

GESTIÓN DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LOS BANCOS DE
CONTROL DE NIVEL Y DE TEMPERATURA DE LOS LABORATORIOS DEL
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA DE LA SEDE DE VILLA DEL
ROSARIO DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

JESUS DAVID CASTRO LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO MMI
INGENIERÍA MECATRÓNICA
VILLA DEL ROSARIO
2022

GESTIÓN DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LOS BANCOS DE
CONTROL DE NIVEL Y DE TEMPERATURA DE LOS LABORATORIOS DEL
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA DE LA SEDE DE VILLA DEL
ROSARIO DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

JESUS DAVID CASTRO LÓPEZ

Monografía presentada como requisito para optar al título de Ingeniero en
Mecatrónica.

Director: Msc. OSCAR MANUEL DUQUE

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO MMI
INGENIERÍA MECATRÓNICA
VILLA DEL ROSARIO
2022

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Villa del Rosario, 26 de noviembre del 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este punto, es Él quien me ha acompañado en mi vida y más en este proceso formativo. A mi padre, mi madre y mi hermana, quienes son el apoyo siempre incondicional en mi vida. A los docentes del programa de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad de Pamplona, quienes han aportado con dedicación a esta formación profesional y personal. Agradezco al tutor de este trabajo, por su tiempo, su paciencia y siempre su disposición a atenderme.

CONTENIDO	
GLOSARIO	11
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	15
1.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	16
2.2. JUSTIFICACIÓN	16
3. MARCO TEÓRICO	18
3.1. INTERCAMBIADOR DE CALOR	18
3.2. MEDICIÓN DE NIVEL	19
3.3. PLC	21
4. MARCO NORMATIVO	22
4.1. NORMA ISO 14224	22
4.2. ELABORACIÓN Y CONTROL DE DOCUMENTOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PAC-01 v.10 UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.	22
5. ESTADO DEL ARTE	24
6. DESARROLLO METODOLÓGICO	43
6.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS EQUIPOS	43
6.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LOS BANCOS	43
6.1.2. LISTA DE LOS EQUIPOS	45
6.1.3. CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	48
6.1.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	50
6.2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	53
6.2.1. INVENTARIO	53
6.2.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	54
6.2.3. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO	55

6.2.4. FICHA DEL EQUIPO	57
6.2.5. HOJA DE RESUMEN	60
6.3. PLAN DE MANTENIMIENTO	62
6.3.1. DETERMINACIÓN DE FALLOS FUNCIONALES Y FALLOS TÉCNICOS	62
6.3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS FALLOS	62
6.3.3. FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO	63
6.3.4. DETERMINACIÓN DE FRECUENCIA EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.	64
6.3.5. ACCIONES DE MANTENIMIENTO	68
6.3.6. ORDENES DE TRABAJO	69
6.4. CRONOGRAMA	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXO A. FICHAS DE LOS EQUIPOS	80
ANEXO B. TABLAS DE FALLAS FUNCIONALES, TÉCNICAS Y MODOS DE FALLA	100
ANEXO C: ACCIONES DE MANTENIMIENTO	104
ANEXO D: ORDENES DE TRABAJO	116

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Listado de los equipos de los bancos	47
Tabla 2 Codificación equipos	49
Tabla 3 Taxonomía banco de control de nivel	51
Tabla 4 taxonomía banco de control de temperatura	52
Tabla 5 Inventario banco de nivel	53
Tabla 6 Análisis de criticidad	55
Tabla 7 Ficha del equipo PT204-CN-B-101	59
Tabla 8. Hoja-resumen datos de mantenimiento	60
Tabla 9 Hoja Resumen banco de control de nivel	61
Tabla 10. Hoja Resumen banco de control de temperatura	61
Tabla 11 Fallos funcionales, técnicos y modos de fallos subsistema Hidráulico	64
Tabla 12 OREDA Válvula reguladora de flujo	66
Tabla 13 OREDA electrobomba centrífuga	67
Tabla 14. Acciones de mantenimiento GM105-CT-B-101	68
Tabla 15 Orden de trabajo de frecuencia semanal banco de control de nivel	69
Tabla 16 Cronograma de actividades de mantenimiento en un semestre	70
Tabla 17 Ficha de equipo GM105-CT-B-101	81
Tabla 18 Ficha equipo GM105-CT-D-101	82
Tabla 19 Ficha equipo GM105-CT-FV-101	83
Tabla 20 Ficha equipo GM105-CT-LC-101	84
Tabla 21 Ficha equipo GM105-CT-LP-101	85
Tabla 22 Ficha equipo GM105-CT-P-101	86
Tabla 23 Ficha equipo GM105-CT-PT-101	87
Tabla 24 Ficha equipo GM105-CT-TT-101	88
Tabla 25 Ficha equipo GM105-CT-VA-101	89
Tabla 26 Ficha equipo GM-CT-HMI-101	90
Tabla 27 Ficha equipo PT204-CN-D-101	91
Tabla 28 Ficha equipo PT204-CN-FV-101	92
Tabla 29 Ficha equipo PT204-CN-HMI-101	93
Tabla 30 Ficha equipo PT204-CN-LC-101	94
Tabla 31 Ficha equipo PT204-CN-LP-101	95
Tabla 32 Ficha equipo PT204-CN-LT-101	96
Tabla 33 Ficha equipo PT204-CN-LT-102	97
Tabla 34 Ficha equipo PT204-CN-P-101	98
Tabla 35 Ficha equipo PT204-CN-VA-101	99

Tabla 36 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de nivel subsistema Control	101
Tabla 37 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de nivel subsistema Electrico	101
Tabla 38 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de nivel subsistema Hidraulico	102
Tabla 39 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de temperatura subsistema Hidraulico	102
Tabla 40 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de temperatura subsistema Control	103
Tabla 41 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de temperatura subsistema Eléctrico	103
Tabla 42 Acciones de mantenimiento GM105-CT-B-101	105
Tabla 43 Acciones de mantenimiento GM105-CT-D-101	105
Tabla 44 Acciones de mantenimiento GM105-CT-FV-101	106
Tabla 45 Acciones de mantenimiento GM105-CT-HMI-101	106
Tabla 46 Acciones de mantenimiento GM105-CT-LC-101	107
Tabla 47 Acciones de mantenimiento GM105-CT-LP-101	107
Tabla 48 Acciones de mantenimiento GM105-CT-PT-101	108
Tabla 49 Acciones de mantenimiento GM105-CT-TT-101	108
Tabla 50 Acciones de mantenimiento GM105-CT-VA-101	109
Tabla 51 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-B-101	110
Tabla 52 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-D-101	111
Tabla 53 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-FV-101	111
Tabla 54 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-HMI-101	112
Tabla 55 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LC-101	112
Tabla 56 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LP-101	113
Tabla 57 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LT-101	113
Tabla 58 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LT-102	114
Tabla 59 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-P-101	114
Tabla 60 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-VA-101	115
Tabla 61 Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Semestral	117
Tabla 62 Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia Semestral	118
Tabla 63 Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Mensual	119
Tabla 64 Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia Mensual	120

Tabla 65	Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Quincenal	121
Tabla 66	Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia quincenal	122
Tabla 67	Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Semanal	123
Tabla 68	Orden de Trabajo Banco de control de temperaura, Frecuencia semanal	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Intercambiador de calor	18
Figura 2. Medición de nivel por Ultrasónico	20
Figura 3 Banco de control de nivel del laboratorio PT-204	44
Figura 4 Banco de temperatura laboratorio GM-105	45
Figura 5 Estructura arbórea para realizar una lista de los equipos en una gestión de mantenimiento adecuada	46
Figura 6. Formato para códigos de los equipos	48
Figura 7. Ejemplo codificación de la válvula reguladora de flujo del banco de control de nivel del laboratorio GM-105	49
Figura 8 Clasificación taxonómica ISO 14224	50
Figura 9 Modelos de Mantenimiento	56
Figura 10 ejemplo Ficha del equipo	58

GLOSARIO

ANÁLISIS DE FALLAS: Método lógico y sistemático cuyo fin es analizar causas y efectos de las fallas presentes en los sistemas, equipos, componentes o partes.¹

CRITICIDAD (de un fallo o de una avería): Índice numérico de la severidad de un fallo o de una avería combinado con la probabilidad o frecuencia de su ocurrencia.²

CRONOGRAMA: Calendario de trabajos.³

DISPONIBILIDAD: La capacidad de un elemento de estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo dado o durante un intervalo de tiempo dado, asumiendo que se proporcionan los recursos externos requeridos.⁴

EFFECTO DE FALLA: Hecho o acontecimiento resultante cuando los sistemas, equipos, componentes o partes han perdido capacidad para realizar su función.⁵

ELEMENTO: Parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede describirse y considerarse de forma individual.⁶

EQUIPO: Unidad compleja, de orden superior, integrada por conjuntos, componentes y piezas, agrupadas para formar un sistema funciona.⁷

FALLA DE CAUSA COMÚN: Fallas de diferentes elementos que resultan de la misma causa directa, que ocurren dentro de un tiempo relativamente corto, donde estas fallas no son consecuencia de otra.⁸

FALLO CRÍTICO: Fallo de una unidad de equipo que provoca el cese inmediato de la capacidad para realizar una función requerida.⁹

FIABILIDAD: Probabilidad de que una máquina, un aparato o un dispositivo funcionen correctamente bajo ciertas condiciones y en un periodo de tiempo determinado¹⁰

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO: Todas las actividades de la gestión que determinan los requisitos, los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la

¹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Glosario Básico de Términos De Mantenimiento en Colombia. Primera edición. Bogotá, D.C. ACIEM Cundinamarca. 2012. p. 27

² NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. UNE-EN 13306:2018. 2019. p 14

³ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p. 39

⁴ IEC 60 050-191:1990, Vocabulario electrotécnico internacional. Capítulo 191: Confiabilidad y Calidad de los Servicios 1

⁵ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p. 32

⁶ NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. Op. Cit. p 8

⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p.12.

⁸ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural - Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos. ISO 14224 p.23

⁹ Ibíd., p.23

¹⁰ Herrera Sánchez, H. (2006). Mantenimiento industrial. Universidad Tecnológica De Pereira, facultad de ingeniería mecánica, Pereira, Risaralda, Colombia

planificación del mantenimiento, el control de este y la mejora de las actividades de mantenimiento y las cuestiones económicas.¹¹

INSPECCIÓN VISUAL: Técnica que permite detectar variedad de defectos como corrosión, contaminación, conexiones de soldadura defectuosas, discontinuidades superficiales, entre otros.¹²

INSPECCIÓN: Reconocimiento crítico efectuado a un equipo, sistema, componente o parte, verificando su estado real por comparación con el exigido.¹³

MANTENIBILIDAD: Capacidad de un elemento bajo condiciones de utilización dadas, de ser preservado, o ser devuelto a un estado en el que pueda realizar una función requerida, cuando el mantenimiento se ejecuta bajo condiciones dadas y utilizando procedimientos y recursos establecidos.¹⁴

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD: Proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento, de los elementos físicos en su contexto operacional.¹⁵

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Mantenimiento llevado a cabo después del reconocimiento de fallas y destinado a poner un elemento en un estado en el que pueda realizar una función requerida.¹⁶

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Acción de mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones o cambios de componentes o piezas, según intervalos de tiempo o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o de rendimiento de un sistema, equipo, componente o parte. Este mantenimiento debe considerar siempre una planeación.¹⁷

MODO DE FALLA: Efecto por el cual se observa una falla en el elemento fallado.¹⁸

MTBF: Tiempo medio entre fallos.¹⁹

PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO: Relación detallada de las actuaciones de mantenimiento que requiere un equipo, sistema, componente o parte y de los intervalos con que deben efectuarse. Término equivalente a plan de mantenimiento.²⁰

TAXONOMÍA: clasificación sistemática de elementos en grupos genéricos basada en factores posiblemente comunes a varios de los elementos.²¹

VIDA ÚTIL: Intervalo de tiempo que comienza a partir del primer uso hasta el instante en que se alcanza el estado límite

¹¹ NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. Op. Cit. p 7.

¹² ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p. 26

¹³ *Ibíd.*, p. 26

¹⁴ NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. Op. Cit p.9

¹⁵ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p.14.

¹⁶ IEC 60 050-191:1990, Vocabulario electrotécnico internacional. Capítulo 191: Confiabilidad y Calidad de los Servicios 1

¹⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p. 15

¹⁸ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Op. Cit. p. 15

¹⁹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Op. Cit. p 18.

²⁰ *Ibíd.*, p. 38

²¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Op. Cit. p.17.

RESUMEN

El programa de ingeniería en Mecatrónica de la Universidad de Pamplona, en su sede ubicada en la ciudad de Villa del Rosario, cuenta con laboratorios destinados a fortalecer las capacidades y la formación de los estudiantes. Para esto dispone de unos bancos industriales que tienen como objetivo permitir al estudiante realizar prácticas en el control de procesos. Esta monografía se desarrolló en dos bancos específicos del laboratorio, el banco de control de nivel de un tanque y el banco de control de temperatura de un intercambiador de calor.

Se realizó la gestión de mantenimiento en estos bancos, para esto se caracterizó los equipos de los bancos de control de nivel y de temperatura del laboratorio. Se elaboraron los inventarios, levantamientos de hojas de vida y recopilación de toda la información de soporte del fabricante y proveedores (fichas técnicas, manuales de usuario y de mantenimiento; entre otros). Recopilada esta información se analizó para fines de proponer un cronograma de mantenimiento, frecuencia y lineamientos de mantenimiento que le permita al programa tener disponibilidad de los equipos, preservar el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro.

PALABRAS CLAVE: Gestión, protocolos, análisis, control, nivel, temperatura, intercambiador de calor, caracterización, mantenimiento, disponibilidad, equipos, laboratorio, fichas técnicas, manuales.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad de Pamplona, sede villa del rosario, se apoya para su proceso de formación profesional en los bancos de laboratorio, donde los estudiantes pueden llevar a cabo distintas prácticas en áreas y/o procesos comúnmente utilizados en la industria. Entre estos se encuentra el banco de control de temperatura de un intercambiador de calor, en el sector industrial uno de los procesos importantes es la transferencia de calor, por ejemplo, la refrigeración, pasteurización y esterilización. La industria aprovecha las propiedades de la transferencia térmica utilizando dispositivos diseñados para elevar o disminuir la temperatura de materia prima o producto, denominando a esta técnica “intercambio de calor”. También en la industria se observa la necesidad de automatizar y controlar el nivel de líquidos y gases, los cuales son utilizados en procesos industriales. Es por esto que los bancos le ofrecen al estudiante una idea clara de los procesos más utilizados en la industria, para poder realizar prácticas en las diferentes estrategias de control. Para esto es esencial que los bancos estén disponibles para su uso, requiriendo siempre una alta confiabilidad en los equipos.

Sin embargo, la Universidad de Pamplona no cuenta con planes de mantenimiento establecidos en estos bancos, que pueda asegurar la disponibilidad de los bancos en todos los semestres para los estudiantes. Esta monografía desarrolla una óptima gestión de mantenimiento en los bancos, ofreciendo al programa de Ingeniería en Mecatrónica formatos que permitirán al programa llevar a cabo una adecuada gestión de mantenimiento que asegura la vida útil de los bancos, una alta confiabilidad y aumento en el nivel de experiencia de los estudiantes.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar la gestión de ingeniería de mantenimiento de los bancos de control de nivel y de temperatura de los laboratorios del programa de ingeniería en mecatrónica de la sede de Villa del Rosario de la Universidad de Pamplona.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los equipos y bancos de laboratorio de los laboratorios de ingeniería en mecatrónica de la sede de Villa del Rosario de la Universidad de Pamplona.
- Realizar los inventarios, levantamiento de hoja de vida y recopilar la información soporte de fabricante y proveedores (fichas técnicas, manuales de usuario y de mantenimiento; entre otros)
- Analizar la información recopilada para fines de proponer un cronograma de mantenimiento, frecuencia y lineamientos de mantenimiento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La gestión del mantenimiento de los bancos de control de nivel y de temperatura del laboratorio es relevante en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Este proceso de formación se complementa con las funciones productivas de los bancos, por eso se espera el máximo provecho de la vida útil de ellos, que permita el máximo provecho de los estudiantes en su formación. Generalmente una gestión de ingeniería de mantenimiento es aplicada principalmente a empresas de gran tamaño, cuyos costos de operación son muy elevados, sin embargo, debe realizarse en pequeñas, medianas industrias o incluso sectores Mini Pymes o similar, es por este motivo que es indispensable implementar una gestión de ingeniería en mantenimiento para los bancos de control de nivel y de temperatura.

Actualmente estos bancos no cuentan con unos lineamientos de mantenimiento establecidos por parte de la Universidad. Las prácticas de los estudiantes actualmente no se encuentran seguras dentro de su formación, pues depende mucho del estado de los bancos, si están disponibles o no lo están temporalmente, debido a una falla o un elemento faltante. Tampoco existen hojas de vidas que permitan llevar un registro de los fallos, no hay planificación para el mantenimiento de los bancos. Solo existe la práctica de realizar la reparación o sustitución de los elementos posterior a la falla, sin llevar historial.

En ese orden de ideas, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo la propuesta de gestión de ingeniería de mantenimiento para los bancos de control de nivel y de temperatura de los laboratorios de ingeniería en mecánica de la sede de Villa del Rosario de la Universidad de Pamplona, mejorará la calidad del funcionamiento de los equipos, también el proceso de enseñanza –aprendizaje de una forma eficiente y efectiva?

2.2. JUSTIFICACIÓN

Los laboratorios GM-105 Y PT-204, de la universidad cuenta con equipos y bancos que pueden complementar la formación de los futuros ingenieros en mecánica de la región, pues le permiten a los docentes y a los estudiantes realizar prácticas fundamentales. Los bancos de control de nivel y de temperatura son fundamentales en la formación del estudiante, ya que estos procesos son muy comunes en la industria. Es por esto que sea una directriz de la universidad realizar una gestión en mantenimiento que con lleva incorporar los costos de adquisición y de mantenimientos para poder dar una calidad en la formación. Caso contrario, no podrían realizarse todas las actividades en el laboratorio o serían más complejas, incrementaría el costo en cada mantenimiento por avería que se hiciera y los

estudiantes dependerían de los tiempos que se demore en poner nuevamente al servicio los equipos y los bancos.

La gestión de ingeniería de mantenimiento proporciona las herramientas para poder establecer protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo. Se enfocará en el uso correcto de acuerdo un mantenimiento basado en el tiempo, que proporcionará un cronograma de actividades con tiempos adecuados para rutinas y frecuencias de inspección, buscando de que no se interrumpan las prácticas de los estudiantes, además de reducir costos y otros relacionados con las fallas imprevistas, que, sin embargo, puedan ser corregidas por el asistente de laboratorios.

La aplicación de una gestión de mantenimiento siempre buscara mejorar la preservación de los bancos en el laboratorio a través de un programa de sencilla aplicación.

3. MARCO TEÓRICO

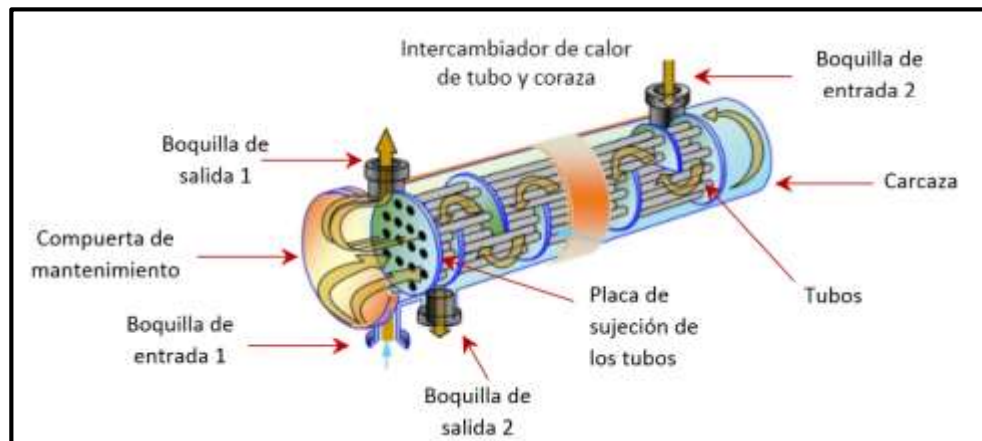
El mantenimiento generalmente se conceptualiza como mantener el producto lo más cerca posible de su condición teórica o nominal en las mejores condiciones de funcionamiento. Con un concepto similar en un ambiente industrial, el mantenimiento es un conjunto de actividades y tareas que deben planificarse y planearse para mantener la maquinaria y equipo de una empresa en perfectas condiciones de funcionamiento en todo momento, en los términos más nominales posibles, esto debe hacerse con el mínimo costo de tiempo, dinero y recursos, apoyando así de manera efectiva el logro de los objetivos de la organización.²²

3.1. INTERCAMBIADOR DE CALOR

El autor R. Serth²³ anota que Los intercambiadores de calor facilitan la transferencia de calor entre dos fluidos a diferentes temperaturas, evitando a menudo que se mezclen entre sí. La transferencia de calor de un medio a otro en un intercambiador de calor tiene lugar a través de fenómenos conocidos como conducción y convección. La conductividad se entiende como la transferencia de energía de las partículas de mayor energía de una sustancia a las sustancias vecinas con menos energía debido a las interacciones entre estas partículas. La convección ocurre entre una superficie sólida y un líquido o gas adyacente en movimiento; Cuanto mayor sea la velocidad del líquido, mayor será el transporte por convección.

Hay muchos tipos de intercambiadores de calor, por ejemplo: torres de enfriamiento (contacto directo), tubos concéntricos, carcassas y tubos, placas; Las carcassas tubulares (figura 1) son las más utilizadas en la industria porque permiten temperaturas y presiones más altas que las placas (300 psi y 150 °C).

Figura 1 Intercambiador de calor



Fuente: mrfpr.com intercambiadores de calor segunda parte tubo y carcasa.

²² MONTILLA MONTAÑA, Carlos Alberto. "Fundamentos de mantenimiento industrial". Universidad Tecnológica de Pereira. 2016. p 21.

²³ R. Serth, Process HEat Transfer Principles and Applications, 1st ed. Elsevier, 2007, vol. 1.

Los autores²⁴ señalan que los intercambiadores de calor de placas están diseñados para operar con sustancias inocuas, mientras que los intercambiadores de calor de carcasa y tubos están diseñados para aplicaciones industriales generales. Según los propósitos funcionales, los intercambiadores de calor se pueden dividir en:

- Enfriar líquido o gas con agua.
- El intercambiador de calor, que realiza una doble función, calienta y enfría los dos fluidos involucrados.
- Unidad de calentamiento, transfiriendo calor de líquido por vapor.
- Re hervidor, diseñado para volver a hervir el líquido necesario para la destilación.
- Condensadores, condensadores de vapores o mezclas de vapores.
- Un evaporador es un elemento calefactor que evapora parcialmente un líquido.
- La caldera de recuperación genera vapor a partir del gas de proceso.

Como intercambiadores de calor se utilizan en las industrias de alimentos, petroquímica, farmacéutica, pulpa y papel, servicios auxiliares industriales para calentamiento de agua, generación de vapor, recuperación de calor, enfriamiento; Se requiere un control adecuado. Durante el funcionamiento, el intercambiador de calor está sujeto a desgaste debido al arrastre de sustancias en el líquido y depósitos debido a la acumulación de sustancias transportadas por el líquido, como los gases liberados del agua cuando se calienta o debido al fenómeno de contaminación del agua. los depósitos son principalmente sílice y lodos.²⁵

3.2. MEDICIÓN DE NIVEL

En el sector industrial existen diversas variables para controlar el almacenamiento de materiales, tanto líquidos como sólidos, una de las más utilizadas en la industria es Level. La experiencia técnica ha demostrado que, al seleccionar los tipos de medidores, se da preferencia a los medidores estacionarios y medidores que no necesitan entrar en contacto con líquidos y están ubicados fuera del depósito, así como aquellos con mínima modificación en la estructura del tanque y su estructura apoyo, en la mayoría de los casos cuando lo han construido. Por otro lado, antes de eso, cuando la tecnología de semiconductores no estaba disponible, estos métodos a menudo se basaban en principios mecánicos y/o neumáticos. Sin embargo, existen muchos métodos de medición diferentes disponibles en la actualidad, aunque no es fácil elegir qué método obtendrá mejores lecturas y se adaptará mejor

²⁴ ÁLVAREZ DIAZ, J., ARMERO VIVEROS, J., & URRUTIA, C. (2020). Control de temperatura en intercambiadores de calor tipo coraza-tubo: una revisión realizada a la industria. Entre Ciencia E Ingeniería, 14(27), 41-49.

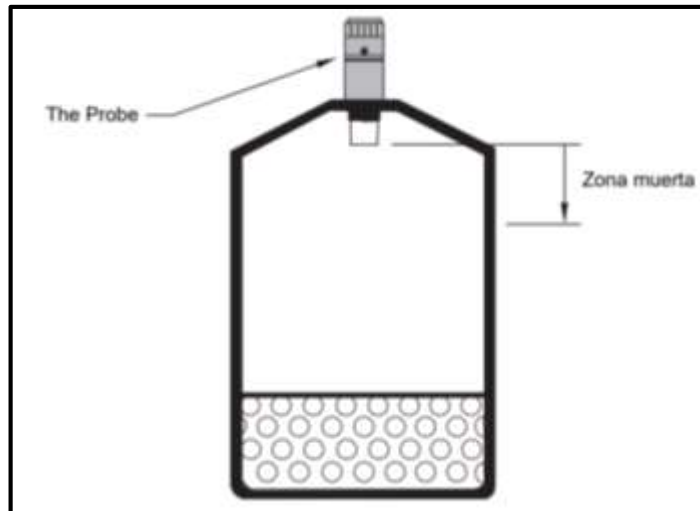
²⁵ Manual de Intercambiador de calor. Instrucciones y Mantenimiento, 2010. Citado por: ÁLVAREZ DIAZ, J., Armero Viveros, J., & Urrutia, C. (2020). Control de temperatura en intercambiadores de calor tipo coraza-tubo: una revisión realizada a la industria. Entre Ciencia E Ingeniería, 14(27), 41-49

a los requisitos de una instalación en particular. Estos métodos de medición se pueden clasificar según su uso más común de la siguiente manera²⁶:

- Instrumentos basados en la presión hidrostática.
- Instrumentos basados en métodos electromecánicos.
- Instrumentos basados en medición de carga.
- Detección de nivel por método de horquillas vibrantes.
- Detección de niveles por conductividad.
- Medición de nivel por capacidad.
- Medición y detección de nivel por ultrasonidos.
- Medición y detección de nivel por microondas.
- Detección y medición radiométrica de niveles.

MEDICIÓN DE NIVELES POR ULTRASONIDO: Este método le permite medir el tiempo de retorno del pulso de sonido del sensor. El pulso ultrasónico emitido se refleja desde la superficie del producto, donde puede ser detectado nuevamente por el mismo sensor. Se define como una medida indirecta de la altura de la parte vacía del tanque, es decir tiempo de retorno de la señal. Se dice que, restando la altura total del tanque a esta distancia, se puede obtener el nivel de líquido del producto. Finalmente, convierta el tiempo de retorno en una señal de salida analógica²⁷ tal y como se ilustra en la figura 2

Figura 2. Medición de nivel por Ultrasónico



Fuente: Datasheet sensor ultrasonido THE PROBE

²⁶ CREUS SOLÉ, Antonio. Instrumentación industrial. Octava Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. 2010. 792p. p. 3

²⁷ Ibíd., p. 26

3.3. PLC

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico controlado digitalmente por una unidad procesadora que tiene las herramientas de hardware y software necesarias para verificar el estado de los sensores y controlar dispositivos externos como actuadores utilizando un programa bien diseñado. Utiliza la memoria como un almacén interno de instrucciones para implementar ciertas funciones como lógica secuencial, temporización y control, conteo y operaciones aritméticas para controlar varios tipos de equipos o procesos usando entradas/salidas digitales o analógicas. Los controladores programables cumplen con los requisitos de procesos continuos y discontinuos. Controla la presión, la temperatura, el nivel y el caudal, así como todas las funciones asociadas de temporización, ritmo, conteo y lógica. También se incluye una tarjeta de comunicación opcional, y la máquina se convierte en un poderoso satélite en una red de control distribuido²⁸

²⁸ ARAUJO AYALA, Oscar. GOCHEZ ZELEYA, Edgardo. NAVARRO MASFERRER, Cristo. Fabricación de plc utilizando microcontroladores para uso didactico con características industriales. Santa Tecla. 2017. 159p. Trabajo de investigación para optar al grado de ingeniero en mecánica. Escuela Especializada En Ingeniera ITCA-FEPADE. p.15.

4. MARCO NORMATIVO

4.1. NORMA ISO 14224

Esta norma ISO 14224²⁹: "Industria del petróleo y el gas: recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos" establece el estándar, se convierte en el estándar de referencia sobre cómo recopilamos información de los bancos y nos ayuda a clasificar las causas de las fallas que conducen a las quiebras bancarias. . Aunque el estándar está dirigido a la industria del petróleo y el gas, es una fuente de referencia importante para que otras industrias implementen pautas de gestión de mantenimiento basadas en la confiabilidad bien implementadas.

La norma ISO 14224 proporciona una base sólida para recopilar y estructurar datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos e instalaciones de la industria del petróleo, el gas y la petroquímica utilizados para administrar activos a lo largo de su ciclo de vida. Debido a que aborda equipos que se encuentran en instalaciones industriales comunes, el estándar se puede adaptar fácilmente a cualquier industria que tenga activos físicos en proceso para su uso en la recopilación de información de activos.³⁰

4.2. ELABORACIÓN Y CONTROL DE DOCUMENTOS DEL SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN PAC-01 v.10 UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

Define las actividades y criterios necesarios para la adecuada elaboración, revisión, aprobación, actualización y control de los documentos del Sistema Integrado de Gestión de la Universidad de Pamplona. Comprende desde la identificación de la necesidad de elaborar, modificar o anular un documento hasta el acceso y disposición de los mismos.

Esta normativa interna de la Universidad de Pamplona estandariza todos los formatos de fichas técnicas, inventarios y demás que se realizara en este trabajo. Para facilitar la identificación y manejo de los documentos se utiliza una codificación alfanumérica de la siguiente manera³¹:

EJEMPLO: ABC-12 v. 34

²⁹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural - Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos. ISO 14224

³⁰ CAMPOS-LÓPEZ, O., TOLENTINO-ESLAVA, G., TOLEDO-VELÁZQUEZ, M., & TOLENTINO-ESLAVA, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Científica, 23(1), 51-59. p.53

³¹ UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, PAC-01: Elaboración y control de documentos del sistema integrado de gestión, versión 10.

A – Tipo de documento.

BC - Código del Proceso

12 - Consecutivo

v. 34 - Versión

La primera letra (A) identifica el tipo de documento así:

H: Ficha

I: Instructivo

J: Planos

T: Protocolo

K: Planes de Calidad

G: Guía

D: Planes de Control de Calidad

F: Formato (Registro)

M: Manual

E: Documento externo

P: Procedimiento

Las siguientes dos letras (B y C) identifican el Proceso al que pertenece el documento

5. ESTADO DEL ARTE

Huamanchumo, V., & Perez, J. M. (2021). Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020.

Los autores analizaron artículos científicos en bases de datos como SciELO, Redalyc, Dialnet y EBSCOhost. El estudio mostro cómo la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total) afecta a las empresas manufactureras. Concluyeron que esta filosofía es una herramienta necesaria.³²

Rodríguez, D. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición y dieléctricos de la empresa arios ingeniería s.a.s.

El autor utilizó una metodología basada en seis etapas las cuales son la identificación, clasificación y actualización del inventario como también de los equipos clasificándolos en dieléctricos y de medición, por otra parte, realizó la elaboración del plan basándonos en cuatro características para un mejor rendimiento como es PMO, RCM, RCA y FMECA. Al final obtiene: codificación de equipos dieléctricos y de medición, inventario de equipos dieléctricos y de medición, ficha técnica de los equipos, cronograma de actividades, plan de mantenimiento preventivo, procedimientos generales de mantenimiento, ciclo de mejora del plan de mantenimiento, inspección diaria de carro canasta, inspección diaria de línea viva, orden de trabajo y bitácora de mantenimiento.³³

Monroy, A. & Ortega, J.(2020). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los transformadores de la Universidad Francisco de Paula Santander

Los autores utilizaron NORMA COVENIN 2500-93 y NORMA RETIE. Con el objetivo de mejorar las condiciones de mantenimiento de los transformadores de la Universidad Francisco De Paula Santander. El fruto de este trabajo de grado son formatos que hacen parte ahora de un plan de mantenimiento preventivo.³⁴

³² HUAMANCHUMO, V., & PEREZ, J. M. Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020. Una revisión de la literatura. Lima Peru. 2021. 34p. [Trabajo de investigación, Universidad Privada del Norte].

³³ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, D Plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición y dieléctricos de la empresa arios ingeniería s.a.s. Cucuta. 2020. 110p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

³⁴ MONROY, A. & ORTEGA, J. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los transformadores de la Universidad Francisco de Paula Santander. Cucuta. 2020. 171p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

Diaz,H.(2020). Diseño de un programa de mantenimiento preventivo de la sección de empaquetado de la planta molino oro de la cooperativa agropecuaria de Norte de Santander - Coagronorte.Itda.

En este proyecto se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para el departamento de empaques de la fábrica de oro, el cual tiene como objetivo una mayor disponibilidad de los equipos, reducción de paradas no planificadas de producción, productos de mayor calidad, mayor disponibilidad de repuestos en el almacén y mayor vida útil de los equipos, reducir los costos de reparación de equipos, reducir las órdenes de trabajo correctivas y reducir las pérdidas de materias primas y productos. Identificar y cuantificar las piezas de desgaste de la máquina, cuantificar e identificar todas las máquinas existentes, detallar el equipo, desarrollar instrucciones de trabajo adecuadas para evitar averías.³⁵

Vera,B.(2018) Gestión del mantenimiento del equipo de destilación con columnas intercambiables en el laboratorio de procesos unitarios de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Se realizó la gestión de mantenimiento del equipo de destilación de columna intercambiable se realiza en el Laboratorio de Procedimientos Unificados de la Universidad Francisco de Paula Santander, dando como resultado un manual de mantenimiento con los procedimientos que describen el mantenimiento, se realiza el mantenimiento de dos sensores. PT-100 tiene un error de medición de temperatura.³⁶

Pardo Prieto, V. (2022). Proceso de gestión de mantenimiento para equipos del departamento de Química: Thermo Trace GCMS.

El autor realizo una gestión en mantenimiento de unos equipos del departamento de química de la Universidad de los Andes, basado en un enfoque de mantenimiento orientado a la confiabilidad. Para hacer esto, recopilo información de cada equipo en un formato estándar. Con base en la información obtenida, las actividades de mantenimiento y su frecuencia se resumen en un formato de plan de mantenimiento. Las actividades de mantenimiento se realizan de acuerdo con el plan de actividades

³⁵ DIAZ,H. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo de la sección de empaquetado de la planta molino oro de la cooperativa agropecuaria de Norte de Santander - Coagronorte.Itda. Cucuta. 2020. 105p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

³⁶ VERA GÓMEZ, BRYAN. Gestión del mantenimiento del equipo de destilación con columnas intercambiables en el laboratorio de procesos unitarios de la universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta. 2018. 157p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

admitido en el formato de planificación de actividades de mantenimiento. Finalmente, la información general sobre cada equipo se crea en un formato avanzado, lo que permite la comparación de datos entre equipos en el departamento de química.³⁷

Malaver Leal, C. (2022). Revisión del plan de mantenimiento de las plantas eléctricas del Edificio Mario Laserna de la Universidad de los Andes. Universidad de los Andes.

El presente trabajo tuvo como propósito revisar el programa de mantenimiento de la central ubicada en el edificio Mario Laserna de la Universidad de los Andes, para lo cual se revisó el programa de mantenimiento de ambas centrales y se identificaron los problemas relacionados con el mismo. El análisis se divide en dos partes, la primera parte está enfocada a las inspecciones semanales y la segunda parte está enfocada a las actividades de mantenimiento de ciclos semestrales, semestrales, anuales y superiores, además, las actividades incluidas en el plan de mantenimiento son comparado. Los recomendados en el manual. En el ciclo semanal creado por los técnicos, se identificaron una serie de problemas cuyas soluciones y mejoras se centraron en aumentar la trazabilidad y el control del técnico.³⁸

Romero-Guarín, A. & Soler-Rodríguez, L. V. (2017). Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para los generadores eléctricos de una central hidroeléctrica

Se publican los resultados de la encuesta de centrales hidroeléctricas y los tipos de generadores que las fabrican. Además, la información se recopila mediante la revisión de documentos para determinar los distintos tipos de daños, desgaste y rotura a los que está sujeto. Este tipo de máquinas, basadas en el análisis de fallas, finalmente desarrollan un modelo de planificación de mantenimiento predictivo del generador, lo que hace más completas las actividades incluidas en la planificación

³⁷ PARDO PRIETO, V. Proceso de gestión de mantenimiento para equipos del departamento de Química: Thermo Trace GCMS. Universidad de los Andes. 2022. 24p. trabajo de grado. Univerisad de los Andes.

³⁸ MALAVER LEAL, C. Revisión del plan de mantenimiento de las plantas eléctricas del Edificio Mario Laserna de la Universidad de los Andes. Universidad de los Andes. 2022. 36p. trabajo de grado. Universidad de los Andes.

y, por lo tanto, produce resultados más confiables y eficientes para evitar el impacto de la operación hidroeléctrica.³⁹

Mahecha-Díaz, O. O. (2017). Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la Secretaría de Salud de Cundinamarca CRUE

Este documento presenta recomendaciones de mantenimiento preventivo para equipos biomédicos críticos en la Secretaría de Salud de Cundinamarca con base en un plan de mantenimiento preventivo planificado. El enfoque utilizado se conoce como CRUE como modelo de mantenimiento preventivo; se planifica mediante fichas técnicas, se programa y ejecuta mediante planes de mantenimiento y se comprueba su cumplimiento mediante bitácoras. El proyecto propone mejorar la atención al usuario y extender la vida útil de los equipos, caracterizar y estudiar los equipos clave utilizados en situaciones de emergencia, y analizar la importancia de implementar completamente los procesos de gestión de equipos biomédicos para atender mejor a los usuarios en situaciones de emergencia o emergencia.⁴⁰

Barros Leal, & Martínez Espinosa, J. C. (2018). Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos.

El documento presenta el desarrollo e implementación de un dispositivo basado en un modelo que incluye control digital y un sistema integrado de detección y diagnóstico automático de fallas que puede usarse como una herramienta para guiar al usuario en la operación en caso de una falla potencial. El sistema está basado en control digital con tarjeta de adquisición de datos (DAQ) y software de aplicación programable. Con la realización de este estudio se contribuye al desarrollo de los servicios de fabricación compartida y su alcance pretende hacer una contribución significativa a los servicios autónomos.⁴¹

³⁹ ROMERO-GUARÍN, A. & SOLER-RODRÍGUEZ, L. V. Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para los generadores eléctricos de una central hidroeléctrica. Bogota. 2017. 136p. trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia

⁴⁰ MAHECHA-DÍAZ, O. Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la Secretaría de Salud de Cundinamarca CRUE. Bogota. 2017. 77p. trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia

⁴¹ BARROS LEAL, J. A., & MARTÍNEZ ESPINOSA, J. C. (2018). Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos. Informador Técnico, 82(1), 11–25.

Trujillo, L. (2018). Modelo integral de gestión de repuestos para mantenimiento, en empresas intensivas en uso de capital.

Este documento propone un modelo de segmentación y gestión de repuestos que se alinea con la estrategia de mantenimiento y adquisición, con el objetivo de minimizar los costos de los repuestos y garantizar su disponibilidad para el servicio, incluidos los criterios de la política de inventario y el nivel de servicio requerido para el servicio. El artículo analiza los procesos y, según los expertos de una empresa intensiva en capital, compara las prácticas comerciales con la literatura disponible para desarrollar un modelo de gestión de repuestos para el mantenimiento..⁴²

Socha, E. (2020). Elaboración de un plan de gestión de mantenimiento para equipos rotativos del Instituto Universitario de la Paz - UNIPAZ

El desarrollo del diseño incluye la definición de conceptos clave, la descripción de las métricas de CMD, la elección de métodos estándar para usar y el desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento que incluye el uso de hojas de cálculo de Excel para documentar la información del diseño..⁴³

Yopasa, J. (2014). Mejoramiento en la gestión de los activos aeroportuarios en Colombia.

Este documento analiza la gestión eficaz de los activos aeroportuarios, los procesos de mantenimiento y las recomendaciones de mejora, así como recomendaciones a tener en cuenta al implementar un programa de mantenimiento de activos aeroportuarios para lograr una gestión eficaz y crear valor para los activos aeroportuarios. Se describe el estado actual de los procesos de mantenimiento desarrollados por los operadores y concesionarios de Columbia Airports y se presenta un análisis general del área aeroportuaria..⁴⁴

⁴² TRUJILLO ALVARADO, Leonardo. Modelo integral de gestión de repuestos para mantenimiento, en empresas intensivas en uso de capital. Bogota. 2018. 113p. trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.

⁴³ SOCHA RUEDA, Edgar. Elaboración de un plan de gestión de mantenimiento para equipos Rotativos del instituto universitario de la paz unipaz. 2020. 121p. trabajo de grado. Universidad EAFIT

⁴⁴ YOPASA PINZÓN, Juan. Mejoramiento en la gestión de los activos aeroportuarios en Colombia. Bogota. 2014. 43p. trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada

Díaz, R. (2021). Integración de sistemas de gestión y la estandarización de procesos de mantenimiento con herramientas de servicio.

Este ensayo trata sobre la estandarización de procesos de mantenimiento de las herramientas de servicio no solo es una oportunidad de mejora, es un medio eficaz de control de gestión que se nutre de información y se constituye en un factor de retroalimentación para poder tener mejoras en los procesos de mantenimiento, transformándose en un verdadero recurso para todas las organizaciones. Esto con lleva a una integración de los sistemas de la compañía que tiene como objetivo asegurar mejoras en las condiciones técnicas previamente requeridas en el mejor tiempo necesario para producir bienes que satisfagan las necesidades en el momento adecuado, con el menor costo posible y el mayor nivel de productividad, rentabilidad, competitividad de calidad, cantidad y tiempo.⁴⁵

Yanés, EX (2018). Estudio de viabilidad para la estandarización del proceso de mantenimiento de equipos de laboratorio para la empresa CI Global Scientific SAS .

Estos trabajos presentan justificación técnica y económica para la estandarización de los procesos de mantenimiento de laboratorio, en el que la aplicabilidad puede probarse en cualquier tipo de empresa, una descripción detallada de lo que debe tenerse en cuenta la voz. En el proceso de ajuste y mantenimiento de prevención, la estructura de la compañía también se expresa en la que el énfasis se pone en cuenta la base legal necesaria, porque se ha establecido que es un micro dispositivo, pero el proceso, los requisitos, deben tenerse en cuenta Para el mantenimiento y eventualmente completar este trabajo, la estandarización es una gran herramienta centrada en la satisfacción del cliente y la mejora continua.⁴⁶

Peña, AC (2017). Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Muzo (Boyacá).

La identificación de los problemas relacionados con la operación y prestación de los servicios de agua potable en la comuna de Muzo fue la base para la metodología de investigación de este estudio, que tuvo como objetivo desarrollar un plan de

⁴⁵ DIAZ MENDOZA, Ronald. Integración de sistemas de gestión y la estandarización de procesos de mantenimiento con herramientas de servicio. Bogotá. 2021. 16p. trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada.

⁴⁶ YANES ALVERNIA, Eidy. Estudio de viabilidad para la estandarización del proceso de mantenimiento de equipos de laboratorio para la empresa CI Global Scientific SAS. Bogota. 2018 15p. Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada.

mantenimiento para la planta de tratamiento de agua. la falta de este procedimiento es la principal causa de mal funcionamiento y fallas de los dispositivos contenidos en el mismo.⁴⁷

Henao, F.(2020). Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo asistido por software tipo CMMS para la empresa Metalgas SA.

En el siguiente documento, puede ver el proceso utilizado para implementar el plan de servicio preventivo en Metalgas S.A. Cabe señalar que la compañía no tiene un plan de prevención, pero la mayoría de las veces muestra las fallas en los automóviles que crean el tiempo perdido, por lo que posponen la producción y, en algunos casos, afectan la calidad de la cantidad de productos de la empresa; También se registrará la importancia de la presencia de sistemas de información para esa implementación; Debido a esta razón, toda la información que se puede recopilar servirá a los informes futuros necesarios para tomar decisiones; Y mas importante.⁴⁸

Moreno Romero, D. A. (2020). Elaboración del plan de mantenimiento para la línea de producción del ladrillo en la empresa ladrillera Arcillas LTDA.

El programa se desarrolla dividiéndolo en tres fases: la primera fase consiste en identificar los equipos, realizar un inventario de los equipos para conocer y comprender el funcionamiento del proceso del que forma parte. La segunda etapa es el análisis de la máquina, la lista de requisitos, la frecuencia de uso, la importancia de las actividades y la prioridad, y la última etapa es el desarrollo de un plan de mantenimiento, es decir, tarjeta principal, manual de mantenimiento, panel de control y lista de piezas de desgaste.⁴⁹

⁴⁷ PEÑA SÁNCHEZ, Andres. Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de muzo (boyacá). Muzo. 2017. 101p. trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada.

⁴⁸ HENAO ARIAS, Felipe. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo asistido por software tipo cmms para la empresa METALGAS S.A. Pereira. 2020. 199p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

⁴⁹ MORENO ROMERO, Diego. Elaboración del plan de mantenimiento para la línea de producción del ladrillo en la empresa ladrillera Arcillas LTDA. Pereira. 2020. 166p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira

Castro Henao, L. E. (2020). Elaboración de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos críticos del área de taller agrícola del ingenio San Carlos S. A.

En este sentido, los resultados de la propuesta de usar la metodología, a través de la cual Ingenio San Carlos del sector agrícola: la industria utiliza un programa de servicio de orientación confiable, con el fin de cambiar el programa actual. Simplifíelo y crea y hazlo y hacerlo autónomo para servicios. Métodos de mantenimiento, centrados en la confiabilidad, incluido el análisis funcional, la determinación de los regímenes de rechazo (la causa de la falla), las consecuencias de la negativa (manifestación de falla), la descentralización del riesgo (importante), entre otros. Este proyecto luego resultó en un documento con un plan de acción para mantener la funcionalidad del sistema.⁵⁰

Zambrano Concha, M. G. (2020). Creación e implementación de protocolos de buenas prácticas para el mantenimiento de equipos específicos de la empresa Avides de Occidente S.A.

En este trabajo se crearon protocolos de buenas prácticas de mantenimiento para aumentar la vida útil de los rodillos de AVIDESA DE OCCIDENTE S.A.; El principal objetivo de las Buenas Prácticas de Mantenimiento es asegurar que la maquinaria se encuentre en buenas condiciones técnicas, acelerando la utilización de los recursos de la empresa. Durante el proceso de desarrollo de protocolos se observan las etapas de recopilación de información, desarrollo e implementación de protocolos utilizando los recursos técnicos y operativos de la empresa. Los resultados de la implementación de estos protocolos no serán visibles a corto plazo, ya que cambiar los métodos de servicio requiere un período de adaptación y respuesta que no es consistente con la práctica empresarial.⁵¹

Serna Ramírez, J. J. (2016). Implementación plan de mantenimiento eléctrico para destilería Riopaila y Riopaila Energía.

Para las Destilerías Riopaila y Riopaila Energía se ha desarrollado una estrategia de mantenimiento eléctrico para apoyar al equipo de ingeniería, en especial a los

⁵⁰ CASTRO HENAO, Luis. Elaboración de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos críticos del área de taller agrícola del ingenio San Carlos S.A. Pereira. 2020. 35p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

⁵¹ ZAMBRANO CONCHA, German. Creación e implementación de protocolos de buenas prácticas para el mantenimiento de equipos específicos de la empresa AVIDESA DE OCCIDENTE S.A. Pereira. 2020. 53p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

electricistas de la empresa. como guía para cumplir con los requerimientos de mantenimiento de equipos eléctricos tales como transformadores, motores, variadores de velocidad, centros de control de motores, red ininterrumpida o sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) por sus siglas en inglés. Esta estrategia de mantenimiento eléctrico incluye cuatro procesos clave, como el plan de mantenimiento, la lista de rutas, la lista de fallas y las piezas de repuesto. Proporcione información detallada al personal técnico al desarrollar procedimientos de prueba para cada grupo. Para ello, comienza revisando la información de los equipos obtenida de las placas de identificación y los catálogos de equipos, luego selecciona las actividades de mantenimiento para cada dispositivo eléctrico y desarrolla la información paso a paso para cada movimiento desarrollar.⁵²

Montealegre Yela, N. E. (2018). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de los laboratorios pertenecientes a la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Se ha documentado el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo inicial utilizando el CMMS CMPlus pro 3.0. El plan de mantenimiento preventivo revisado aplica a los equipos, maquinarias y equipos de diez de los doce laboratorios con que cuenta el departamento al inicio de una práctica en particular. De hecho, fue el responsable de su tesis doctoral sobre el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo para el laboratorio de máquina herramienta y el laboratorio de control y pruebas de aire acondicionado.⁵³

Gómez Valencia, J. A., & Gómez Trejos, G. A. (2016). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo (LEM) y software de administración para los equipos de las súper tiendas y Droguerías Olímpica SA en el Eje Cafetero.

Este trabajo se realizó para desarrollar un plan de mantenimiento tipo LEM (Lubricante Eléctrico Mecánico) para el supermercado Olimpica S.A. con sede en la ciudad de Pereira (Risaralda), el objetivo es brindar un recurso donde esta empresa pueda controlar todos sus dispositivos a través de un software, donde podrá encontrar el registro del dispositivo, registros, historial del equipo con resúmenes y

⁵² SERNA RAMÍREZ, Jhon. Implementación plan de mantenimiento eléctrico para destilería Riopaila y Riopaila energía. Pereira. 2016. 64p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

⁵³ MONTEALEGRE YELA, Nora. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de los laboratorios pertenecientes a la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. 2018. 64p. trabajo de Grado. Universidad Tecnológica De Pereira

notas técnicas de seguridad, instrucciones de mantenimiento para consolas de programación y software de control.⁵⁴

Hincapié Pérez, L. (2017). Metodología de gestión de mantenimiento desde una perspectiva de Confiabilidad-Disponibilidad-Mantenibilidad (CDM) para aplicación en equipos de Tecnología de la Información (TI).

El desarrollo de este trabajo se basa en tres aspectos principales. El primer aspecto se refiere al mantenimiento de los activos de la organización, la tecnología de la información: TI, tipos y actividades de mantenimiento, así como el concepto de servicio y la calidad del servicio. Estas definiciones se derivan principalmente de un conjunto de mejores prácticas (conocidas como ITIL) desarrolladas por organizaciones como la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y la Oficina del Gabinete del Reino Unido (anteriormente Oficina de Comercio Gubernamental - OGC-). Este último a menudo brinda una definición de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM) y luego limita el estudio a la disponibilidad operativa de los servicios de TI (y su impacto en la confiabilidad y mantenibilidad de TI). El tercer aspecto es el enfoque del motor de decisiones de criterios múltiples (MCDM) para el mantenimiento de TI, que considera criterios en conflicto, criterios de CDM y diferentes alternativas de mantenimiento. De seis escenarios de servicio diferentes, la aplicación Prognosis and Health Management (PHM) recibió la puntuación más alta, con mayor énfasis en la aplicación de criterios de mejores prácticas como ITIL, rendimiento operativo y mantenibilidad. Se ha desarrollado un caso de estudio en el que se pueden identificar los principales patrones de falla y se puede calcular la disponibilidad de un servicio conocido como "dispositivo de usuario final".⁵⁵

Maya Velásquez, J. (2018). Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM.

Propone desarrollar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) utilizando el enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) como estrategia, especialmente mediante la implementación del mantenimiento preventivo y la integración del sistema de gestión para todos los aspectos de la producción interna

⁵⁴ ADOLFO GOMEZ, Gustavo., & GOMEZ VALENCIA, Jesus. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo (LEM) y software de administración para los equipos de las súper tiendas y Droguerías Olímpica SA en el Eje Cafetero. Pereira. 2016. 135p. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

⁵⁵ HINCAPIÉ PÉREZ, Luis. Metodología de gestión de mantenimiento desde una perspectiva de Confiabilidad-Disponibilidad-Mantenibilidad (CDM) para aplicación en equipos de Tecnología de la Información (TI). Medellín. 2017. 157p. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia.

de galletas. Esto tiene como objetivo dar una nueva dirección a los planes de mantenimiento preventivo y planificado existentes en la región, permitiendo el desarrollo y la planificación de nuevos programas de mantenimiento basado en la condición (CBM). También se propone desarrollar un modelo informático para la Gestión Estimada del Mantenimiento, un enfoque sistemático e independiente del software comercial existente que permite la visualización del comportamiento de los equipos y su seguimiento mediante curvas de confianza. Durante este estudio se presentó la construcción de una matriz de materialidad en la operación de equipos a partir de la evaluación del área de mantenimiento, teniendo en cuenta la evaluación de esta matriz en las siguientes áreas: seguridad, calidad, medio ambiente y otras áreas.⁵⁶

Rosenthal, R. E. (2020). Análisis de planes de mantenimiento preventivo y su impacto en la confiabilidad de los equipos electrónicos en el periodo 2008-2019: una revisión de la literatura científica.

Se analizó el impacto del mantenimiento preventivo programado en la confiabilidad de los equipos electrónicos en el período 2008-2019. La investigación se extrae de lugares como Redalyc, Dialnet, Slovo, Google y los principales repositorios universitarios de todo el país, con 5 resúmenes y 20 trabajos de investigación seleccionados de acuerdo con criterios como la clasificación de software gubernamental electrónica en 2008; El estudio fue aceptado debido a su conexión con la investigación de conversión, a partir de la cual los autores concluyeron que la función principal del apoyo preventivo es realizar actividades planificadas con anticipación. Número y frecuencia de fallas y frecuencia.⁵⁷

Díaz, C. J. (2019). Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del taller mecánico de la empresa Mechanical Wordl Piura SAC

El programa de mantenimiento preventivo propuesto incluye la planificación, programación y frecuencia de ejecución del trabajo La estructura del área de servicio de la empresa se diseñará para incluir un gerente de mantenimiento y

⁵⁶ MAYA VELÁSQUEZ, Jhonny. Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Medellín. 2018. 97p. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia

⁵⁷ ROSENTHAL, Raul Análisis de planes de mantenimiento preventivo y su impacto en la confiabilidad de los equipos electrónicos en el periodo 2008-2019: una revisión de la literatura científica. Lima. 2020. 32p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte.

asistentes expertos Los conocimientos mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos ayudan a cumplir con los programas de mantenimiento preventivo recomendados. Para controlar, probar y monitorear el programa de mantenimiento preventivo, se crearán formatos de auditoría para que sirvan como un resumen del equipo y para ayudar a informar el trabajo completado.⁵⁸

Zarate, A. C. (2020). Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento en una empresa de ascensores.

Su objetivo es mejorar la productividad del mantenimiento implementando la planificación del mantenimiento preventivo a través de programas, desarrollando formatos para tener un mayor control sobre las actividades realizadas. De igual manera, para responder con mayor rapidez a las solicitudes de los clientes y realizar un seguimiento de las órdenes de trabajo en curso, el proceso de desarrollo de proyectos incluye la gestión del mantenimiento preventivo y el dimensionamiento de las piezas, lo que reducirá el número de accidentes, así como una forma de agilizar las ventas, la instalación de la empresa de servicios de ascensores.⁵⁹

Kurokawa, A. R., & Reaño, V. A. (2020). Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad y un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para aumentar la productividad en la empresa Bale Creaciones S.A.C

El principal método desarrollado es la implementación de un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2015, mediante el cual se realiza un nuevo diagnóstico para determinar la situación actual de la empresa en relación a la norma. El siguiente paso es diseñar y desarrollar el plan de implementación del Sistema de Gestión, costear todo lo necesario para su desarrollo y conocer los beneficios que traerá a la empresa. De igual manera, se implementó un plan de Mantenimiento Enfocado en Confiabilidad (RCM) utilizando el Análisis de Modo y Efecto de Falla (FMEA) para la maquinaria clave de la empresa. Además, la herramienta 5S se

⁵⁸ DIAZ CELI, Chrsitian. Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del taller mecánico de la empresa Mechanical Wordl Piura SAC. Trujillo,Peru. 2019. 34p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte.

⁵⁹ ZARATE PAREDES, Ana. Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento en una empresa de ascensores. Trujillo-Peru. 121p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte.

utiliza para sustentar esta metodología y también porque se considera un elemento clave en el desarrollo previo del plan.⁶⁰

Trujillo A, A. (2018). Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM), Para La Planta De Tratamiento De Aguas En Termosuria-Meta.

Este trabajo utiliza la norma ISO 14224 PETRÓLEO Y GAS CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE TOMA DE DATOS Y EQUIPOS COMPARTIDOS, una herramienta a la medida de las necesidades de su empresa para su correcto funcionamiento. Después de seleccionar el principio de funcionamiento (RCM), la información se recopila en base a fichas técnicas, manuales, catálogos, soporte técnico de equipos y servicios. La implementación de un árbol jerárquico de dispositivos permite estructurar y comprender eficientemente los sistemas que componen la instalación, y al mismo tiempo; subsistemas que componen cada sistema y/o componentes, partes, etc..⁶¹

Madasse, A. (2019). Aplicación de la metodología RCM en motores de propulsión marina.

El propósito de este trabajo es aplicar el método RCM a motores diesel de embarcaciones pesqueras. Se aplica el procedimiento RCM. También se considerarán las ventajas de utilizar una central eléctrica diésel gemela. Los accionamientos duales son importantes hoy en día por motivos económicos y medioambientales. El autor utilizó los conocimientos adquiridos en el método RCM de motores diésel y de gas. Se considerarán los modos de falla del motor y todos sus sistemas auxiliares.⁶²

⁶⁰ KUROKAWA GUEVARA, Alonso., & REAÑO CARRERA, Victor. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad y un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para aumentar la productividad en la empresa Bale Creaciones S.A.C. Trujillo- Perú. 2020. 13p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte.

⁶¹ TRUJILLO AMAYA, Andres. Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM), Para La Planta De Tratamiento De Aguas En Termosuria-Meta. Bogotá. 2018. 91p. Universidad Libre de Colombia

⁶²MADASSE, Abdelhak. Aplicación de la metodología RCM en motores de propulsión marina. Cartagena. 2019. 151p. trabajo de grado. Universidad politécnica de Cartagena.

Carrasco, F. J. C. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento.

En este artículo, se analizan de una manera básica los aspectos fundamentales de estos dos sistemas organizativos y las características que los fundamentan que los han hecho referencia dentro de los sistemas utilizados en las empresas⁶³

Monge Nicolas, R. C., & Yrazábal Córdova, M. (2019). Estrategias del RCM y su influencia en la confiabilidad de los equipos para la tintorería de la Empresa Sur Color Star SA.

El trabajo de investigación tuvo como finalidad determinar el impacto en la confiabilidad del equipo de tintorería SUR COLOR STAR S.A. Aplique la estrategia RCM analizando las métricas de gestión de mantenimiento MTTR, MTBF, disponibilidad y recuento de equipos. falló mensualmente durante 12 meses en 2017-2018. Se utilizaron las siguientes estrategias de RCM: análisis de significación, análisis de causa y efecto de errores y diagramas de decisión. Se elaboró una base de datos con el historial del dispositivo probado, la cual fue analizada mediante el software SPSS, obteniendo resultados que confirmaron la hipótesis.⁶⁴

Velásquez, J. A. M., & Alexander, J. (2018). Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM.

Implemente el mantenimiento preventivo e integre los sistemas de gestión relacionados con todos los aspectos de la producción de galletas de su empresa. Se espera que esto les dé un nuevo significado a los planes actuales de mantenimiento preventivo y programado del área, permitiendo el desarrollo y la planificación de programas de mantenimiento basados en la condición (nuevo CMB). Además, se propone desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento basado en computadora con un método de evaluación, sistematizado e independiente del software existente en la empresa, que permita visualizar el funcionamiento de los equipos y sus capacidades, su trazabilidad a través de curvas de confianza. En el transcurso de este estudio, se presentó la construcción de la

⁶³ CARRASCO, F. J. C. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(3), 68-75.

⁶⁴ MONGE NICOLAS, Ronald. & YRAZÁBAL CÓRDOVA, Mario. Estrategias del RCM y su influencia en la confiabilidad de los equipos para la tintorería de la Empresa Sur Color Star SA. Callao-Peru. 2019. 138p. Trabajo de grado. Universidad Nacional Del Callao.

matriz de significación operativa de los equipos a partir de los supuestos y valoraciones del área de servicio, teniendo en cuenta la evaluación de esta matriz en términos de seguridad, calidad, ecología y otros aspectos.⁶⁵

Allauca Sierra, N. R. (2019). Plan de mantenimiento basado en RCM para caldero de 50 bhp, caso: Hospital ciudad del Cusco.

El artículo propone un método para optimizar la durabilidad de la aplicación RCM para mejorar la eficiencia de la caldera de 50 HP. El uso de técnicas modernas se utiliza con éxito en otros campos. La metodología propuesta analiza las actividades de mantenimiento actuales, analiza los factores más importantes relacionados con RCM, luego recomienda acciones de mejora, aumenta el tiempo de actividad y mejora la confiabilidad del sistema. El método propuesto servirá como guía para hospitales, clínicas y empresas que utilicen este dispositivo para evitar tiempos de inactividad y reparaciones costosas, brindar un mejor servicio y más continuidad de lo que normalmente se hace de repente.⁶⁶

Campos-López, O., Tolentino-Eslava, G., Toledo-Velázquez, M., & Tolentino-Eslava, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos.

Este artículo propone un método RCM extenso que, además de los pasos descritos en SAE JA1011, incluye algunos pasos adicionales para facilitar su uso. El método propuesto se basa en el análisis SAE JA1011 y SAE JA1012 para RCM, modo de error SAE J1739 (FMEA) y análisis de impacto, ISO 14224, datos OREDA y varios estudios de casos. Se ha desarrollado un método RCM extenso que incluye pasos adicionales como: recopilar información, usar ISO 14224 para estandarizar la información del dispositivo, usar una base de datos como OREDA para determinar la causa de los errores y evaluar su impacto para priorizar los riesgos. número (RNP)

⁶⁵ MAYA VELASQUEZ, Jhonny. Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Medellín. 2018. 97p. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

⁶⁶ ALLAUCA SIERRA, Néstor. Plan de mantenimiento basado en RCM para caldero de 50 bhp, caso: Hospital ciudad del Cusco. Arequipa-Peru. 2019. 196p. trabajo de Grado. Universidad Nacional San Agustín De Arequipa.

y error de calificación. Se presenta y analiza brevemente un caso de aplicación de la técnica propuesta.⁶⁷

Muñoz Cevallos, JL, & Cantos Macías, M. (2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún.

Este artículo tiene como objetivo identificar y resolver problemas específicos en la línea de procesamiento de atún EUROFISH en Manta mediante la implementación de un programa de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en las máquinas en la línea. En la industria de procesos, RCM a menudo se considera un requisito de recursos. Sin embargo, puede hacer que un proyecto sea viable comenzando con un sistema de clasificación de equipos críticos. Para llevar a cabo este procedimiento se utilizaron los siguientes métodos: análisis de severidad y análisis de consecuencias y modo de falla (AMEF). Los planes de mantenimiento se han desarrollado detalladamente en FMEA y Diagramas de Pareto, los cuales definen tareas preventivas que se enfocan no solo en la lubricación o las operaciones de lubricación sino también en el uso de procedimientos de inspección y control en todas las operaciones. Fueron recomendados. La mejor medida de confiabilidad encontrada fue el tiempo medio entre paradas (MTBF), que mostró un aumento en la confiabilidad del equipo y una mejora en la calidad de reparación a 3.59, lo que se refleja en el índice de disponibilidad de los equipos de la línea de producción. Pues utilizando el plan de servicio recomendado se logró un 87% que se considera un índice aceptable teniendo en cuenta la situación de la empresa.⁶⁸

Díaz-Concepción, A., Villar-Ledo, L., Cabrera-Gómez, J., Gil-Henríquez, AS, Mata-Alonzo, R., & Rodríguez Piñeiro, AJ (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica.

El propósito de este trabajo fue desarrollar una herramienta tipo encuesta para la empresa de transmisión para determinar si la implementación de un sistema de mantenimiento basado en confiabilidad es consistente con la filosofía de gestión de mantenimiento y determinar, de ser posible, la implementación de esta implementación. tiempo. Esta herramienta ha sido validada y ha demostrado ser

⁶⁷ CAMPOS-LÓPEZ, O., TOLENTINO-ESLAVA, G., TOLEDO-VELÁZQUEZ, M., & TOLENTINO-ESLAVA, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Científica, 23(1), 51-59.

⁶⁸ MUÑOZ CEVALLOS, JL, & CANTOS MACÍAS, M. (2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún. Científica , 25 (2), 1-24.

robusta, con un 92% para la primera variable considerada excelente y un 72% para la segunda variable como aceptable. Se utilizó en un estudio de caso demostrando sus capacidades..⁶⁹

Enriques-Gaspar, A., Díaz-Concepción, A., Villar-Ledo, L., del Castillo-Serpa, A., Rodríguez-Piñero, AJ, & Alfonso-Álvarez, A. (2020). Tecnología para el análisis de criticidad de los sistemas tecnológicos en empresas biofarmacéuticas.

El objetivo del trabajo fue proponer un sistema de priorización de activos tecnológicos y tecnologías para empresas biofarmacéuticas, para ser implementado dentro de una empresa biofarmacéutica. Esta clasificación clasifica todos los activos involucrados en el proceso de producción de acuerdo con las nuevas tendencias de mantenimiento. Utilizando métodos como la encuesta y la modelación matemática, se obtuvieron dos modelos matemáticos para analizar la importancia y complejidad, así como una matriz para obtener una lista jerárquica de propiedades. Se han utilizado y probado modelos matemáticos obtenidos de esta manera. Modelo de prueba y encuesta, los resultados se obtienen en forma de comparación jerárquica, a través de la matriz.⁷⁰

Marrero-Hernández, RA, Vilalta-Alonso, JA, & Martínez-Delgado, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento.

El análisis de la gestión de activos fijos es un aspecto tomado a lo largo de su ciclo de vida. Estudiar las fluctuaciones de los indicadores de gestión de las unidades y el impacto o no impacto en la cadena de valor de los procesos productivos o de servicios. Por esta razón, el objetivo del trabajo es proponer la construcción de un modelo integrado de gestión del mantenimiento por métodos multiobjetivo, apoyando la planificación del mantenimiento como herramienta de apoyo a la decisión empresarial. El modelo antes mencionado permitirá el desarrollo de una estructura lógica, y por ende: detección, cálculo y análisis de los recursos requeridos para el mantenimiento. Para el desarrollo del trabajo se utilizaron métodos y

⁶⁹ DÍAZ-CONCEPCIÓN, A., VILLAR-LEDO, L., CABRERA-GÓMEZ, J., GIL-HENRÍQUEZ, AS, MATA-ALONZO, R., & RODRÍGUEZ PIÑEIRO, AJ (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. Ingeniería Mecánica, 19 (3), 137-142.

⁷⁰ ENRIQUES-GASPAR, A., DÍAZ-CONCEPCIÓN, A., VILLAR-LEDO, L., DEL CASTILLO-SERPA, A., RODRÍGUEZ-PIÑERO, AJ, & ALFONSO-ÁLVAREZ, A. (2020). Tecnología para el análisis de criticidad de los sistemas tecnológicos en empresas biofarmacéuticas. Ingeniería Mecánica , 23 (1), e594.

herramientas para la recolección de datos primarios y su posterior procesamiento, tales como entrevistas a expertos, consultas bibliográficas y métodos Delphi..⁷¹

Alfonso Padura, Y., Rodríguez Piñeiro, AJ, García Tol, AE, Hourné Calzada, MB, Díaz Concepción, A., & Cedrón Pérez, G. (2017). Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos.

Las pruebas se llevaron a cabo en una planta de energía que consta de 6 baterías con 4 motores cada una con una capacidad de 2,5 MW. El objetivo es clasificar los sistemas mecánicos que componen un motor de combustión interna (ICE) en una central eléctrica utilizando un modelo crítico. Preferiblemente sistemas que utilicen el modelo de análisis de criticidad en la generación de ensamblajes. Este modelo permite mostrar una lista jerárquica de todos los sistemas, lo que ayuda a proporcionar criterios para la orientación de recursos y la optimización de la gestión de servicios. Para aplicar este modelo, se recopilaban todos los datos de fallas de cada motor durante un año. Como resultado, se encontró que los sistemas más importantes eran el sistema de inyección de combustible, el sistema de escape y admisión y el sistema de enfriamiento del motor..⁷²

Nápoles-García, M., González-Suárez, E., Morales-Hernández, Y., & Morales-Zamora, M. (2017). Procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento centrado en la confianza para la reconversión de la industria azucarera en el contexto cubano.

En este documento, la estrategia de migración incluye un nuevo proceso basado en el análisis de la tríada de confiabilidad, disponibilidad y vulnerabilidad, no solo en la etapa exploratoria sino también durante las operaciones de la instalación. Un ejemplo se ha desarrollado en la industria de la miel “Amancio Rodríguez” en la provincia de Las Tunas, que comienza dividiendo la industria en tres áreas: recepción y preparación de materias primas, un área de sala auxiliar y una zona correspondiente al proceso. Se calculan métricas de confiabilidad: Probabilidad sin fallas ($R(t)$), Tasa media de fallas ($W(t)$) y Tiempo medio entre fallas (TMEF) en cada región y se considera el punto de inflexión de la producción de vapor, donde es un

⁷¹ MARRERO-HERNÁNDEZ, RA, VILALTA-ALONSO, JA, & MARTÍNEZ-DELGADO, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. Ingeniería Industrial , XL (2), 148-160.

⁷² ALFONSO PADURA, Y., RODRÍGUEZ PIÑEIRO, AJ, GARCÍA TOL, AE, HOURNÉ CALZADA, MB, DÍAZ CONCEPCIÓN, A., & CEDRÓN PÉREZ, G. (2017). Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos. Ingeniería Energética , XXXVIII (3), 224-230.

objeto auxiliar con una frecuencia de falla promedio creciente a lo largo de la corriente heterogénea de Poisson, la misma área se considera como un área con la frecuencia más alta de tiempo de inactividad en la industria, lo que sugiere que estamos hablando de un área de instalaciones auxiliares donde se deben dirigir las inversiones para garantizar restauración continua de la disponibilidad de la industria para convertir. El proceso propuesto se presenta como un modelo heurístico.⁷³

⁷³ DE LA CRUZ-ARAGONESES, MDL, NÁPOLES-GARCÍA, M., GONZÁLEZ-SUÁREZ, E., MORALES-HERNÁNDEZ, Y., & MORALES-ZAMORA, M. (2017). Procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento centrado en la confianza para la reconversión de la industria azucarera en el contexto cubano. *Tecnología Química*, XXXVII (1), 77-92.

6. DESARROLLO METODOLÓGICO

6.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

6.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LOS BANCOS

Es fundamental antes de implementar la gestión de mantenimiento primero conocer como es el funcionamiento y la naturaleza de los bancos. Los procesos de control de nivel y proceso de un intercambiador de calor ya lo referenciamos en el marco teórico del trabajo. Ahora lo que se quiere relatar es el funcionamiento del banco en general con todos sus equipos.

- **Banco de control de nivel**

La protección del banco ante una sobrecarga o corto en la alimentación, se garantiza por medio del disyuntor entre la alimentación de la red y los elementos que se alimentan de la red que son el variador que se encarga de controlar la potencia que le llega a la bomba, bomba que es controlada por el PLC Siemens y la fuente de poder, esta fuente convierte a corriente continua y se alimenta el resto del sistema.

El objetivo del banco es realizar el control de nivel de un líquido en un tanque principal. Este proceso inicia con la bomba succionando agua del tanque de depósito y llevándola al tanque principal. El nivel del tanque principal es controlado por medio de la válvula de control de flujo, la cual es una válvula de accionamiento neumático controlada por señal eléctrica en protocolo 4 - 20 mA. El nivel en el tanque principal es monitoreado por dos sensores, el sensor por diferencial de presión y el sensor ultrasónico. El control se lleva a cabo por medio del PLC Siemens, que recibe la señal de los dos sensores, cuenta con un algoritmo de control que le permite llevar el nivel al valor de referencia deseado ingresado previamente en la programación a través de la interfaz HMI de Siemens.

Figura 3 Banco de control de nivel del laboratorio PT-204



Fuente: Autor

- **Banco de control de temperatura intercambiador de calor.**

El banco intercambiador de calor tiene como objetivo el control de temperatura de dos flujos por medio de un intercambiador tipo carcaza y tubos de una entrada y una salida, uno de los fluidos es calentado por medio de una resistencia en el tanque o depósito, la temperatura es monitoreada por el sensor PT100, el flujo es controlado por medio de la bomba y una válvula con su posicionador, este líquido recorre toda la tubería roja hasta que llega al intercambiador, logrando baja la temperatura y es medida por otro sensor PT100, luego regresa al depósito. Por parte de la tubería azul recorre el segundo líquido el cual es tomado directamente de la llave –por lo que no es un líquido con flujo controlado y es enfriado por un módulo de nevera, la temperatura al salir de dicho módulo es medida por otro sensor PT100 y al salir del intercambiador de calor (donde los dos líquidos fluyen y hacen su transferencia de energía calórica) esta temperatura vuelve a ser medida por un cuarto sensor PT100. El PLC SIEMENS es el encargado de controlar el flujo caliente. La HMI permite visualizar las mediciones e ingresar el set point.

Figura 4 Banco de temperatura laboratorio GM-105



Fuente: Autor

6.1.2. LISTA DE LOS EQUIPOS

En el libro “Organización y gestión integral de mantenimiento”, el autor García plantea el primer gran problema que se nos presenta al realizar e implementar una gestión de mantenimiento en cualquier industria. El primer problema que se plantea al intentar realizar un Análisis de Equipos es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella. Realizar un inventario de los activos de la planta es algo más complejo de lo que pueda parecer en un primer momento⁷⁴.

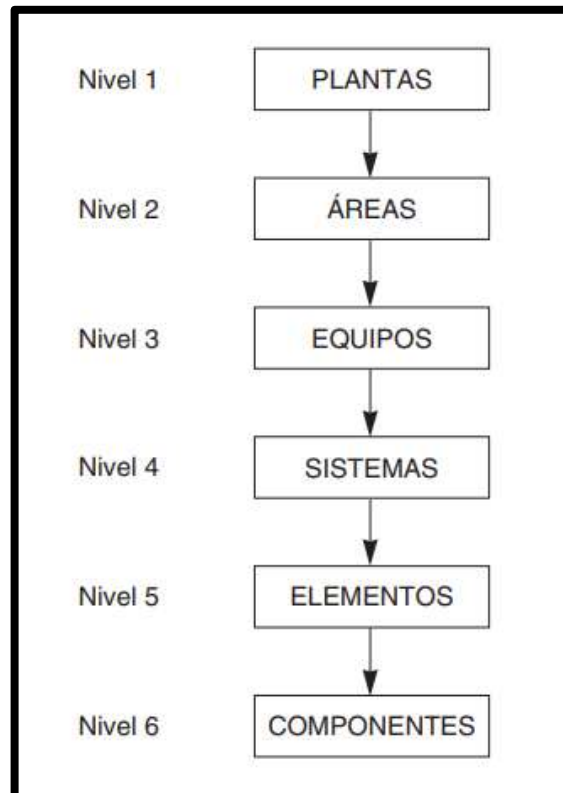
Sigue el autor explicando que una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc., de la planta no es útil ni práctica. Una lista de estas características no es más que una lista de datos, no es información. Si queremos elaborar una lista

⁷⁴ GARCIA GARRIDO, Op. Cit. p. 8

de equipos realmente útil, debemos expresar esta lista en forma de estructura arbórea, en la que se indiquen las relaciones de dependencia de cada uno de los ítems con los restantes.

En una planta industrial podemos distinguir los siguientes niveles, a la hora de elaborar esta estructura arbórea:

Figura 5 Estructura arbórea para realizar una lista de los equipos en una gestión de mantenimiento adecuada



Fuente: GARCÍA GARRIDO, Op. Cit. p. 8

García define estos niveles como:

Planta: Centro de trabajo.

Equipo: Cada uno de las unidades productivas que componen el área, que constituyen un conjunto único.

Sistema: Conjunto de elementos que tienen una función común dentro de un equipo.

Elemento: cada uno de las partes que integran un sistema

Componentes: partes en que puede subdividirse un elemento. Ej.: Rodamiento de un motor, junta rascadora de un cilindro neumático.

Tabla 1 Listado de los equipos de los bancos

 LISTA DE EQUIPOS			CódigoMLB-01 v.00 Página1 de 1	
EMPRESA: UNIVERSIDAD DE PAMPLONA				
PLANTA: SEDE VILLA DEL ROSARIO				
NIVEL 1 ÁREA	NIVEL 2 SISTEMA	NIVEL 3 EQUIPOS		
LABORATORIO PT-204	Banco de control de nivel	Válvula reguladora de flujo		
		Electrobomba centrífuga		
		Interruptor vibratorio		
		Sensor diferencial de presión		
		Sensor de nivel ultrasónico		
		Variador		
		Control lógico programable (PLC)		
		Pantalla HMI		
		Tanque de deposito		
		Disyuntor de protección de motor		
		Posionador		
LABORATORIO GM-105	Banco de control de temperatura	Válvula reguladora de flujo		
		Electrobomba centrífuga		
		Transmisor de Presión		
		Sensor de Temperatura		
		Variador de Frecuencia		
		Control lógico programable (PLC)		
		Pantalla HMI		
		Resistencia de calentamiento		
		Tanque de deposito		
		Disyuntor de protección de motor		
		Posicionador		
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

6.1.3. CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

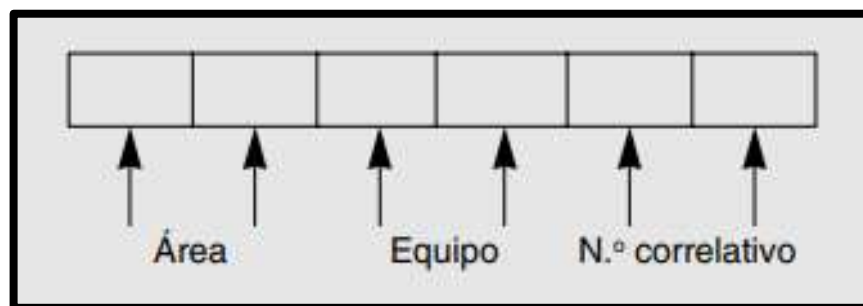
Una vez elaborada la lista de equipos, realizada la taxonomía de ellos, ahora es importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilitara su localización, su referencia en órdenes de trabajo, describe el autor García⁷⁵ “ la codificación permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc., y permite el control de costes.”

Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar:

- Sistemas de codificación no significativos: son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional.
- Sistemas de codificación significativos o inteligentes, en el que el código asignado aporta información.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativo, de tipo correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. Con apenas 4 dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales. La desventaja es la dificultad para ubicar una máquina a partir de su código: es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código. Eso, o tener una memoria prodigiosa

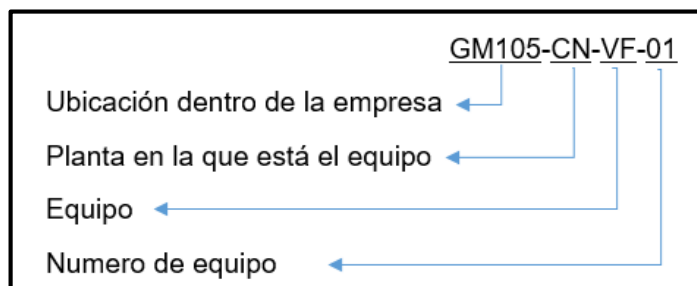
Figura 6. Formato para códigos de los equipos



Fuente: GARCÍA GARRIDO. Op. Cit. p 14

⁷⁵ Ibid. p. 14

Figura 7. Ejemplo codificación de la válvula reguladora de flujo del banco de control de nivel del laboratorio GM-105



Fuente: Autor

Tabla 2 Codificación equipos

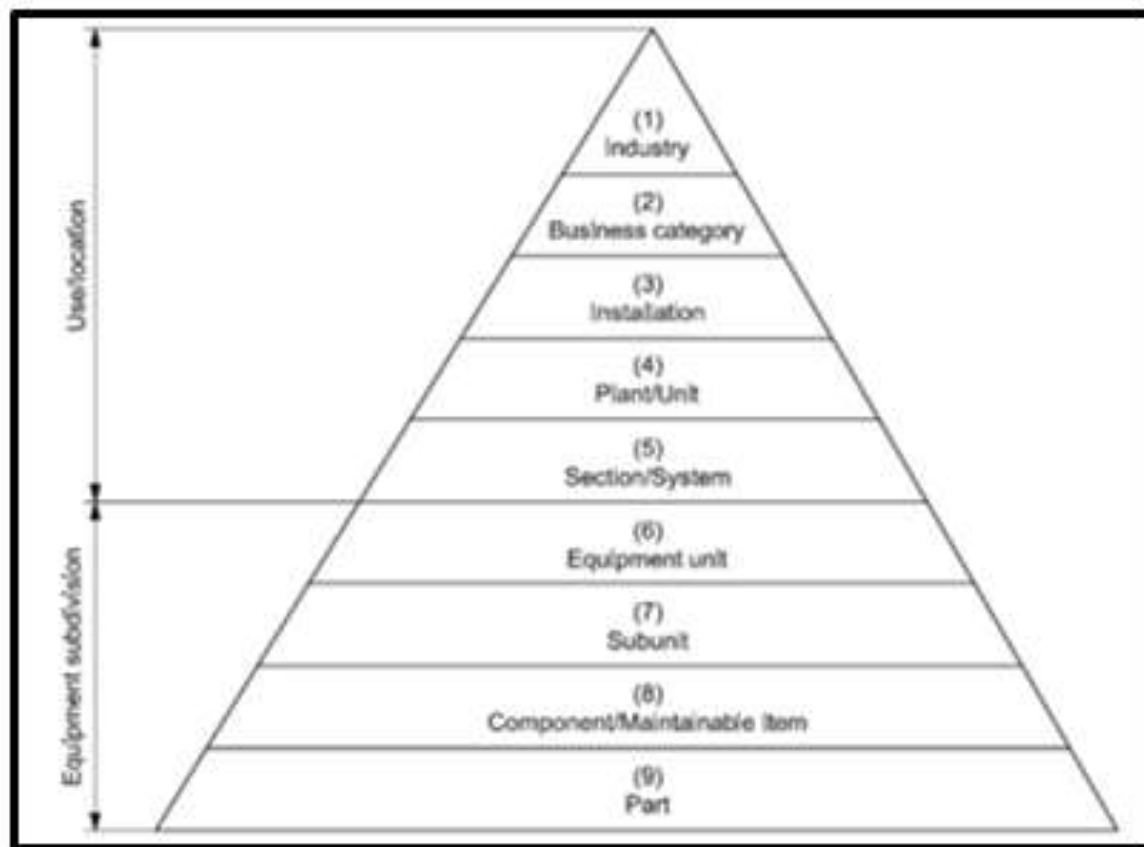
CODIFICACIÓN		Código	MLB-01 v.00
		Página	1 de 1
SISTEMA	EQUIPOS	CÓDIGO	
Banco de control de nivel	Válvula reguladora de flujo	PT204-CN-FV-101	
	Electrobomba centrífuga	PT204-CN-B-101	
	Interruptor vibratorio	PT204-CN-LP-101	
	Sensor diferencial de presión	PT204-CN-LT-101	
	Sensor de nivel ultrasónico	PT204-CN-LT-102	
	Variador de frecuencia	PT204-CN-VA-101	
	Control lógico programable (PLC)	PT204-CN-LC-101	
	Pantalla HMI	PT204-CN-HMI-101	
	Tanque de depósito	PT204-CN-T-101	
	Disyuntor de protección de motor	PT204-CN-D-101	
Banco de control de temperatura	Posicionador	PT204-CN-P-101	
	Válvula reguladora de flujo	GM105-CT-FV-101	
	Electrobomba centrífuga	GM105-CT-B-101	
	Sensor de Temperatura	GM105-CT-TT-101	
	Variador de Frecuencia	GM105-CT-VA-101	
	Control lógico programable (PLC)	GM105-CT-LC-101	
	Pantalla HMI	GM105-CT-HMI-101	
	Resistencia de calentamiento	GM105-CT-R-101	
	Tanque de depósito	GM105-CT-T-101	
Elaboró	Disyuntor de protección de motor	GM105-CT-D-101	
	Posicionador	GM105-CT-P-101	
Firma Jesus David Castro López		Aprobó	Validó
Fecha 18 de Noviembre 2022		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque
		Fecha	Fecha

Fuente: Autor

6.1.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La norma ISO 14224⁷⁶ define la taxonomía como la clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos basada en sus características comunes (localización, uso, tipo de equipo, etc.), la taxonomía es representada en forma de pirámide como se observa en la Fig. 8 y representa la ubicación del equipo o activo dentro de la organización.

Figura 8 Clasificación taxonómica ISO 14224



Fuente: ISO 14224

⁷⁶ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural - Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos. ISO 14224.

Tabla 3 Taxonomía banco de control de nivel

TAXONOMÍA				Código	MLB-01 v.00
				Página	1 de 1
Clasificación Taxonomica					
Categoría	Nivel	Jerarquía de taxonomía	Definición		
Ubicación	1	Industria	Universidad de Pamplona		
	2	Categoría de negocio	Educación pública profesional		
	3	Instalación	Sede Villa del Rosario		
	4	Categoría en Planta	Bloque Patios		
	5	Sección	PT-204		
Subdivisión	6	Equipo	Banco de control de nivel		
	7	Sub-sistema	• Banco de control de nivel ○ Subsistema eléctrico ○ Subsistema hidráulico ○ Subsistema de control ○ Subsistema instrumentado		
	8	Componente	• Banco de control de nivel ○ Válvula reguladora de flujo ▪ Subsistema hidráulico ○ Disyuntor de protección de motor ▪ Subsistema eléctrico ○ Tanque de deposito ▪ Subsistema hidráulico ○ Electrobomba centrífuga ▪ Subsistema eléctrico ▪ Subsistema hidráulico ○ Variador ▪ Subsistema de control ○ Controlador PLC ▪ Subsistema de control ○ Pantalla HMI ▪ Subsistema de control ○ Interruptor vibratorio. ▪ Subsistema de control ▪ Subsistema instrumentado ○ Sensor diferencial de presión ▪ Subsistema de control ▪ Subsistema instrumentado ○ Sensor ultra sónico ▪ Subsistema de control ▪ Subsistema instrumentado ○ Posionador ▪ Subsistema de control		
Elaboró			Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López			Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de Noviembre 2022			Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 4 taxonomía banco de control de temperatura

 TAXONOMÍA Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1			
Clasificación Taxonómica			
Categoría	Nivel	Jerarquía de taxonomía	Definición
Ubicación	1	Industria	Universidad de Pamplona
	2	Categoría de negocio	Educación pública profesional
	3	Instalación	Sede Villa del Rosario
	4	Categoría en Planta	Bloque Gramalote
	5	Sección	GM-105
Subdivisión	6	Equipo	Banco de control de temperatura
	7	Sub-sistema	• Banco de control de temperatura ○ Subsistema eléctrico ○ Subsistema hidráulico ○ Subsistema de control ○ Subsistema instrumentado
	8	Componente	• Banco de control de Temperatura ○ Válvula reguladora de flujo ▪ Subsistema hidráulico ○ Disyuntor de protección de motor ▪ Subsistema eléctrico ○ Electrobomba centrífuga ▪ Subsistema eléctrico ▪ Subsistema hidráulico ○ Variador de frecuencia ▪ Subsistema de control ○ Controlador PLC ▪ Subsistema de control ○ Pantalla HMI ▪ Subsistema de control ○ Interruptor vibratorio. ▪ Subsistema de control ▪ Subsistema instrumentado ○ Resistencia de calentamiento ▪ Subsistema eléctrico ○ Sensor presión ▪ Subsistema de control ▪ Subsistema instrumentado ○ Sensor de temperatura ▪ Subsistema de control ▪ Subsistema instrumentado ○ Posionador ▪ Subsistema de control
Elaboró		Aprobó	Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha	Fecha

Fuente: Autor

6.2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

6.2.1. INVENTARIO

Para iniciar la gestión de mantenimiento en los bancos es necesario formalizar en el laboratorio un formato de inventario. Cualquier sistema de mantenimiento preventivo, se debe hacer un inventario de equipos. Dicho formato debe contener los siguientes datos:

Encabezado: En el que se encuentra el nombre de la empresa y el logo el nombre del formato y número correspondiente.

Cuerpo: El cual contiene número de ítem a inventariar representado por N, maquina inventariada (Equipo), Estado (que hace referencia a como se encontró la maquina en el momento del inventario) y Código que son los dígitos alfanuméricos que identifican el objeto a mantener. Nota: Para visualizar mejor diríjase a los anexos

Tabla 5 Inventario banco de nivel

 INVENTARIO Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1				
Banco de nivel				
N	Equipo	CANTIDAD	Estado	Código
1	Válvula reguladora de flujo	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-FV-101
2	Electrobomba centrífuga	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-B-101
3	Interruptor vibratorio	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-LP-101
4	Sensor diferencial de presión	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-LT-101
5	Sensor de nivel ultrasónico	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-LT-102
6	Variador de frecuencia	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-VA-101
7	Control lógico programable (PLC)	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-LC-101
8	Pantalla HMI	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-HMI-101
9	Tanque de depósito	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-T-101
10	Disyuntor de protección de motor	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-D-101
11	Posicionador	1	Se encuentra en buenas condiciones, el banco se encuentra inactivo	PT204-CN-P-101
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha

Fuente: Autor

6.2.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Realizar el análisis de criticidad a cada elemento de los bancos nos va a permitir enriquecer la gestión de mantenimiento ya que este análisis asigna un determinado nivel de importancia a cada equipo, colocándolos en el primer plano a la hora de tomar decisiones en la asignación de recursos para la implementación del mantenimiento en la universidad.

En el libro “Organización y gestión integral de mantenimiento” p.24, nos describe el autor la distinción de los niveles en el análisis de criticidad:

- **Equipos críticos.** Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- **Equipos importantes.** Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- **Equipos prescindibles.** Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o un pequeño coste adicional.

Vemos, en segundo lugar, qué criterios podemos utilizar para clasificar cada uno de los equipos en alguna de las categorías anteriores. Debemos considerar la influencia que una anomalía tiene en cuatro aspectos: producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

- **Producción.** Cuando valoramos la influencia que un equipo tiene en producción, nos preguntamos cómo afecta a ésta un posible fallo. Dependiendo de que suponga una parada total de la instalación, una parada de una zona de producción preferente, paralice equipos productivos, pero con pérdidas de producción asumible o no tenga influencia en producción, clasificaremos el equipo como A, B o C.
- **Calidad.** El equipo puede tener una influencia decisiva en la calidad del producto o servicio final, una influencia relativa que no acostumbre a ser problemática o una influencia nula.
- **Mantenimiento.** El equipo puede ser muy problemático, con averías caras y frecuentes; o bien un equipo con un coste medio en mantenimiento; o, por último, un equipo con muy bajo coste, que normalmente no dé problemas.
- **Seguridad y medio ambiente.** Un fallo del equipo puede suponer un accidente muy grave, bien para el medio o para las personas, y que además tenga cierta probabilidad de fallo; es posible también que un fallo del equipo pueda ocasionar un accidente, pero la probabilidad de que eso ocurra puede ser baja; o, por último, puede ser un equipo que no tenga ninguna influencia en seguridad.

Tabla 6 Análisis de criticidad

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento

Fuente: GARCÍA GARRIDO. Op. Cit. p.25

6.2.3. SELECCIÓN DEL MODELO DE MANTENIMIENTO

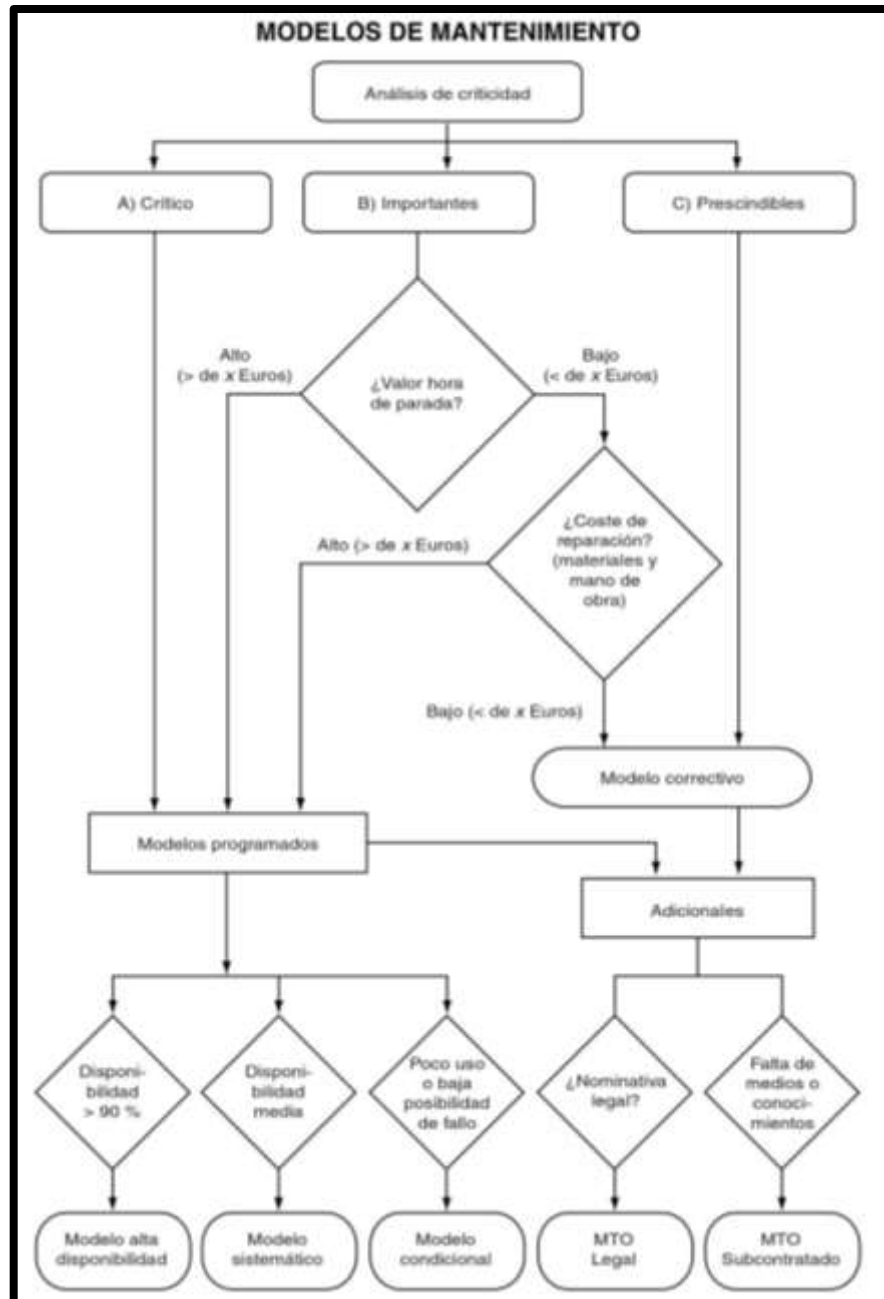
Determinada la criticidad de cada elemento, dentro de la gestión de mantenimiento que será aplicada a los bancos de control de nivel y control de temperatura del laboratorio de ingeniería en mecatrónica de la Universidad de Pamplona, seguiremos por establecer las condiciones que nos ayudaran a decidir qué modelo de mantenimiento aplicaremos a cada equipo. Reconociendo que no a todos le podemos dar el mismo modelo en la gestión del mantenimiento.

Para determinar el modelo de mantenimiento que aplicaremos a cada equipo lo primero que debemos hacer es realizar el análisis de criticidad, este es nuestro primer criterio para la toma de decisión que modelo utilizar, pues este análisis nos da tres opciones que son: críticos, importantes y prescindibles.

Luego otro importante criterio es el económico, aquí nos preguntaremos el valor que conlleva una parada y el valor que se supone una reparación de una posible avería. El ultimo criterio a tener cuenta al escoger el modelo de mantenimiento que se realizara en los equipos, es el de la disponibilidad que nosotros requerimos de los equipos de los bancos.

Existen unos criterios complementarios relacionados con el marco legal del país (ej. Industria de la biomedicina, requiere certificados de metodología) o la necesidad de contratar a especialistas o servicios del fabricante.

Figura 9 Modelos de Mantenimiento



Fuente: GARCÍA GARRIDO. Op. Cit. p.30

6.2.4. FICHA DEL EQUIPO

Se hace necesario en la gestión de mantenimiento elaborar una ficha de cada equipo que contenga los datos más sobresalientes que afecten al mantenimiento de cada uno de los equipos de la planta.

En la ficha de equipo debemos anotaremos los siguientes datos:

- Código del equipo y descripción.
- Datos generales.
- Características principales (especificaciones). Es importante recopilar la mayor cantidad de datos de cada equipo.
- Valores de referencia (temperaturas de funcionamiento, nivel de vibración en cada uno de los puntos, consumos de energía por fase, etc.)
- Análisis de criticidad del equipo. Es conveniente explicar, en esta ficha, por qué se le ha asignado un determinado nivel de criticidad a cada equipo. De esta forma, cualquier persona podrá consultarlo, y entender la razón de su clasificación. Es recomendable adjuntar el cuadro en el que se analiza la criticidad en esta ficha de equipo.
- Modelo de mantenimiento recomendable. Igual que en el caso anterior, es conveniente explicar por qué se ha llegado a esa conclusión, de manera que la ficha de equipo debería contener alguna forma de poder explicarla (un gráfico, un espacio para poder aportar una justificación, etc.).
- Si necesita de mantenimiento legal, y qué normativas son las de aplicación.
- Si necesita de subcontratos a fabricantes, indicando el tipo de subcontrato que se propone (revisiones periódicas, correctivo, inspecciones).

En el libro “Organización y gestión integral de mantenimiento” p. 33 podemos observar un modelo de ficha del equipo.

En el anexo A, se encuentran todas las fichas de los equipos de los dos bancos.

Figura 10 ejemplo Ficha del equipo

ANÁLISIS DE EQUIPOS					33																
EQUIPO:				CÓDIGO(S):																	
DATOS DEL EQUIPO																					
PROVEEDOR:				AÑO:																	
DIRECCIÓN:																					
TELÉFONOS:																					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:																					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:																					
VALORES DE REFERENCIA:																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																					
ANÁLISIS DE CRITICIDAD:			TIPO DE EQUIPO:																		
ANÁLISIS DE LAS ZONAS/EQUIPOS																					
Tipo de equipo o de zona	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento																	
A CRÍTICO	La posibilidad de originar un accidente grave es alta.	Su parada afecta al Plan de Producción y/o a clientes.	Es clave para la calidad del producto.	Alto costo de reparación en caso de avería.																	
	Necesita revisiones periódicas muy frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.																	
	Ha producido accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).																	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.																	
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.																				
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.																	
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS																	
CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO																	
CONDICIONAL		NO		CORRECTIVO																	
SISTEMÁTICO				INSPECCIONES																	
ALTA DISPONIBILIDAD				OVERHAUL																	

Fuente: GARCÍA GARRIDO. Op. Cit. p.33

Tabla 7 Ficha del equipo PT204-CN-B-101

FICHA DE EQUIPO				Código	HLB-01 v.00
				Página	1 de 1
CÓDIGO EQUIPO	PT204-CN-B-101	EQUIPO	Electrobomba centrífuga CP660		
DATOS DEL EQUIPO					
Fabricante: PEDROLLO				AÑO: 2014	
DIRECCIÓN:	Km 1.1 Via Siberia, Entrada Parque La Florida Cota Cundinamarca - Colombia				
TELÉFONOS: 318 2106420 018000115098					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Electrobomba centrífuga diseñada para bombear agua limpia, sin partículas abrasivas y líquidos químicamente no agresivos con los materiales que constituyen la bomba.					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Fase		Trifasica			
Potencia		1.5 kW 2 HP			
VALORES DE REFERENCIA					
Q l/min	H m	T max			
10 ÷ 130	47.5 ÷ 28	90°C			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO					
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.				
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento	
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS			
CORRECTIVO		PREVENTIVO			
CONDICIONAL		CORRECTIVO			
SISTEMATICO		INSPECCIONES			
ALTA DISPONIBILIDAD		OVERHAUL			
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	



Fuente: Autor

6.2.5. HOJA DE RESUMEN

Es necesario implementar una hoja de resumen de cada banco, que tenga los equipos más significativos del banco, en el que quede registrado los datos más importantes contenidos en las fichas de los equipos ya realizadas. La hoja de resumen permite manejar datos importantes del banco de una forma más compactada, permitiendo un vistazo rápido para hacerse de una idea completa del banco.

Los datos que deberían figurar en esa hoja-resumen, cuyo formato se propone en la página siguiente, serían los siguientes (se indican las abreviaturas empleadas en el formato):

- Código del equipo (CÓDIGO).
- Nombre del equipo (DESCRIPCIÓN).
- Nivel de criticidad (CRIT).
- Modelo de mantenimiento a aplicar. Los modelos serán los detallados anteriormente:
 - Fiabilidad (FIAB).
 - Sistemático (SIST).
 - Condicional (COND).
 - Correctivo (CORR).
 - Mantenimiento legal (añadido a los anteriores) (LEG). Indicar qué inspecciones le corresponden.
 - Mantenimiento subcontratado al fabricante (SUB). (Indicar el tipo de subcontrato que se propone: preventivo, correctivo, inspecciones)

Tabla 8. Hoja-resumen datos de mantenimiento

			MODELO MANTENIMIENTO						
Código	Descripción	Crit.	Fiab.	Sist.	Con.	Corr.	Leg.	Sub.	

Fuente: GARCÍA GARRIDO. Op. Cit. p. 35

Tabla 9 Hoja Resumen banco de control de nivel

 HOJA RESUMEN				Código	MLB-01 v.00					
				Página	1 de 1					
Ubicación Taxonómica				Críticidad						
4.Categoría en planta	Bloque Patios	5.Sección	PT-204	A: Critico B: Importante C: Prescindible						
6.Equipo	Banco de control Nivel			MODELO DE MANTENIMIENTO						
Código	Descripción		Crit.	Fiab.	Sist.	Con.	Corr.	Leg.	Sub.	
PT204-CN-FV-101	Válvula reguladora de flujo		A		X					
PT204-CN-B-101	Electrobomba centrífuga		A		X					
PT204-CN-LP-101	Interruptor vibratorio		C				X			
PT204-CN-LT-101	Sensor diferencial de presión		B				X			
PT204-CN-LT-102	Sensor de nivel ultrasónico		B				X			
PT204-CN-VA-101	Variador de frecuencia		A		X					
PT204-CN-LC-101	PLC		A		X					
PT204-CN-HMI-101	Pantalla HMI		B				X			
PT204-CN-D-101	Disyuntor de protección de motor		B				X			
PT204-CN-P-101	Posicionador		A		X					

Fuente: Autor

Tabla 10. Hoja Resumen banco de control de temperatura



HOJA RESUMEN

Código

MLB-01 v 00

Página

1 de 1

Ubicación Taxonómica				Críticidad						
4.Categoría en planta	Bloque Gramalote	5.Sección	GM-105	A: Critico B: Importante C: Prescindible						
6.Equipo	Banco de control Temperatura			MODELO DE MANTENIMIENTO						
Código	Descripción		Crit.	Fiab.	Sist.	Con.	Corr.	Leg.	Sub.	
GM105-CT-FV-101	Válvula reguladora de flujo		A		X					
GM105-CT-B-101	Electrobomba centrífuga		A		X					
GM105-CT-LP-101	Interruptor vibratorio		C				X			
GM105-CT-TT-101	Sensor de temperatura		C				X			
GM105-CT-PT-101	Sensor de presión		C				X			
GM105-CT-VA-101	Variador de frecuencia		A		X					
GM105-CT-LC-101	PLC		A		X					
GM105-CT-HMI-101	Pantalla HMI		B				X			
GM105-CT-D-101	Disyuntor de protección de motor		B				X			
GM105-CT-P-101	Posicionador		A		X					

Fuente: Autor

6.3. PLAN DE MANTENIMIENTO

Ahora en base a lo realizado anteriormente, la información recolectada y consultada de los equipos, la descomposición Taxonómica que describe toda la jerarquía que tienen los bancos, la elaboración de la lista de los equipos de los bancos, la descomposición de cada uno de ellos en subsistemas, codificación, análisis de criticidad y la evaluación del modelo de mantenimiento para cada uno de los equipos que mejor se adapta a ellos. Reuniendo toda esta información ya tenemos lo necesario para empezar a elaborar la lista de tareas del plan de mantenimiento, que es fruto de toda la gestión de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un documento que contiene un conjunto de tareas de mantenimiento programadas que debemos realizar en nuestras instalaciones para garantizar un cierto nivel de disponibilidad. Es un documento vivo, ya que se encuentra en constante revisión, fruto del análisis de los hechos ocurridos en la instalación y del análisis de diversos indicadores de gestión.

6.3.1. DETERMINACIÓN DE FALLOS FUNCIONALES Y FALLOS TÉCNICOS

Por falla funcional, definimos una falla que impide que el dispositivo o sistema analizado realice su función, y una falla técnica como una falla mientras no impide que este dispositivo realice su función, lo que implica una falta de precisión del siguiente dispositivo.

6.3.2. CLASIFICACIÓN DE LOS FALLOS

RCM propone un análisis profundo de la gravedad de cada fallo y de sus consecuencias, calculando la importancia de cada fallo. La clasificación de los fallos que se propone en este trabajo es más sencilla, pues se determina si el fallo debe evitarse o tan solo debe disminuirse sus efectos.

Será muy importante estudiar las consecuencias que tiene cada uno de los fallos que se han determinado. Según esas consecuencias, decidiremos si el fallo debe ser evitado (cuando las consecuencias del fallo sean inadmisibles) o tan solo deben buscarse formas de amortiguar sus efectos, de manera que éstos, en caso de producirse, sean mínimos. Por tanto, existen dos categorías posibles:

- Fallos a evitar.
- Fallos a amortiguar.

Evitar un fallo es mucho más costoso, en general, que amortiguar o minimizar sus efectos, por lo que la primera calificación debe reservarse únicamente a aquellos fallos cuyas consecuencias derivan en un muy alto coste.

El objetivo de realizar un análisis de criticidad a todos los equipos de los bancos es que podamos enfocar nuestros esfuerzos y atención a equipos que tienen un nivel de impacto en el proceso o en el ambiente. Es por esto que los equipos que debido a su nivel de criticidad se optó como modelo de mantenimiento uno de tipo correctivo, no se realizara un análisis de fallos funcionales, técnicos y los modos de fallos de estos equipos.

En la tabla 6 y 7, se encuentran los resúmenes de los equipos de los bancos, esta tabla nos permite ver de manera resumida el nivel de criticidad y el modelo de mantenimiento a aplicar a cada uno de los equipos.

6.3.3. FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO

En esta tabla se puede detallar los modos de fallo que pueden darse en los equipos, se clasifica según el subsistema del banco, luego se detalla uno por uno cada equipo que hace parte de ese subsistema, en la segunda columna se clasifica el tipo de fallo como funcional (si impide alcanzar la función del sistema que se analiza) o técnico (si no impide que el sistema cumpla su función, pero no lo hace correctamente). En la tercera columna se detallan los fallos que pueden presentarse, y en la cuarta, los modos de fallo. La última se reserva para indicar la forma de actuación ante el fallo (a evitar o amortiguar).

A continuación, se evidencia el desarrollo de esta tabla al subsistema Hidráulico del banco de control de temperatura. Las demás tablas quedan registradas en el ANEXO B.

Tabla 11 Fallos funcionales, técnicos y modos de fallos subsistema Hidráulico

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	Subsistema	Hidraulico
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de temperatura		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
Válvula con actuador neumático PRISMA P15	Funcional	No regula el flujo de agua por la tubería.		Encontrándose cerrada la válvula se registra paso de líquido por ella.	A evitar
	Técnico.	Filtración de agua		Se evidencia un goteo frecuente en la válvula	A amortiguar
Electrobomba centrífuga CP660	Funcional.	No Suministra el agua al banco.		No hay el agua en para el proceso del intercambiador de calor	A evitar
	Técnico.	Pérdida de presión en el líquido del sistema.		El manómetro evidencia una baja en el medida del presión de la tubería	A amortiguar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

6.3.4. DETERMINACIÓN DE FRECUENCIA EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Identificando las fallas funcionales, técnicas y los modos de fallos del equipo, es importante establecer la frecuencia en que se van a realizar las tareas de mantenimiento de manera sistemática, de manera que podamos actuar antes de que ocurra una falla o la insipencia de la misma.

Para establecer esta frecuencia, en la gestión de ingeniería de mantenimiento podremos determinarla de tres maneras diferentes, que son las siguientes:

- Si se dispone de datos históricos que den una idea de la frecuencia con la que se producen los fallos, se podrá utilizar cualquier técnica estadística para determinar con qué frecuencia se producirían los fallos si no intervenimos el dispositivo.
- Si se cuenta con una función matemática que permita predecir el comportamiento de un error en particular, se podrá estimar la frecuencia de

interferencia de esa función. Suele ser adecuado para estimar la vida útil de algunas piezas.

- Si no existe la información anterior, se puede usar la opinión de expertos para determinar con qué frecuencia se debe realizar el mantenimiento recomendado. Es el método más subjetivo e impreciso para determinar la frecuencia de las intervenciones, pero el más utilizado. No siempre tenemos información histórica o modelos matemáticos para predecir el rendimiento de una pieza.⁷⁷

En el desarrollo de la investigación en la Universidad de este trabajo, se evidencio que no se cuenta con ningún tipo de información o registros donde se encuentren registrados las fallas de los equipos o de los bancos.

Esta falta de data histórica propia de la Universidad, hace necesario la consulta de bases de datos de fallos internacionales, son tablas que reúnen los datos de las fallas de los equipos en diferentes partes del mundo. Se encuentra en estas bases de datos una solución ante la determinación de la frecuencia de las tareas de mantenimiento.

6.3.4.1. OREDA

OREDA es una organización de ingeniería patrocinada por siete empresas de petróleo y gas que operan en todo el mundo. El objetivo principal de OREDA es recopilar y compartir datos de confiabilidad entre las empresas participantes y actuar como un foro para coordinar y administrar la recopilación de datos de confiabilidad en la industria del petróleo y el gas. OREDA ha creado una extensa base de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos mineros en distintas geografías, instalaciones, tipos de equipos y condiciones operativas. Incluye principalmente equipo marino y equipo de buceo de superficie, pero también se incluye el equipo de tierra. Los datos de OREDA se almacenan en la base de datos.

OREDA proporciona una gama de datos de mantenimiento muy valiosos, como el modo de falla, el tiempo de falla, el tiempo de actividad, la tasa de falla, el conteo de errores y más.

Para este trabajo interesa el dato en OREDA de la tasa de falla que viene definida como:

$$\lambda = \frac{\text{Numero de fallos}}{\text{tiempo en servicio}} = \frac{n}{\tau}$$

Ecuación 1. Tasa de fallas

⁷⁷ GARCÍA GARRIDO. Op. Cit. p.46

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Ecuación 2 MTBF

OREDA VÁLVULA REGULADORA DE FLUJO

Taxonomy no 4.3		Item Control and Safety Equipment Valves											
Population 1170	Installations 40	Aggregated time in service (10 ⁴ hours)						No of demands					
		Calendar time *			Operational time †								
		36.5612			31.6175								
Failure mode	No of failures	Failure rate (per 10 ⁴ hours)					Active rep./hrs	Repair (manhours)					
		Lower	Mean	Upper	SD	n/h		Min	Mean	Max			
Critical	358 [†]	0.01	6.79	28.28	10.78	9.77	9.1	6.5	12.8	113.9			
	358 [†]	3.00	25.97	67.90	21.31	11.32							
Delayed operation	3 [†]	0.00	0.11	0.55	0.24	0.08	32.0	28.0	64.0	113.0			
	3 [†]	0.00	0.15	0.71	0.29	0.09							
External leakage - Process medium	11 [†]	0.00	0.24	0.82	0.30	0.30	11.0	1.0	13.5	54.0			
	11 [†]	0.00	0.29	1.16	0.44	0.35							
External leakage - Utility medium	2 [†]	0.00	0.06	0.19	0.07	0.05	9.8	17.0	19.5	22.0			
	2 [†]	0.00	0.08	0.25	0.09	0.06							
Fail to close on demand	134 [†]	0.00	2.31	13.11	7.46	3.66	8.2	1.0	11.3	78.0			
	134 [†]	0.00	5.09	22.77	9.01	4.24							
Fail to open on demand	84 [†]	0.02	2.81	9.37	3.43	2.29	7.6	1.0	10.4	78.0			
	84 [†]	7.06	29.13	63.54	17.96	2.66							
Fail to regulate	72 [†]	0.00	0.55	1.09	3.05	1.96	11.5	0.5	13.3	93.0			
	72 [†]	0.00	0.90	4.75	3.23	2.28							
High output	1 [†]	0.00	0.03	0.08	0.03	0.03	6.0	6.0	6.0	6.0			
	1 [†]	0.00	0.03	0.09	0.03	0.03							

Según la tabla de fallos funcionales, técnicos y modos de falla la falla funcional de la válvula es la falla al regular el flujo, es por esto que se busca en la tabla OREDA el modo de falla **“fail to regulate”**.

$$\lambda = \frac{\text{Numero de fallos}}{\text{tiempo en servicio}} = \frac{72}{36.6612 \times 10^6} = 0.000001963 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{horas}} \right]$$

. 66

$$\lambda = 0.000001963 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{horas}} \right] * 24 \left[\frac{\text{horas}}{\text{dias}} \right] * 365 \left[\frac{\text{dias}}{\text{año}} \right] = 0.0172 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{año}} \right]$$

Ecuación 4 Conversión de horas a año tasa de falla válvula reguladora

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = 58.12 \left[\frac{\text{año}}{\text{falla}} \right]$$

Ecuación 5. MTBF Válvula reguladora de flujo

Estos cálculos nos demuestran que la válvula, aunque es un equipo de crítico en el proceso, según las bases internacionales en grandes industrias y con más horas de servicio, esta válvula es un equipo que el tiempo entre fallas es muy amplio. Esto tan solo es un referente al momento de establecer el cronograma de mantenimiento.

OREDA ELECTROBOMBA CENTRIFUGA

Tabla 13 OREDA electrobomba centrífuga

OREDA-2002		180					OREDA-2002				
Taxonomy no 1.3.1		Item Machinery Pumps Centrifugal									
Population 350	Installations 59	Aggregated time in service (10 ⁶ hours)					No of demands 10340				
		Calendar time * 13.9546		Operational time † 5.7455							
Failure mode		No of failures	Failure rate (per 10 ⁶ hours).					Active rep.hrs	Repair (manhours)		
			Lower	Mean	Upper	SD	n / t		Min	Mean	Max
Critical		464* 464†	0.00 0.12	21.60 70.52	124.23 284.09	67.21 106.81	33.25 80.76	39.7	1.0	57.6	1025.0
Breakdown		37* 37†	0.00 0.00	1.20 3.70	1.67 21.16	7.82 11.38	2.65 6.44	16.4	3.0	57.1	766.0
Erratic output		2* 2†	0.00 0.00	0.15 0.46	0.79 2.22	0.54 0.92	0.14 0.35	19.8	11.0	39.5	68.0
External leakage - Process medium		77* 77†	0.00 0.00	2.25 7.04	5.52 38.07	11.84 17.67	5.52 13.40	30.2	2.0	42.0	444.0
External leakage - Utility medium		46* 46†	0.00 0.00	1.61 4.81	2.94 26.68	9.28 13.65	3.30 8.01	16.0	2.0	29.8	90.0
		2* 2†	0.00 0.00	0.22 0.22	0.22 0.22	0.22 0.22	0.22 0.22	55.0	1.0	52.0	551.0

Fuente: OREDA p.180

En la bomba es estableció como referente el modo de falla Critico.

Con estos criterios establecidos, se calculó el MTBF(tiempo medio entre fallas) de le electrobomba centrífuga.

$$\lambda = \frac{\text{Numero de fallos}}{\text{tiempo en servicio}} = \frac{464}{13.9546 \times 10^6} = 0.000033252 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{horas}} \right]$$

Ecuación 6 Tasa de falla critica electrobomba centrífuga

$$\lambda = 0.000033252 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{horas}} \right] * 24 \left[\frac{\text{horas}}{\text{dias}} \right] * 365 \left[\frac{\text{dias}}{\text{año}} \right] = 0.29128 \left[\frac{\text{fallas}}{\text{año}} \right]$$

Ecuación 7 Conversión Tasa de fallos de horas a fallos en año

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = 3.433 \left[\frac{\text{año}}{\text{falla}} \right]$$

Ecuación 8 MTBF electrobomba centrífuga

Los demás equipos que tienen nivel de criticidad alto no fueron encontrados en las tablas OREDA, PLC, posionador y el variador de frecuencia.

6.3.5. ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Para mitigar fallos inesperados de muchos de los equipos y aumentar la disponibilidad de los bancos para los estudiantes, se estableció por cada equipo las acciones de mantenimientos que requiere cada uno de ellos, siguiendo el modelo ya establecido que se encuentran en las hojas de resumen. El formato ILB-01 fue diseñado para que de manera clara quedara registrado las frecuencias y el responsable de cada acción de mantenimiento para cada equipo de los bancos de control de nivel y de temperatura. Ver ANEXOS

Tabla 14. Acciones de mantenimiento GM105-CT-B-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código
			ILB-01 v.00
			Página
			1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Electrobomba centrífuga GM105-CT-B-101
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		FRECUENCIA	RESPONSABLE
Monitorizar los cambios en el nivel de presión, ya que una disminución gradual en la presión en la tubería		Semanal	Laboratorista
Inspección visual a la electrobomba		Semanal	Laboratorista
Lubricación de los cojinetes		Semestral	Mecánico
Inspección de Fugas (escapes) por los empaques		Quincenal	Laboratorista
Verificación de temperatura		Semestral	Mecanico
Mediciones de vibración (con vibrómetro)		Semestral	Mecanico
Mediciones de consumo de corriente		Semestral	Mecanico
Elaboró		Aprobó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha	
		Validó	
		Firma Oscar Manuel Duque	
		Fecha	

Fuente: Autor

6.3.6. ORDENES DE TRABAJO

Una vez elaborada la lista de tareas que compondrán el Plan de Mantenimiento es conveniente agruparlas, a fin de facilitar su ejecución. Es por esto que se diseñó el formato ILB-02, que lleva como título “**ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO**”. Este formato es una orden de trabajo de mantenimiento, permite formalizar las acciones de mantenimiento a realizar, establece el personal que lo debe de hacer y las medidas de protección para realizar las actividades.

Se estableció agrupar las acciones de mantenimiento dependiendo de la frecuencia establecida. De esta manera dentro de la gestión de ingeniería de mantenimiento desarrollada en este trabajo se encuentra también los formatos de las ordenes de trabajo para frecuencias semanales, quincenales, mensuales y semestrales. Cada orden tiene el número que identifica la orden de trabajo, esto es con el fin de realizar el cronograma de una manera más sencilla y sistemática. **Ver Anexo.**

Tabla 15 Orden de trabajo de frecuencia semanal banco de control de nivel

FECHA		A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona	Código		ILB-02 v.00	
Nº Orden de trabajo		SN-01			FRECUENCIA	SEMANAL			
Instalación		Sede de villa del Rosario			Sección	PT-204			
Categoría en planta		Bloque Los Patios			Equipo	BANCO DE CONTROL DE NIVEL			
Actividades generales al banco						Responsable			
Limpieza de la zona						Laboratorista			
Comprobación de la sujeción de los equipos									
Revisiones de acuerdo con normativas legales									
Comprobar que los manómetros									
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento					Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO		
PT204-CN-FV-101	Verificaciones del funcionamiento de la válvula					Laboratorista	SI	NO	
PT204-CN-B-101	Monitorizar los cambios en el nivel de presión								
	Inspección visual a la electrobomba								
Director de mantenimiento			Responsable 1			Responsable 2			
Firma			Firma			Firma			
Nombre			Nombre			Nombre			

Fuente: Autor.

6.4. CRONOGRAMA

El producto de toda la gestión de mantenimiento desarrollada en este documento será el cronograma semestral de las acciones de mantenimiento que se deben realizar a los bancos de los laboratorios.

Tabla 16 Cronograma de actividades de mantenimiento en un semestre

	ENERO					FEBRERO				MARZO					ABRIL			MAYO				JUNIO				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Banco de control de nivel			Q-01		M-01		Q-01		M-01			Q-01		M-01		Q-01		M-01		Q-01		M-01		Q-01		M-01 SM-01
Banco de control de temperatura			Q-02		M-02		Q-02		M-02			Q-02		M-02		Q-02		M-02		Q-02		M-02		Q-02		M-02 SM-02
Todas las semanas se realiza las ordenes de mantenimiento SN-01 Y SN-02																										

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

La implementación de esta gestión de ingeniería de mantenimiento a los equipos del banco de control de nivel de un tanque y el banco de control de temperatura del intercambiador de calor, es necesaria pues con esto se asegura la disponibilidad de los bancos y el máximo provecho a la vida útil de los mismos, para que los estudiantes puedan realizar las practicas, desarrollen y fortalezcan las habilidades en estrategias de control.

Comparando la [Tabla 1](#), Listado de los equipos de los bancos, la [Tabla 3](#), Taxonomía banco de nivel, la [Tabla 4](#), Taxonomía banco de temperatura. Se puede concluir que a pesar que los dos distintos formatos ofrecen una lista de equipos de los bancos, organizada y clara. Son las Tablas 3 y 4, la que nos ofrecen mucho más que un listado de los equipos, debido a que la norma ISO 14224, establece en este formato, el suministro al encargado del área del mantenimiento ofrecer información sobre la ubicación del banco y de manera más detallada los subsistemas de todos los equipos del banco.

Se concluye que la [Tabla 6](#), Análisis de criticidad, dentro de la gestión de ingeniería de mantenimiento de los bancos del programa, es el paso más importante en la gestión, debido a que implementar este análisis a todos los equipos de los bancos, permitió establecer el modelo de mantenimiento que se le aplicaría a los equipos. Logrando simplificar y enfocar la mayor parte atención y esfuerzo en las actividades de mantenimiento a equipos de alta criticidad.

El formato de la [Tabla 7](#), Ficha del equipo PT204-CN-B-101, le permite al operador del banco, laboratoristas, docentes y estudiantes del programa que realicen sus prácticas en los bancos, puedan tener la información más relevante de cada uno de los equipos que conforman los bancos. Y también ofrece el análisis de criticidad de cada uno de los equipos, permitiendo identificar los elementos críticos del banco.

El formato de la [Tabla 9](#), Hoja de resumen del banco de control de nivel, le permite al personal de mantenimiento encargado, poder tener en un resumen, que solo formato la información mas relevante sobre el mantenimiento, permitiendo establecer las acciones de mantenimiento y los lineamientos.

La **Ecuación 8**. MTBF electrobomba centrífuga, es un resultado obtenido de la aplicación de la base de dato internacional OREDA. Este paso dentro de la gestión

de ingeniería de mantenimiento, tener una visión del comportamiento de la electrobomba en otras partes del mundo. Se logra calcular mediante la aplicación de la estadística en la industria, el tiempo entre fallas, esto permite establecer unas frecuencias de mantenimiento acordes al hallado matemáticamente.

En la [Tabla 16](#), cronograma de acciones de mantenimiento en un semestre, se puede concluir sobre la simplicidad de este cronograma, debido a que la gestión de ingeniería de mantenimiento en los bancos, fue diseñada para una mayor accesibilidad y entendimiento de las acciones de mantenimiento. Esto se logró primero estableciendo las acciones de mantenimiento para cada equipo, según el modelo de mantenimiento establecido para cada uno. El diseño de formato como el de la [Tabla 15](#), orden de trabajo de frecuencia semanal banco de control de nivel, permite enumerar las ordenes de trabajo en los dos bancos y así el cronograma de mantenimiento sea sencillo en su diseño, pero que sea claro en la implementación de esta gestión.

RECOMENDACIONES

El compromiso de la Administración de la Universidad de Pamplona, directivas del programa de Ingeniería en Mecatrónica y los encargados de los laboratorios. Es la clave para que se pueda lograr el máximo provecho de la vida útil de los bancos. Pues el mantenimiento es algo que compete a todos los niveles de personal que participa en actividades de mantenimiento. Es por esto que se recomienda una planificación en una mesa de trabajo que involucre a todas las partes, en pro de medidas de manteniendo de los bancos.

Se recomienda que la Universidad de Pamplona formalice los formatos diseñados en esta gestión de ingeniería de mantenimiento, para que los laboratoristas tengan que cumplir con estos lineamientos en PRO de los equipos de los bancos.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS. Glosario Básico de Términos De Mantenimiento en Colombia. Primera edición. Bogota, D.C. ACIEM Cundinamarca

NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. UNE-EN 13306:2018. 2019

IEC 60 050-191:1990, Vocabulario electrotécnico internacional. Capítulo 191: Confiabilidad y Calidad de los Servicios

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural - Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos. ISO 14224

MONTILLA MONTAÑA, Carlos Alberto. "Fundamentos de mantenimiento industrial". Universidad Tecnológica de Pereira. 2016

R. Serth, Process HEat Transfer Principles and Applications, 1st ed. Elsevier, 2007, vol. 1.

ÁLVAREZ DIAZ, J., ARMERO VIVEROS, J., & URRUTIA, C. (2020). Control de temperatura en intercambiadores de calor tipo coraza-tubo: una revisión realizada a la industria. Entre Ciencia E Ingeniería, 14(27), 41-49

Manual de Intercambiador de calor. Instrucciones y Mantenimiento, 2010. Citado por: ÁLVAREZ DIAZ, J., Armero Viveros, J., & Urrutia, C. (2020). Control de temperatura en intercambiadores de calor tipo coraza-tubo: una revisión realizada a la industria. Entre Ciencia E Ingeniería, 14(27), 41-49

CREUS SOLÉ, Antonio. Instrumentación industrial. Octava Edición. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. 2010. 792p

ARAUJO AYALA, Oscar. GOCHEZ ZELEYA, Edgardo. NAVARRO MASFERRER, Cristo. Fabricación de plc utilizando microcontroladores para uso didactico con características industriales. Santa Tecla. 2017. 159p. Trabajo de investigación para optar al grado de ingeniero en mecatrónica. Escuela Especializada En Ingeniera ITCA-FEPADE

CAMPOS-LÓPEZ, O., TOLENTINO-ESLAVA, G., TOLEDO-VELÁZQUEZ, M., & TOLENTINO-ESLAVA, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Científica, 23(1), 51-59. p.53

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, PAC-01: Elaboración y control de documentos del sistema integrado de gestión, versión 10.

HUAMANCHUMO, V., & PEREZ, J. M. Análisis de experiencias de aplicación de la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) en empresas de manufactura en el periodo 2010-2020. Una revisión de la literatura. Lima Peru. 2021. 34p. [Trabajo de investigación, Universidad Privada del Norte].

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, D Plan de mantenimiento preventivo para los equipos de medición y dieléctricos de la empresa arios ingeniería s.a.s. Cucuta. 2020. 110p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

MONROY, A. & ORTEGA, J. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los transformadores de la Universidad Francisco de Paula Santander. Cucuta. 2020. 171p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

DIAZ,H. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo de la sección de empaquetado de la planta molino oro de la cooperativa agropecuaria de Norte de Santander - Coagronorte.ltda. Cucuta. 2020. 105p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

VERA GÓMEZ, BRYAN. Gestión del mantenimiento del equipo de destilación con columnas intercambiables en el laboratorio de procesos unitarios de la universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta. 2018. 157p. Trabajo de grado. Universidad Francisco de Paula Santander

PARDO PRIETO, V. Proceso de gestión de mantenimiento para equipos del departamento de Química: Thermo Trace GCMS. Universidad de los Andes. 2022. 24p. trabajo de grado. Univerisad de los Andes.

MALAYER LEAL, C. Revisión del plan de mantenimiento de las plantas eléctricas del Edificio Mario Laserna de la Universidad de los Andes. Universidad de los Andes. 2022. 36p. trabajo de grado. Universidad de los Andes.

ROMERO-GUARÍN, A. & SOLER-RODRÍGUEZ, L. V. Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para los generadores eléctricos de una central hidroeléctrica. Bogota. 2017. 136p. trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia

MAHECHA-DÍAZ, O. Propuesta metodológica de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos críticos de la Secretaría de Salud de Cundinamarca CRUE. Bogota. 2017. 77p. trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia

BARROS LEAL, J. A., & MARTÍNEZ ESPINOSA, J. C. (2018). Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos. Informador Técnico, 82(1), 11–25.

TRUJILLO ALVARADO, Leonardo. Modelo integral de gestión de repuestos para mantenimiento, en empresas intensivas en uso de capital. Bogota. 2018. 113p. trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.

SOCHA RUEDA, Edgar. Elaboración de un plan de gestión de mantenimiento para equipos

Rotativos del instituto universitario de la paz unipaz. 2020. 121p. trabajo de grado. Universidad EAFIT

YOPASA PINZÓN, Juan. Mejoramiento en la gestión de los activos aeroportuarios en Colombia. Bogota. 2014. 43p. trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada

DIAZ MENDOZA, Ronald. Integración de sistemas de gestión y la estandarización de procesos de mantenimiento con herramientas de servicio. Bogotá. 2021. 16p. trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada.

YANES ALVERNIA, Eidy. Estudio de viabilidad para la estandarización del proceso de mantenimiento de equipos de laboratorio para la empresa CI Global Scientific SAS. Bogota. 2018 15p. Trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada.

PEÑA SÁNCHEZ, Andres. Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la planta de tratamiento de agua potable del Municipio de muzo (boyacá). Muzo. 2017. 101p. trabajo de grado. Universidad Militar Nueva Granada.

HENAO ARIAS, Felipe. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo asistido por software tipo cmms para la empresa METALGAS S.A. Pereira. 2020. 199p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

MORENO ROMERO, Diego. Elaboración del plan de mantenimiento para la línea de producción del ladrillo en la empresa ladrillera Arcillas LTDA. Pereira. 2020. 166p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira

CASTRO HENAO, Luis. Elaboración de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para los equipos críticos del área de taller agrícola del ingenio San Carlos S.A. Pereira. 2020. 35p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

ZAMBRANO CONCHA, German. Creación e implementación de protocolos de buenas prácticas para el mantenimiento de equipos específicos de la empresa

AVIDESA DE OCCIDENTE S.A. Pereira. 2020. 53p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

SERNA RAMÍREZ, Jhon. Implementación plan de mantenimiento eléctrico para destilería Riopaila y Riopaila energía. Pereira. 2016. 64p. trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

MONTEALEGRE YELA, Nora. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de los laboratorios pertenecientes a la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. 2018. 64p. trabajo de Grado. Universidad Tecnológica De Pereira

ADOLFO GOMEZ, Gustavo., & GOMEZ VALENCIA, Jesus. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo (LEM) y software de administración para los equipos de las súper tiendas y Droguerías Olímpica SA en el Eje Cafetero. Pereira. 2016. 135p. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica De Pereira.

HINCAPIÉ PÉREZ, Luis. Metodología de gestión de mantenimiento desde una perspectiva de Confiabilidad-Disponibilidad-Mantenibilidad (CDM) para aplicación en equipos de Tecnología de la Información (TI). Medellín. 2017. 157p. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia.

MAYA VELÁSQUEZ, Jhonny. Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Medellin. 2018. 97p. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia

ROSENTHAL, Raul Análisis de planes de mantenimiento preventivo y su impacto en la confiabilidad de los equipos electrónicos en el periodo 2008-2019: una revisión de la literatura científica. Lima. 2020. 32p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte

DIAZ CELI, Chrsitian. Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del taller mecánico de la empresa Mechanical Wordl Piura SAC. Trujillo,Peru. 2019. 34p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte.

ZARATE PAREDES, Ana. Propuesta de mejora de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento en una empresa de ascensores. Trujillo- Peru. 121p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte

KUOKAWA GUEVARA, Alonso., & REAÑO CARRERA, Victor. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de calidad y un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para aumentar la productividad en la empresa Bale

Creaciones S.A.C. Trujillo- Perú. 2020. 13p. trabajo de grado. Universidad Privada del Norte.

TRUJILLO AMAYA, Andres. Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Centrado En Confiabilidad (RCM), Para La Planta De Tratamiento De Aguas En Termosuria-Meta. Bogotá. 2018. 91p. Universidad Libre de Colombia

MADASSE, Abdelhak. Aplicación de la metodología RCM en motores de propulsión marina. Cartagena. 2019. 151p. trabajo de grado. Universidad politécnica de Cartagena.

CARRASCO, F. J. C. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. 3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 5(3), 68-75.

MONGE NICOLAS, Ronald. & YRAZÁBAL CÓRDOVA, Mario. Estrategias del RCM y su influencia en la confiabilidad de los equipos para la tintorería de la Empresa Sur Color Star SA. Callao-Peru. 2019. 138p. Trabajo de grado. Universidad Nacional Del Callao.

MAYA VELASQUEZ, Jhonny. Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM. Medellin. 2018. 97p. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

ALLAUCA SIERRA, Néstor. Plan de mantenimiento basado en RCM para caldero de 50 bhp, caso: Hospital ciudad del Cusco. Arequipa-Peru. 2019. 196p. trabajo de Grado. Universidad Nacional San Agustin De Arequipa.

CAMPOS-LÓPEZ, O., TOLENTINO-ESLAVA, G., TOLEDO-VELÁZQUEZ, M., & TOLENTINO-ESLAVA, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. Científica, 23(1), 51-59.

MUÑOZ CEVALLOS, JL, & CANTOS MACÍAS, M. (2021). Mantenimiento centrado en la confiabilidad a equipos en industria de conservas de atún. Científica , 25 (2), 1-24.

DÍAZ-CONCEPCIÓN, A., VILLAR-LEDO, L., CABRERA-GÓMEZ, J., GIL-HENRÍQUEZ, AS, MATA-ALONZO, R., & RODRÍGUEZ PIÑEIRO, AJ (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de trasmisión eléctrica. Ingeniería Mecánica, 19 (3), 137-142.

ENRIQUES-GASPAR, A., DÍAZ-CONCEPCIÓN, A., VILLAR-LEDO, L., DEL CASTILLO-SERPA, A., RODRÍGUEZ-PIÑERO, AJ, & ALFONSO-ÁLVAREZ, A.

(2020). Tecnología para el análisis de criticidad de los sistemas tecnológicos en empresas biofarmacéuticas. *Ingeniería Mecánica* , 23 (1), e594.

MARRERO-HERNÁNDEZ, RA, VILALTA-ALONSO, JA, & MARTÍNEZ-DELGADO, E. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial* , XL (2), 148-160.

ALFONSO PADURA, Y., RODRÍGUEZ PIÑEIRO, AJ, GARCÍA TOL, AE, HOURNÉ CALZADA, MB, DÍAZ CONCEPCIÓN, A., & CEDRÓN PÉREZ, G. (2017). Análisis de criticidad en los sistemas mecánicos de los grupos electrógenos. *Ingeniería Energética* , XXXVIII (3), 224-230.

DE LA CRUZ-ARAGONESES, MDL, NÁPOLES-GARCÍA, M., GONZÁLEZ-SUÁREZ, E., MORALES-HERNÁNDEZ, Y., & MORALES-ZAMORA, M. (2017). Procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento centrado en la confianza para la reconversión de la industria azucarera en el contexto cubano. *Tecnología Química*, XXXVII (1), 77-92.

ANEXO A. FICHAS DE LOS EQUIPOS

Tabla 17 Ficha de equipo GM105-CT-B-101

FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00	
		Página	1 de 1	
CÓDIGO	GM105-CT-B-101	EQUIPO	Electrobomba centrífuga CP660	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: PEDROLLO		AÑO: 2014		
DIRECCIÓN:	Km 1.1 Via Siberia, Entrada Parque La Florida Cota Cundinamarca - Colombia			
TELÉFONOS: 318 2106420 018000115098				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Electrobomba centrífuga diseñada para bombear agua limpia, sin partículas abrasivas y líquidos químicamente no agresivos con los materiales que constituyen la bomba.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
Fase	Trifásica			
Potencia	1.5 kW 2 HP			
VALORES DE REFERENCIA				
Q l/min	H m	T max		
10 ÷ 130	47.5 ÷ 28	90°C		
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICA				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.		Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS		
CORRECTIVO		PREVENTIVO		
CONDICIONAL		CORRECTIVO		
SISTEMÁTICO		INSPECCIONES		
ALTA DISPONIBILIDAD		OVERHAUL		
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 18 Ficha equipo GM105-CT-D-101

CÓDIGO		EQUIPO		Disyuntor - SIEMENS SIRIUS 3RV1021-4DA10	
GM105-CT-D-101					
DATOS DEL EQUIPO Fabricante: SIEMENS AÑO: 2014 DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono: TELÉFONOS: 01 8000 518 884					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Un disyuntor o más conocido como breaker o "taco" es un mecanismo eléctrico que permite o no el paso de corriente eléctrica. Es la protección del motor.					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Corriente nominal		100 A			
Tensión nominal		690 V			
Frecuencia de conmutación MAX		15 OPERACIONES/HORA			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: IMPORTANTE					
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	
C PRESCINDIBLE	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.				
	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento	
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO X CONDICIONAL SISTEMÁTICO ALTA DISPONIBILIDAD		¿MTO. LEGAL? SI NO X		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO CORRECTIVO INSPECCIONES OVERHAUL	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha	



Fuente: Autor

Tabla 19 Ficha equipo GM105-CT-FV-101

CÓDIGO		EQUIPO		Ficha de Equipo		Código	HLB-01 v.00
GM105-CT-FV-101		Válvula con actuador neumático PRISMA P15		Página		1 de 1	
DATOS DEL EQUIPO							
Fabricante: MECÁNICA PRISMA S.L. AÑO: 2014							
DIRECCIÓN: Polígono Industrial Sota el Moli 08160 Montmeló Barcelona (España)							
TELÉFONOS: +34 93 462 11 54							
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO							
Las válvulas son elementos de control de fluidos, también como instrumento mecánico para comenzar, finalizar o determinar la circulación o paso de líquidos o gases con una parte de la válvula que se abre, cierra o interrumpe de forma total o parcial el paso. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Angulo de Rotación 0° - 90° Presion de alimentación 8 bar maximo Temp. De funcionamiento -32°C hasta 80°C							
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO							
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento			
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.			
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.			
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).			
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.			
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.						
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento			
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS					
CORRECTIVO		PREVENTIVO					
CONDICIONAL		CORRECTIVO					
SISTEMÁTICO		INSPECCIONES					
ALTA DISPONIBILIDAD		OVERHAUL					
Elaboró		Aprobó		Validó			
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque			
Fecha	18 de noviembre 2022	Fecha		Fecha			

Fuente: Autor

Tabla 20 Ficha equipo GM105-CT-LC-101

CÓDIGO		EQUIPO		Código	HLB-01 v.00
GM105-CT-LC-101				Página	1 de 1
DATOS DEL EQUIPO					
Fabricante: SIEMENS				AÑO: 2014	
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono			
TELÉFONOS: 01 8000 518 884					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
Controlador Lógico Programable es un autómata utilizado en la instrumentación industrial para automatizar y controlar procesos en máquinas a partir de la lectura de entradas y generación de señales de salida en tiempo real para la tarea que sea necesitada.					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Comunicación		Ethernet/profinet integrado, módulos compatibles.			
Entradas digitales		14 entradas tipo: sumidero/fuente			
Salidas digitales		10 salidas tipo relé:			
Entradas analógicas		2 entradas Tipo: tensión (unipolares)			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO					
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.				
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento	
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO	
CONDICIONAL		NO		CORRECTIVO	
SISTEMÁTICO		X		INSPECCIONES	
ALTA DISPONIBILIDAD				OVERHAUL	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha: 18 de noviembre 2022		Fecha:		Fecha:	



Fuente: Autor

Tabla 21 Ficha equipo GM105-CT-LP-101

 FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00	
		Página	1 de 1	
CÓDIGO	GM105-CT-LP-101	EQUIPO	Interrptor vibratorio SITRANS LVL 100	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS		AÑO: 2014		
DIRECCIÓN:	Autopista Medellín, Km 8,5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono			
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
SITRANS LVL100 es un sensor de nivel con horquilla vibratoria para la detección de nivel. Está diseñado para el empleo industrial en todas las ramas de la ingeniería de procesos y puede emplearse en líquidos. Aplicaciones típicas son protección contra rebose y marcha en seco				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
frecuencia mecánica de resonancia de aproximadamente 1100 Hz. Tensión de trabajo: 9,6 ... 35 V DC				
VALORES DE REFERENCIA				
Lámparas de control (LED)				
VERDE Alimentación de tensión conectada	AMARRILLO Elemento vibratorio cubierto	ROJO Fallo		
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: PRESCINDIBLE				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS		
CORRECTIVO X		¿MTO. LEGAL?		
CONDICIONAL		SI		
SISTEMÁTICO		NO X		
ALTA DISPONIBILIDAD		PREVENTIVO		
		CORRECTIVO		
		INSPECCIONES		
		OVERHAUL		
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 22 Ficha equipo GM105-CT-P-101

CÓDIGO		EQUIPO		Posicionador - SIEMENS SIPART PS2 I/P 6DR5010-0NN00-0BA0																										
GM105-CT-P-101																														
DATOS DEL EQUIPO Fabricante: SIEMENS DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono TELÉFONOS: 01 8000 518 884 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO La posición actual del actuador(valvula) se detecta mediante un servo-potenciómetro y se devuelve como valor real x. La consigna y el valor real también se representan simultáneamente en el display CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Señal de salida 4 – 20 mA Presion 1.7 – 7 bar ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRITICO <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de equipo</th> <th>Seguridad y medio ambiente</th> <th>Producción</th> <th>Calidad</th> <th>Mantenimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">A CRÍTICO</td> <td>Puede originar accidente muy grave.</td> <td rowspan="3">Su parada afecta al Plan de Producción.</td> <td>Es clave para la calidad del producto.</td> <td>Alto coste de reparación en caso de avería.</td> </tr> <tr> <td>Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).</td> <td>Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.</td> <td>Averías muy frecuentes.</td> </tr> <tr> <td>Ha producido accidentes en el pasado.</td> <td>Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).</td> </tr> <tr> <td>B IMPORTANTE</td> <td>Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.</td> <td>Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).</td> <td>Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.</td> <td>Coste Medio en Mantenimiento.</td> </tr> <tr> <td>C PRESCINDIBLE</td> <td>Poca influencia en seguridad.</td> <td>Poca influencia en producción.</td> <td>No afecta a la calidad.</td> <td>Bajo coste de Mantenimiento</td> </tr> </tbody> </table>						Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).	Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	Ha producido accidentes en el pasado.	Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento																										
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.																										
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.																										
	Ha producido accidentes en el pasado.		Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).																											
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.																										
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento																										
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO CONDICIONAL SISTEMÁTICO X ALTA DISPONIBILIDAD		¿MTO. LEGAL? SI NO X		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO CORRECTIVO INSPECCIONES OVERHAUL																										
Elaboró		Aprobó		Validó																										
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque																										
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha																										

Fuente: Autor

Tabla 23 Ficha equipo GM105-CT-PT-101

CÓDIGO		EQUIPO		Código HLB-01 v.00 Página 1 de 1	
GM105-CT-PT-101		Sensor de presión SIEMENS 7MF1565-3CA00-1GA1			
DATOS DEL EQUIPO					
Fabricante: SIEMENS				AÑO: 2014	
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono			
TELÉFONOS: 01 8000 518 884					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
Este sensor de presión se utiliza para medir la presión relativa y absoluta de gases y líquidos					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Presion relativa		0 – 10 bar			
Salida		4 – 20 mA			
Alimentación		7 – 33 V DC			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: PRESCINDIBLE					
Tipo de equipo		Seguridad y medio ambiente		Producción	
A CRÍTICO		Puede originar accidente muy grave. Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales). Ha producido accidentes en el pasado.		Su parada afecta al Plan de Producción.	
B IMPORTANTE		Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.		Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	
C PRESCINDIBLE		Poca influencia en seguridad.		Poca influencia en producción.	
Calidad		Mantenimiento			
Es clave para la calidad del producto.		Alto costo de reparación en caso de avería.			
Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.		Averías muy frecuentes.			
Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.		Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).			
No afecta a la calidad.		Coste Medio en Mantenimiento.			
Bajo coste de Mantenimiento					
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
CORRECTIVO X		SI		PREVENTIVO	
CONDICIONAL		NO X		CORRECTIVO	
SISTEMATICO				INSPECCIONES	
ALTA DISPONIBILIDAD				OVERHAUL	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha	



Fuente: Autor

Tabla 24 Ficha equipo GM105-CT-TT-101

CÓDIGO		GM105-CT-TT-101		EQUIPO		Sensor de temperatura PT-100 tipo B RS PRO	
DATOS DEL EQUIPO							
Fabricante: OMRON EUROPE B.V				AÑO: 2014			
DIRECCIÓN:				Wegalaan 67-69, NL-2132 JD, Hoofddorp, Países Bajos			
TELÉFONOS: +31 23 568 13 00							
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO							
los sensores de temperatura son instrumentos que convierten una señal analógica de temperatura en una señal eléctrica y con el fin de ser procesadas para un uso específico.							
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES							
Números de cables				4 cables			
Rango de temperatura				-50°C a 400°C			
Tipo de sensor				PT100			
Tipo de terminación				Cabezal de conexión			
Materia de sonda				Aceri inoxidable 316L			
Precisión				Clase B			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: PRESCINDIBLE							
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento			
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.			
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.			
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).			
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento			
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS			
CORRECTIVO X		SI		PREVENTIVO			
CONDICIONAL		NO X		CORRECTIVO			
SISTEMATICO				INSPECCIONES			
ALTA DISPONIBILIDAD				OVERHAUL			
Elaboró		Aprobó		Validó			
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque			
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha			

Fuente: Autor

Tabla 25 Ficha equipo GM105-CT-VA-101

CÓDIGO		FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00
GM105-CT-VA-101		EQUIPO		Página	1 de 1
VARIADOR - SIEMENS SINAMICS V20					
DATOS DEL EQUIPO					
Fabricante: SIEMENS				AÑO: 2014	
DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono					
TELÉFONOS: 01 8000 518 884					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
Los variadores son elementos que controlan la frecuencia de alimentación dada para ejercer control en motores de corriente alterna.					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Rango de potencia				0,12 A 15 KW	
Tensión de alimentación				1AC 200V - 240V, 3AC 380V - 480 V 47-63H	
Metodo de control				Lineal, cuadrático, con regulacion de flujo.	
Entradas/Salidas				4 entradas digitales, 2 entradas análogas, 1 relé 1 transistor, 1 salida analógica.	
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO					
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento	
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO	
CONDICIONAL		NO		CORRECTIVO	
SISTEMATICO		X		INSPECCIONES	
ALTA DISPONIBILIDAD				OVERHAUL	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha	



Fuente: Autor

Tabla 26 Ficha equipo GM-CT-HMI-101

CÓDIGO		GM-CT-HMI-101	EQUIPO	PANTALLA HMI SIEMENS KPT700 Basic
 FICHA DE EQUIPO Código HLB-01 v.00 Página 1 de 1				
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS			AÑO: 2014	
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono		
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
Un panel es un elemento que permite la interacción mediante un interfaz humano máquina, pudiendo ingresar acciones de mando y observar cómo va el proceso ejecutado en tiempo real.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
Tamaño de pantalla		7"		
Resolución		800X400 Px		
Dimensiones frontales		215 X 158 mm		
Memoria de usuario		10 MB		
				
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: IMPORTANTE				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ☒ X CONDICIONAL ☐ SISTEMATICO ☐ ALTA DISPONIBILIDAD ☐		¿MTO. LEGAL? SI ☐ NO ☒ X		
		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO ☐ CORRECTIVO ☐ INSPECCIONES ☐ OVERHAUL ☐		
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 27 Ficha equipo PT204-CN-D-101

 FICHA DE EQUIPO		Código HLB-01 v.00 Página 1 de 1		
CÓDIGO	PT204-CN-D-101	EQUIPO		
		Disyuntor - SIEMENS SIRIUS 3RV1021-4DA10		
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS		AÑO: 2014		
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono		
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
Un disyuntor o más conocido como breaker o "taco" es un mecanismo eléctrico que permite o no el paso de corriente eléctrica. Es la protección del motor.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
Corriente nominal	100 A			
Tensión nominal	690 V			
Frecuencia de conmutación MAX	15 OPERACIONES/HORA			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: IMPORTANTE				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS		
CORRECTIVO	☒	PREVENTIVO		
CONDICIONAL	☐	CORRECTIVO		
SISTEMÁTICO	☐	INSPECCIONES		
ALTA DISPONIBILIDAD	☐	OVERHAUL		
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha



Fuente: Autor

Tabla 28 Ficha equipo PT204-CN-FV-101

 FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00	
		Página	1 de 1	
CÓDIGO	PT204-CN-FV-101	EQUIPO	Válvula - ART PACS063	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: A.R.T NEUTAMITC		AÑO: 2014		
DIRECCIÓN: Calle 17a #69-07 Bogotá, Cundinamarca Colombia				
TELÉFONOS: 318 2106420				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Las válvulas son elementos de control de fluidos, también como instrumento mecánico para comenzar, finalizar o determinar la circulación o paso de líquidos o gases con una parte de la válvula que se abre, cierra o interrumpe de forma total o parcial el paso.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Tipo: Cremallera. Tipo de actuador: Rotativo. Material: Acero inoxidable.				
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRECINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS
CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO
CONDICIONAL		NO		CORRECTIVO
SISTEMATICO		X		INSPECCIONES
ALTA DISPONIBILIDAD		X		OVERHAUL
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma		Firma		Firma
Jesús David Castro López		Oscar Manuel Duque		Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 29 Ficha equipo PT204-CN-HMI-101

 FICHA DE EQUIPO		Código HLB-01 Página v.00 1 de 1		
CÓDIGO	PT204-CN-HMI-101	EQUIPO	PANTALLA HMI SIEMENS KPT700 Basic	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS				
AÑO: 2014				
DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono				
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
Un panel es un elemento que permite la interacción mediante un interfaz humano máquina, pudiendo ingresar acciones de mando y observar cómo va el proceso ejecutado en tiempo real.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
Tamaño de pantalla		7"		
Resolución		800X400 Px		
Dimensiones frontales		215 X 158 mm		
Memoria de usuario		10 MB		
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: IMPORTANTE				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ☒ X CONDICIONAL ☐ SISTEMATICO ☐ ALTA DISPONIBILIDAD ☐		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO ☐ CORRECTIVO ☐ INSPECCIONES ☐ OVERHAUL ☐		
¿MTO. LEGAL? SI ☐ NO ☒ X				
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 30 Ficha equipo PT204-CN-LC-101

FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00	
		Página	1 de 1	
CÓDIGO	PT204-CN-LC-101	EQUIPO	PLC – Simatic S7-1200	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS		AÑO: 2014		
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono		
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
Controlador Lógico Programable es un autómata utilizado en la instrumentación industrial para automatizar y controlar procesos en máquinas a partir de la lectura de entradas y generación de señales de salida en tiempo real para la tarea que sea necesitada.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
Comunicación	Ethernet/profinet integrado, módulos compatibles.			
Entradas digitales	14 entradas tipo: sumidero/fuente			
Salidas digitales	10 salidas tipo relé:			
Entradas analógicas	2 entradas Tipo: tensión (unipolares)			
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS		
CORRECTIVO		¿MTO. LEGAL?		
CONDICIONAL		SI		
SISTEMÁTICO		NO		
ALTA DISPONIBILIDAD		X		
		PREVENTIVO		
		CORRECTIVO		
		INSPECCIONES		
		OVERHAUL		
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha



Fuente: Autor

Tabla 31 Ficha equipo PT204-CN-LP-101

 FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00	
		Página	1 de 1	
CÓDIGO	PT204-CN-LP-101	EQUIPO	Interrupor vibratorio SITRANS LVL 100	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS				AÑO: 2014
DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono				
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
SITRANS LVL100 es un sensor de nivel con horquilla vibratoria para la detección de nivel. Está diseñado para el empleo industrial en todas las ramas de la ingeniería de procesos y puede emplearse en líquidos. Aplicaciones típicas son protección contra rebose y marcha en seco CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES frecuencia mecánica de resonancia de aproximadamente 1100 Hz. Tensión de trabajo: 9,6 ... 35 V DC				
VALORES DE REFERENCIA				
Lámparas de control (LED)				
VERDE	AMARRILLO	ROJO		
Alimentación de tensión conectada	Elemento vibratorio cubierto	Fallo		
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: PRESCINDIBLE				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afectará al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
C PRESCINDIBLE	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO		SUBCONTRATOS NECESARIOS		
CORRECTIVO	X	¿MTO. LEGAL? SI NO X	PREVENTIVO	
CONDICIONAL			CORRECTIVO	
SISTEMÁTICO			INSPECCIONES	
ALTA DISPONIBILIDAD			OVERHAUL	
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 32 Ficha equipo PT204-CN-LT-101

CÓDIGO		EQUIPO		Código	HLB-01 v.00
PT204-CN-LT-101		Sensor diferencial de presión - SIEMENS 7MF1641		Página	1 de 1
DATOS DEL EQUIPO Fabricante: SIEMENS AÑO: 2014 DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono TELÉFONOS: 01 8000 518 884					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Un sensor de presión diferencial es un elemento de instrumentación que mediante la medición de presión en dos puntos separados por una placa orificio, para medir el caudal o incremento/decremento de presión la bomba.					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Señal de salida 4 – 20 mA Alimentación 11-33 V DC Rango de Medición 0 – 0.25 bar					
VALORES DE REFERENCIA Temperatura ambiente -15 ...+ 85 °C (5 ... 185 °F)					
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: IMPORTANTE					
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.				
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento	
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ☒ CONDICIONAL ☐ SISTEMÁTICO ☐ ALTA DISPONIBILIDAD ☐		¿MTO. LEGAL? SI ☐ NO ☒		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO ☐ CORRECTIVO ☐ INSPECCIONES ☐ OVERHAUL ☐	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha	



Fuente: Autor

Tabla 33 Ficha equipo PT204-CN-LT-102

CÓDIGO		PT204-CN-LT-102		EQUIPO		Sensor de nivel ultrasónico - SIEMENS THE PROBE	
DATOS DEL EQUIPO Fabricante: SIEMENS AÑO: 2014 DIRECCIÓN: Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono TELÉFONOS: 01 8000 518 884							
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO Son sensores que permiten determinar un nivel de proximidad o mediante un arreglo matemático determinar una altura o nivel desconocido, emitiendo un sonido y recibiendo el eco con el que tarda en regresar midiendo y convirtiendo esto en una señal eléctrica.							
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES							
Señal de salida				4 – 20 mA			
Alimentación				18 – 30 V DC, MAX 0.2A			
Alcance máximo				0.25 - 5 m (0.8 – 16.4 pies)			
VALORES DE REFERENCIA Temperatura ambiente -40 ...+ 60 °C							
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: IMPORTANTE							
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento			
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.			
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.			
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).			
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento			
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ☒ X CONDICIONAL ☐ SISTEMÁTICO ☐ ALTA DISPONIBILIDAD ☐		¿MTO. LEGAL? SI ☐ NO ☒ X		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO ☐ CORRECTIVO ☐ INSPECCIONES ☐ OVERHAUL ☐			
Elaboró		Aprobó		Validó			
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque			
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha			

Fuente: Autor.

Tabla 34 Ficha equipo PT204-CN-P-101

FICHA DE EQUIPO		Código	HLB-01 v.00	
		Página	1 de 1	
CÓDIGO	PT204-CN-P-101	EQUIPO	Posicionador - SIEMENS SIPART PS2 I/P 6DR5010-0NN00-0BA0	
DATOS DEL EQUIPO				
Fabricante: SIEMENS		AÑO: 2014		
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono		
TELÉFONOS: 01 8000 518 884				
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
La posición actual del actuador(valvula) se detecta mediante un servo-potenciómetro y se devuelve como valor real x. La consigna y el valor real también se representan simultáneamente en el display				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
Señal de salida		4 – 20 mA		
Presion		1.7 – 7 bar		
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO				
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO CONDICIONAL SISTEMÁTICO ☒ ALTA DISPONIBILIDAD		¿MTO. LEGAL? SI NO ☒	SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO CORRECTIVO INSPECCIONES OVERHAUL	
Elaboró		Aprobó	Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 35 Ficha equipo PT204-CN-VA-101

CÓDIGO		EQUIPO		Código	HLB-01 v.00
PT204-CN-VA-101		Variador - SIEMENS SINAMICS V20		Página	1 de 1
DATOS DEL EQUIPO					
Fabricante: SIEMENS				AÑO: 2014	
DIRECCIÓN:		Autopista Medellín, Km 8.5 Costado Sur Tenjo - Cundinamarca Colombia Teléfono			
TELÉFONOS: 01 8000 518 884					
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
Los variadores son elementos que controlan la frecuencia de alimentación dada para ejercer control en motores de corriente alterna.					
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES					
Rango de potencia		0,12 A 15 KW			
Tensión de alimentación		1AC 200V - 240V, 3AC 380V - 480 V 47-63H			
Metodo de control		Lineal, cuadrático, con regulacion de flujo.			
Entradas/Salidas		4 entradas digitales, 2 entradas análogas, 1 relé 1 transistor, 1 salida analógica.			
					
ANÁLISIS DE CRITICIDAD: CRÍTICO					
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento	
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.	
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.				
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento	
MODELO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ☐ CONDICIONAL ☐ SISTEMÁTICO ☒ ALTA DISPONIBILIDAD ☐		¿MTO. LEGAL? SI ☐ NO ☒		SUBCONTRATOS NECESARIOS PREVENTIVO ☐ CORRECTIVO ☐ INSPECCIONES ☐ OVERHAUL ☐	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesús David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

ANEXO B. TABLAS DE FALLAS FUNCIONALES, TÉCNICAS Y MODOS DE FALLA

Tabla 36 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de nivel subsistema Control

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204	Subsistema	Control
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de nivel		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
PLC – Simatic S7-1200	Funcional	El banco no está funcionando		Los actuadores no están recibiendo la señal del controlador. No reacciona a la información enviada desde los sensores	A evitar
Variador - SIEMENS SINAMICS V20	Funcional	No se está controlando la frecuencia de la alimentación alterna de la electrobomba.		El flujo del agua no es el enviado por el PLC	A evitar
Posicionador - SIEMENS SIPART	Funcional	No controla la válvula de flujo de líquido		La válvula no es accionada	A evitar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 37 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de nivel subsistema Electrico

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204	Subsistema	Electrico
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de nivel		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
Electrobomba centrifuga CP660	Funcional	El motor de la electrobomba no esta alimentando, fallo de conexión		No esta llegando el suministro del liquido para el proceso del intercambiador de calor	A evitar
	Técnico	Fallo de acoplamiento magnético		Disminución o cesa del flujo debido a cambio en la potencia del motor de la electrobomba	A amortiguar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 38 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de nivel subsistema Hidraulico

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código: MLB-01 v.00 Página: 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204	Subsistema	Hidráulico
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de nivel		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
Válvula con actuador neumático PRISMA P15	Funcional	No regula el flujo de agua por la tubería.		Encontrándose cerrada la válvula se registra paso de líquido por ella.	A evitar
	Técnico	Filtración de agua		Se evidencia un goteo frecuente en la válvula.	A amortiguar
Electrobomba centrífuga CP660	Funcional	No Suministra el agua al banco.		No hay el agua en para el proceso del intercambiador de calor	A evitar
	Técnico	Pérdida de presión en el líquido del sistema.		El manómetro evidencia una baja en el medida del presión de la tubería	A amortiguar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 39 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de temperatura subsistema Hidraulico

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código: MLB-01 v.00 Página: 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	Subsistema	Hidráulico
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de temperatura		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
Válvula con actuador neumático PRISMA P15	Funcional	No regula el flujo de agua por la tubería.		Encontrándose cerrada la válvula se registra paso de líquido por ella.	A evitar
	Técnico	Filtración de agua		Se evidencia un goteo frecuente en la válvula.	A amortiguar
Electrobomba centrífuga CP660	Funcional	No Suministra el agua al banco.		No hay el agua en para el proceso del intercambiador de calor	A evitar
	Técnico	Pérdida de presión en el líquido del sistema.		El manómetro evidencia una baja en el medida del presión de la tubería	A amortiguar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 40 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de temperatura subsistema Control

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	Subsistema	Control
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de temperatura		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
PLC – Simatic S7-1200	Funcional	El banco no está funcionando		Los actuadores no están recibiendo la señal del controlador. No reacciona a la información enviada desde los sensores	A evitar
Variador - SIEMENS SINAMICS V20	Funcional	No se está controlando la frecuencia de la alimentación alterna de la electrobomba.		El flujo del agua no es el enviado por el PLC	A evitar
Posicionador - SIEMENS SIPART	Funcional	No controla la válvula de flujo de líquido		La válvula no es accionada	A evitar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 41 Fallas Funcionales, técnicas y modos de fallos banco de control de temperatura subsistema Eléctrico

 FALLOS FUNCIONALES, TÉCNICOS Y MODOS DE FALLO Código MLB-01 v.00 Página 1 de 1					
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	Subsistema	Eléctrico
Categoría en planta	Bloque de Gramalote	Equipo	Banco de control de temperatura		
Equipo	Tipo de falla	Descripción del fallo		Descripción de modo de fallo	Clasificación
Electrobomba centrífuga CP660	Funcional	El motor de la electrobomba no esta alimentando, fallo de conexión		No esta llegando el suministro del liquido para el proceso del intercambiador de calor	A evitar
	Técnico	Fallo de acoplamiento magnético		Disminución o cese del flujo debido a cambio en la potencia del motor de la electrobomba	A amortiguar
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

ANEXO C: ACCIONES DE MANTENIMIENTO

Tabla 42 Acciones de mantenimiento GM105-CT-B-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código	ILB-01 v.00
			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Electrobomba centrífuga GM105-CT-B-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Monitorizar los cambios en el nivel de presión, ya que una disminución gradual en la presión en la tubería			Semanal	Laboratorista
Inspección visual a la electrobomba			Semanal	Laboratorista
Lubricación de los cojinetes			Semestral	Mecánico
Inspección de Fugas (escapes) por los empaques			Quincenal	Laboratorista
Verificación de temperatura			Semestral	Mecanico
Mediciones de vibración (con vibrómetro)			Semestral	Mecanico
Mediciones de consumo de corriente			Semestral	Mecanico
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 43 Acciones de mantenimiento GM105-CT-D-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código	ILB-01 v.00
			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Disyuntor de protección de motor GM105-CT-D-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 44 Acciones de mantenimiento GM105-CT-FV-101

			Código	ILB-01 v.00
ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Válvula reguladora de flujo GM105-CT-FV-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	Responsable
Inspección visual a la válvula - Inspeccionar puntos de fuga			Quincenal	Laboratorista
Verificaciones del funcionamiento de la válvula			Semanal	Laboratorista
Lubricación adecuada del sistema de engranes, accesorios de inyección y del vástago.			Mensual	Mecánico
Detección de fugas			Mensual	Mecánico
Protección anti corrosiva en el volante, accesorios y el cuerpo de la válvula			Mensual	Mecánico
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 45 Acciones de mantenimiento GM105-CT-HMI-101

			Código	ILB-01 v.00
ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Pantalla HMI GM105-CT-HMI-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista
Elaboró		Aprobó		Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 46 Acciones de mantenimiento GM105-CT-LC-101

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación Categoría en planta	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105		
	Bloque Gramalote	Equipo	PLC		
			GM105-CT-LC-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Limpieza del área			Semanal	laboratorista	
Inspeccionar visualmente cableado			Mensual	laboratorista	
Verificación de funcionamiento en el banco			Mensual	laboratorista	
verificación de señales de entrada/salida			Semestral	Instrumentista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 47 Acciones de mantenimiento GM105-CT-LP-101

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación Categoría en planta	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105		
	Bloque Gramalote	Equipo	Interruptor vibratorio		
			GM105-CT-LP-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista	
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 48 Acciones de mantenimiento GM105-CT-PT-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código	ILB-01 v.00
			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Sensor de presión GM105-CT-PT-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista
Elaboró		Aprobó	Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha	Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 49 Acciones de mantenimiento GM105-CT-TT-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código	ILB-01 v.00
			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Sensor de temperatura GM105-CT-TT-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista
Elaboró		Aprobó	Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha	Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 50 Acciones de mantenimiento GM105-CT-VA-101

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	GM-105		
Categoría en planta	Bloque Gramalote	Equipo	Variador de frecuencia		
			GM105-CT-VA-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Limpieza del área			Semanal	laboratorista	
Inspeccionar visualmente cableado			Mensual	laboratorista	
Verificación de funcionamiento en el banco			Mensual	laboratorista	
Medición de consumo de corriente			Semestral	Electricista	
Medición de temperatura			Semestral	Mecánico	
Verificación de los voltajes			Semestral	Electricista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma		Firma		Firma	
Jesus David Castro López		Oscar Manuel Duque		Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 51 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-B-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO				Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Electrobomba centrífuga		
			PT204-CN-B-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Monitorizar los cambios en el nivel de presión, ya que una disminución gradual en la presión en la tubería			Semanal	Laboratorista	
Inspección visual a la electrobomba			Semanal	Laboratorista	
Lubricación de los cojinetes			Semestral	Mecanico	
Inspección de Fugas (escapes) por los empaques			Quincenal	Laboratorista	
Verificación de temperatura			Semestral	Mecanico	
Mediciones de vibración (con vibrómetro)			Semestral	Mecanico	
Mediciones de consumo de corriente			Semestral	Mecanico	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 52 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-D-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
		Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Disyuntor de protección de motor
		PT204-CN-D-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección visual		Quincenal	Laboratorista
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco		Quincenal	Laboratorista
Elaboró		Aprobó	Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 53 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-FV-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
		Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204
Categoría en planta	Bloque Los Patios	Equipo	Válvula reguladora de flujo
		PT204-CN-FV-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD		FRECUENCIA	Responsable
Inspección visual a la válvula - Inspeccionar puntos de fuga		Quincenal	Laboratorista
Verificaciones del funcionamiento de la válvula		Semanal	Laboratorista
Lubricación adecuada del sistema de engranes, accesorios de inyección y del vástago.		Mensual	Mecánico
Detección de fugas		Mensual	Mecánico
Protección anti corrosiva en el volante, accesorios y el cuerpo de la válvula		Mensual	Mecánico
Elaboró		Aprobó	Validó
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 54 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-HMI-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código	ILB-01 v.00
			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204	
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Pantalla HMI	
			PT204-CN-HMI-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista
Elaboró		Aprobó	Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 55 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LC-101

 ACCIONES DE MANTENIMIENTO			Código	ILB-01 v.00
			Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204	
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	PLC	
			PT204-CN-LC-101	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE
Limpieza del área			Semanal	laboratorista
Inspeccionar visualmente cableado			Mensual	laboratorista
Verificación de funcionamiento en el banco			Mensual	laboratorista
verificación de señales de entrada/salida			Semestral	Instrumentista
Elaboró		Aprobó	Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque	Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha

Fuente: Autor

Tabla 56 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LP-101

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Interruptor vibratorio		
			PT204-CN-LP-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista	
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma		Firma		Firma	
Jesus David Castro López		Oscar Manuel Duque		Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 57 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LT-101

		Código		ILB-01 v.00	
ACCIONES DE MANTENIMIENTO					
		Página		1 de 1	
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Sensor diferencial de presión		
			PT204-CN-LT-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista	
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma		Firma		Firma	
Jesus David Castro López		Oscar Manuel Duque		Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 58 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-LT-102

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Sensor de nivel ultrasónico PT204-CN-LT-102		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Inspección visual			Quincenal	Laboratorista	
Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Quincenal	Laboratorista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 59 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-P-101

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Posicionador PT204-CN-P-101		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Limpieza del área			Semanal	laboratorista	
Inspeccionar visualmente cableado			Mensual	laboratorista	
Verificación de funcionamiento en el banco			Mensual	laboratorista	
Limpieza de los filtros			Mensual	Laboratorista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma Jesus David Castro López		Firma Oscar Manuel Duque		Firma Oscar Manuel Duque	
Fecha 18 de Noviembre 2022		Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

Tabla 60 Acciones de mantenimiento PT-204-CN-VA-101

		ACCIONES DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-01 v.00
				Página	1 de 1
Instalación	Sede de villa del Rosario	Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque los Patios	Equipo	Variador de frecuencia		
		PT204-CN-VA-101			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD			FRECUENCIA	RESPONSABLE	
Limpieza del área			Semanal	laboratorista	
Inspeccionar visualmente cableado			Mensual	laboratorista	
Verificación de funcionamiento en el banco			Mensual	laboratorista	
Medición de consumo de corriente			Semestral	Electricista	
Medición de temperatura			Semestral	Mecánico	
Verificación de los voltajes			Semestral	Electricista	
Elaboró		Aprobó		Validó	
Firma		Firma		Firma	
Jesus David Castro López		Oscar Manuel Duque		Oscar Manuel Duque	
Fecha	18 de Noviembre 2022	Fecha		Fecha	

Fuente: Autor

ANEXO D: ORDENES DE TRABAJO

Tabla 61 Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Semestral

				Código ILB-02 v.00	
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO				Página 1 de 1	
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona	   
N° Orden de trabajo	SM-01		FRECUENCIA	SEMESTRAL	
Instalación	Sede de villa del Rosario		Sección	PT-204	
Categoría en planta	Bloque Los Patios		Equipo	BANCO DE CONTROL DE NIVEL	
Actividades generales al banco				Responsable	
Limpieza de la zona				Laboratorista	
Comprobación de la sujeción de los equipos					
Revisiones de acuerdo con normativas legales					
Comprobar que los manómetros					
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento			Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO SI NO
PT204-CN-LC-101	verificación de señales de entrada/salida			Instrumentista	
PT204-CN-VA-101	Medición de consumo de corriente			Electricista	
PT204-CN-VA-101	Medición de temperatura			Mecánico	
PT204-CN-VA-101	Verificación de los voltajes			Electricista	
PT204-CN-B-101	Verificación de temperatura			Mecanico	
PT204-CN-B-101	Mediciones de vibración (con vibrómetro)			Mecanico	
PT204-CN-B-101	Mediciones de consumo de corriente			Mecanico	
Director de mantenimiento		Responsable 1		Responsable 2	
Firma		Firma		Firma	
Nombre		Nombre		Nombre	

Fuente: Autor

Tabla 62 Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia Semestral

				Código		ILB-02 v.00	
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO							
Página		1 de 1					
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona		    	
N° Orden de trabajo	SM-02			FRECUENCIA	SEMESTRAL		
Instalación	Sede de villa del Rosario			Sección	GM-105		
Categoría en planta	Bloque Gramalote			Equipo	BANCO DE CONTROL DE TEMPERATURA		
Actividades generales al banco					Responsable		
Limpieza de la zona					Laboratorista		
Comprobación de la sujeción de los equipos							
Revisiones de acuerdo con normativas legales							
Comprobar que los manómetros							
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento				Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO	
						SI	NO
GM105-CT-LC-101	verificación de señales de entrada/salida				Instrumentista		
GM105-CT-VA-101	Medición de consumo de corriente				Electricista		
GM105-CT-VA-101	Medición de temperatura				Mecánico		
GM105-CT-VA-101	Verificación de los voltajes				Electricista		
GM105-CT-B-101	Verificación de temperatura				Mecanico		
GM105-CT-B-101	Mediciones de vibración (con vibrómetro)				Mecanico		
GM105-CT-B-101	Mediciones de consumo de corriente				Mecanico		
Director de mantenimiento		Responsable 1			Responsable 2		
Firma		Firma			Firma		
Nombre		Nombre		Nombre		Nombre	

Fuente: Autor

Tabla 63 Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Mensual

				ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-02 v.00
						Página	1 de 1
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección personal			
Nº Orden de trabajo	M-01			FRECUENCIA	MENSUAL		
Instalación	Sede de villa del Rosario			Sección	PT-204		
Categoría en planta	Bloque Los Patios			Equipo	BANCO DE CONTROL DE NIVEL		
Actividades generales al banco						Responsable	
Limpieza de la zona						Laboratorista	
Comprobación de la sujeción de los equipos							
Revisiones de acuerdo con normativas legales							
Comprobar que los manómetros							
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento				Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO	
						SI	NO
PT204-CN-LC-101	Inspeccionar visualmente cableado				Laboratorista		
PT204-CN-LC-101	Verificación de funcionamiento en el banco				Laboratorista		
PT204-CN-FV-101	Lubricación adecuada del sistema de engranes, accesorios de inyección y del vástago				Mecánico		
PT204-CN-FV-101	Detección de fugas				Mecánico		
PT204-CN-FV-101	Protección anti corrosiva en el volante, accesorios y el cuerpo de la válvula				Mecánico		
PT204-CN-P-101	Inspeccionar visualmente cableado				Laboratorista		
PT204-CN-P-101	Verificación de funcionamiento en el banco				Laboratorista		
PT204-CN-P-101	Limpieza de los filtros				Laboratorista		
PT204-CN-VA-101	Inspeccionar visualmente cableado				Laboratorista		
PT204-CN-VA-101	Verificación de funcionamiento en el banco				Laboratorista		
Director de mantenimiento		Responsable 1		Responsable 2			
Firma		Firma		Firma			
Nombre		Nombre		Nombre			

Fuente: Autor

Tabla 64 Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia Mensual

				Código		ILB-02 v.00	
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO							
Página		1 de 1					
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona		    	
Nº Orden de trabajo	M-02			FRECUENCIA		MENSUAL	
Instalación	Sede de villa del Rosario			Sección		GM-105	
Categoría en planta	Bloque Gramalote			Equipo		BANCO DE CONTROL DE TEMPERATURA	
Actividades generales al banco						Responsable	
Limpieza de la zona						Laboratorista	
Comprobación de la sujeción de los equipos							
Revisiones de acuerdo con normativas legales							
Comprobar que los manómetros							
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento				Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO SI NO	
GM105-CT-LC-101	Inspeccionar visualmente cableado				Laboratorista		
GM105-CT-LC-101	Verificación de funcionamiento en el banco				Laboratorista		
GM105-CT-FV-101	Lubricación adecuada del sistema de engranes, accesorios de inyección y del vástago				Mecánico		
GM105-CT-FV-101	Detección de fugas				Mecánico		
GM105-CT-FV-101	Protección anti corrosiva en el volante, accesorios y el cuerpo de la válvula				Mecánico		
GM105-CT-P-101	Inspeccionar visualmente cableado				Laboratorista		
GM105-CT-P-101	Verificación de funcionamiento en el banco				Laboratorista		
GM105-CT-P-101	Limpieza de los filtros				Laboratorista		
GM105-CT-VA-101	Inspeccionar visualmente cableado				Laboratorista		
GM105-CT-VA-101	Verificación de funcionamiento en el banco				Laboratorista		
Director de mantenimiento				Responsable 1		Responsable 2	
Firma				Firma		Firma	
Nombre				Nombre		Nombre	

Fuente: Autor

Tabla 65 Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Quincenal

				Código ILB-02 v.00	
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO					
Página 1 de 1					
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona	    
N° Orden de trabajo	Q-01		FRECUENCIA	QUINCENAL	
Instalación	Sede de villa del Rosario		Sección	PT-204	
Categoría en planta	Bloque Los Patios		Equipo	BANCO DE CONTROL DE NIVEL	
Actividades generales al banco				Responsable	
Limpieza de la zona				Laboratorista	
Comprobación de la sujeción de los equipos					
Revisiones de acuerdo con normativas legales					
Comprobar que los manómetros					
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento			Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO SI NO
PT204-CN-D-101	Inspección visual			Laboratorista	
PT204-CN-D-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Laboratorista	
PT204-CN-HMI-101	Inspección visual			Laboratorista	
PT204-CN-HMI-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Laboratorista	
PT204-CN-LT-101	Inspección visual			Laboratorista	
PT204-CN-LT-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Laboratorista	
PT204-CN-LT-102	Inspección visual			Laboratorista	
PT204-CN-LT-102	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco			Laboratorista	
PT204-CN-B-101	Inspección de Fugas (escapes) por los empaques			Laboratorista	
Director de mantenimiento		Responsable 1		Responsable 2	
Firma		Firma		Firma	
Nombre		Nombre		Nombre	

Fuente: Autor

Tabla 66 Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia quincenal

				Código		ILB-02 v.00							
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO													
FECHA <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>M</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				A	M	D				Utilice siempre los elementos de protección persona			
A	M	D											
N° Orden de trabajo		Q-02		FRECUENCIA		QUINCENAL							
Instalación		Sede de villa del Rosario		Sección		GM-105							
Categoría en planta		Bloque Gramalote		Equipo		BANCO DE CONTROL DE TEMPERATURA							
Actividades generales al banco						Responsable							
Limpieza de la zona						Laboratorista							
Comprobación de la sujeción de los equipos													
Revisiones de acuerdo con normativas legales													
Comprobar que los manómetros													
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento				Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO <table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> </table>		SI	NO				
SI	NO												
GM105-CT-D-101	Inspección visual				Laboratorista								
GM105-CT-D-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco				Laboratorista								
GM105-CT-HMI-101	Inspección visual				Laboratorista								
GM105-CT-HMI-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco				Laboratorista								
GM105-CT-TT-101	Inspección visual				Laboratorista								
GM105-CT-TT-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco				Laboratorista								
GM105-CT-PT-101	Inspección visual				Laboratorista								
GM105-CT-PT-101	Verificación de lectura del sensor en funcionamiento del banco				Laboratorista								
GM105-CT-B-101	Inspección de Fugas (escapes) por los empaques				Laboratorista								
Director de mantenimiento				Responsable 1		Responsable 2							
Firma				Firma		Firma							
Nombre				Nombre		Nombre							

Fuente: Autor

Tabla 67 Orden de Trabajo Banco de control de nivel, Frecuencia Semanal

				ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		Código	ILB-02 v.00		
						Página	1 de 1		
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona					
N° Orden de trabajo		SN-01		FRECUENCIA		SEMANAL			
Instalación		Sede de villa del Rosario		Sección		PT-204			
Categoría en planta		Bloque Los Patios		Equipo		BANCO DE CONTROL DE NIVEL			
Actividades generales al banco						Responsable			
Limpieza de la zona						Laboratorista			
Comprobación de la sujeción de los equipos									
Revisiones de acuerdo con normativas legales									
Comprobar que los manómetros									
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento					Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO <table border="1"> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO								
PT204-CN-FV-101	Verificaciones del funcionamiento de la válvula					Laboratorista			
PT204-CN-B-101	Monitorizar los cambios en el nivel de presión								
	Inspección visual a la electrobomba								
Director de mantenimiento			Responsable 1			Responsable 2			
Firma			Firma			Firma			
Nombre			Nombre			Nombre			

Fuente: Autor

Tabla 68 Orden de Trabajo Banco de control de temperatura, Frecuencia semanal

 ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO				Código	ILB-02 v.00		
				Página	1 de 1		
FECHA	A	M	D	Utilice siempre los elementos de protección persona	    		
N° Orden de trabajo	SN-02		FRECUENCIA	SEMANAL			
Instalación	Sede de villa del Rosario		Sección	GM-105			
Categoría en planta	Bloque Gramalote		Equipo	BANCO DE CONTROL DE TEMPERATURA			
Actividades generales al banco				Responsable			
Limpieza de la zona				Laboratorista			
Comprobación de la sujeción de los equipos							
Revisiones de acuerdo con normativas legales							
Comprobar que los manómetros							
Código Equipo	Descripción acción de mantenimiento			Responsable	MAQUE CON UNA "X" TRABAJO TERMINADO <table border="1"> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </table>	SI	NO
SI	NO						
GM105-CT-FV-101	Verificaciones del funcionamiento de la válvula			Laboratorista			
GM105-CT-B-101	Monitorizar los cambios en el nivel de presión						
	Inspección visual a la electrobomba						
Director de mantenimiento		Responsable 1		Responsable 2			
Firma		Firma		Firma			
Nombre		Nombre		Nombre			

Fuente: Autor