21	Spare Indicator 3	OK	Reservado para uso futuro	
22	Initializing	Revisar Función	Medición de distancia es inexacta mientras filtros internos se ajustan	Mensaje de inicio regular. Espere 10 segundos
23	Analog Output Fixed	Revisar Función	Corriente de lazo no sigue el PV. Causado por condición de alarma existente, Prueba de Lazo u operaciones de Corte de Lazo	Si es inesperado, revise el Modo de Corriente de Lazo. Asegure que no se encuentre en Prueba de Lazo
24	Config Changed	Revisar Función	Un parámetro de la Interfase de Usuario ha sido modificado	Si se desea, inicie "Cambio en Config" en el menú Config Avanzada
25	Spare Indicator 4	OK	Reservado para uso futuro	
26	Spare Indicator 5	OK	Reservado para uso futuro	

Priority	Indicator Name	Default Category	Explanation	Remedy
27	Spare Indicator 6	OK	Reservado para uso futuro	
28	Ramp Interval Error	Fuera de Espec	Señal interna fuera de limite causando medición de distancia inexacta	Revise exactitud de lectura de nivel. Cambie electrónica de transmisor. Contacte a Soporte Técnico MAGNETROL
29	High Elec Temp	Fuera de Espec	Electrónica muy caliente. Puede afectar medición de nivel y dañar equipo	Cubra el transmisor de la fuente de calor o aumente la circulación de aire. Colóquelo en un área más fresca
30	Low Elec Temp	Fuera de Espec	Electrónica muy fría. Puede afectar medición de nivel y dañar equipo	Aíse el transmisor. Coloque el transmisor en un área más cálida
31	Calibration Req'd	Fuera de Espec	La calibración de fábrica se ha perdido. La exactitud de medición puede disminuirse	Regrese el transmisor a fábrica para recalibración
32	Echo Reject Invalid	Fuera de Espec	Rechazo de Eco inoperante. Lecturas de nivel erróneas. Eco superior perdido cerca de alto de sonda	Guarde una nueva Curva de Rechazo de Eco
33	Spare Indicator 7	OK	Reservado para uso futuro	
34	Inferred Level	Fuera de Espec	Medición de Distancia calculada indirectamente de elongación de sonda. La lectura de Nivel sólo es aproximada	Verifique lectura de Nivel. Si es correcta, compare el Rango Dieléctrico contra lectura de Dieléctrico EoP
35	Adjust Analog Out	Fuera de Espec	La corriente de Lazo es inexacta	Realice procedimiento de mantenimiento "Ajuste de Salida Analógica"
36	Totalizer Data Lost	Fuera de Espec	El almacenaje de Datos de Totalizador No Volátil está fallando	Contacte a Soporte Técnico MAGNETROL
37	No Probe Target	Fuera de Espec	Sin compensación activa	Revise Ajustes: Modelo de Sonda Garrapatas objetivo
38	Low Supply Voltage	Fuera de Espec	Corriente de lazo incorrecto en valores mayores. Salida analógica es inexacta	Verifique resistencia de lazo Cambie la fuente de energía de lazo
39	Dry Probe	OK	Sonda sin contacto con líquido. Nivel a distancia desconocida de la sonda.	Si es inesperado, verifique que longitud de sonda es apropiada para aplicación
40	Bad Target Location	Requiere Mantenimiento	Ubicación errada del marcador de vapor	Contacte el Dpto. de Soporte Técnico de Magnetrol
41	Low Echo Strength	Manten Requerido	Riesgo de Pérdida de Eco debido a señal débil	Revise ajustes: Rango dieléctrico Sensibilidad Vea Curva de Eco
42	Low Ifc Echo Str	Manten Requerido	Riesgo de Pérdida de Eco de Interfase debido a señal débil	Revise ajustes: Rango dieléctrico Sensibilidad Vea Curva de Eco
43	Max Jump Exceeded	Requiere Mantenimiento	El eco ha saltado a una ubicación que excede el máximo salto permisible con relación al eco anterior	Verifique ajustes de ganancia (Rango Dieléctrico y Sensitividad). Vea la curvas históricas de eco.
44	Spare Indicator 10	OK	Reservado para uso futuro	
45	Sequence Record	OK	A Sequence Record number has been stored in Event Log.	If desired, report Sequence Record number to factory.

El Elipse Modelo 706 ofrece la habilidad de hacer análisis de Tendencia y Curva de Eco con la LCD gráfica o con el PACTware y el OTM Modelo 706.
El OTM Modelo 706 es una poderosa detector de fallas que puede ayudar en la resolución de algunos Indicadores de Diagnóstico mostrados arriba.

Anexo 8. Registro fotográfico

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
INFORME FOTOGRAFICO									
FECHA	10	9	2021 EJECUTADO POR		Oscar fernando Accevedo Salazar				
									
◀ ▶ LIT 12003 FOTOS LIT 12003 LIT 12007 FOTOS 12007 LIT 12054 JM4 FOTO 12054									

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
INFORME FOTOGRAFICO									
FECHA	10	9	2021 EJECUTADO POR		Oscar fernando Accevedo Salazar				
									
◀ ▶ LIT 12003 FOTOS LIT 12003 LIT 12007 FOTOS 12007 LIT 12054 JM4 FOTO 12054									

