

**ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIONES Y EQUIPOS DE
LABORATORIOS (DIFRACCIÓN DE RAYOS X,
MICROSCOPIA, GIMBA) DEL PTG.**

**ANDRÉS MAURICIO HERNÁNDEZ PINEDA
LUIS EDUARDO SANTOS COLLAZOS
JUSTO LUIS DEL VALLE REINA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2014**

**ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO
DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIONES Y EQUIPOS DE
LABORATORIOS (DIFRACCIÓN DE RAYOS X,
MICROSCOPIA, GIMBA) DEL PTG.**

**ANDRÉS MAURICIO HERNÁNDEZ PINEDA
LUIS EDUARDO SANTOS COLLAZOS
JUSTO LUIS DEL VALLE REINA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
JABID EDUARDO QUIROGA MÉNDEZ
Ingeniero Mecánico, Msc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIAS

A mi madre Miryam del Carmen Pineda la persona más grande en mi vida que desde el inicio tuvo fe en mí y que sin su apoyo, paciencia y amor, no hubiese culminado esta meta de mi vida...Gracias Mamá, te amo y te llevo en mi corazón por siempre.

A mi padre Jairo Alberto Hernández que con su aliento y bendiciones me alentaba para cumplir esta meta.

A Jenny González mi esposa, que sin su espera, fortaleza y amor verdadero hubiese desfallecido.

A mis profesores y compañeros que fueron como mis segundos padres y hermanos respectivamente.

A Luis y Justo, gracias colegas; vivimos, soportamos los golpes y jamás nos rendimos.....aunque los vientos de la vida soplen fuerte seremos como el junco que se dobla pero permanece erguido, así será por siempre amigos.

Andrés Mauricio Hernández Pineda

A Dios, por todas las bendiciones para lograr esta meta.

A mi madre Teresa Collazos, quien aunque ya no se encuentra a mi lado, siempre estuvo apoyándome, llenándome de fuerza, dándome su amor incondicionalmente en todo momento. Mother te extraño, este logro es para ti.

A mi padre Enrique Santos, un hombre que ha luchado incansablemente por brindarme lo mejor y que desde el inicio de este proyecto me dio todo su apoyo para que esto pudiera ser posible.

A mi hermana Arianny, mi hermano Enrique, mi cuñada Ma.Eugenia, mis sobrinos Kelly, Carol y Daniel, quienes entre consejos y risas me brindaron su energía.

A mi hermana Evelyn, con quien compartí los primeros años de mi vida y el inicio de mis estudios superiores. Tu pérdida fue un duro golpe. Ely me haces mucha falta.

A mi gran amiga Andrea Rosas y a su familia, quienes siempre han estado a mi lado desde los inicios de mi carrera.

A mis amigos Eduardo, Kalil, Bladimir y Jenny que me han apoyado siempre.

A mis amigos Shane y Álvaro quienes estuvieron pendientes, dándome ánimos.

A mis familiares, amigos y vecinos que creyeron en mis capacidades.

A mis compañeros Andrés Mauricio y Justo que entre bromas, golpes y trabajo duro obtuvimos este logro.

Luis Eduardo Santos Collazos

A Dios, por fortalecerme y acompañarme en todo momento, principalmente en los difíciles; iluminándome con su gran amor, sabiduría y bendición.

A mis padres, Luis Rafael, Ruth María y Ana Libia, quienes con su infinito apoyo moral, espiritual, amor e infinita fe, me impulsaron a obtener este objetivo.

A mis hermanos Andrés, Rocío y Sonia, que creyeron en mí.

A mi esposa Claudia Patricia y mi hijo Jesús Andrés, por su incondicional apoyo, gran fe y amor; ya que me entusiasman a seguir adelante, por el grandísimo amor que les tengo.

A mis compañeros Andrés Mauricio y Luis Eduardo, por las largas jornadas de trabajo y esfuerzo, las cuales hacen posible este triunfo, muchas gracias por la amistad.

Mil gracias a todos.

Justo Luis Del Valle Reina

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Jabid Eduardo Quiroga Méndez quien fue nuestro director de proyecto, por su paciencia, guía, confianza y apoyo que nos brindó durante el desarrollo de este trabajo.

A los directores, sus equipos de trabajo en los laboratorios y al personal adscrito del PTG con quienes trabajamos, por su colaboración para la culminación de este logro.

A los Ingenieros Omar Gélvez Arocha y Ricardo Jaimes por su respaldo y colaboración oportuna en este trabajo.

A los ingenieros Leonidas Vásquez, Adolfo León Arenas, Alfredo Parada y demás cuerpo docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica por sus valiosas enseñanzas a nuestra educación y vida.

Al cuerpo administrativo de ingeniería mecánica por su ayuda en la gestión de este trabajo.

.

Andrés Mauricio Hernández Pineda.

Luis Eduardo Santos Collazos.

Justo Luis Del Valle Reina.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	22
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
1.2 PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	25
1.3 OBJETIVOS	27
1.3.1 Objetivos Generales.....	27
1.3.2 Objetivos Específicos.....	27
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	28
2. DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	30
2.1 DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (DMT)	30
2.1.1 Funciones.....	30
2.1.2 Portafolio de servicios.....	31
3. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LOS LABORATORIOS	32
3.1 GRUPO DE INVESTIGACIONES EN MINERALES, BIOHIDROMETALURGIA Y AMBIENTE	32
3.1.1 Información general.....	32
3.1.2 Misión.....	32
3.1.3 Visión.....	33
3.2 LABORATORIO DE MICROSCOPIA	34
3.2.1 Información general.....	34
3.3 LABORATORIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X.....	34
3.3.1 Información general.....	34
3.3.2 Misión.....	35
3.3.3 Visión.....	35

4.	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL PTG	36
4.1	DESCRIPCION DEL SISTEMA	36
4.2	CONDICIONES DE DISEÑO	39
5.	CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO	40
5.1	MANTENIMIENTO	40
5.1.1	Tipos de mantenimiento.	40
5.2	INDICADORES DE CONFIABILIDAD	43
5.2.1	Confiabilidad.	43
5.2.2	Disponibilidad.....	43
5.2.3	Mantenibilidad.....	44
5.3	MODELOS DE CONFIABILIDAD	45
5.3.1	Conceptos fundamentales de confiabilidad	45
6.	ESTUDIO DE CRITICIDAD	50
6.1	ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL LABORATORIO DE GIMBA.	54
6.2	ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL LABORATORIO DE MICROSCOPIA. .	68
6.3	ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL LABORATORIO DE DIFRACCION DE RAYOS X.....	71
6.4	ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL SISTEMA DE AIRE CONDICIONADO.	74
7.	ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD	82
7.1	DATOS HISTÓRICOS LABORATORIO GIMBA	83
7.2	CALCULO DE LOS PARÁMETROS DE WEIBULL	84
7.2.1	Cálculo de los parámetros de confiabilidad (Grafica).....	85
7.2.2	Cálculo de los parámetros de confiabilidad (Tabla)	90
7.2.3	Análisis de la información de los parámetros calculados.....	92
8.	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS (AMFE).....	93
8.1	DEFINICIÓN DEL MÉTODO	93
8.1.1	Identificar el sistema o componente.	94
8.1.2	Establecer las funciones del sistema o componente.	94

8.1.3	Modos de falla.....	94
8.1.4	Efectos de falla.....	95
8.1.5	Causas del modo de falla.....	95
8.1.6	Acción correctora.....	95
8.2	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA EQUIPOS DEL LABORATORIO GIMBA.....	96
8.2.1	Refrigeradora Altern.....	96
8.2.2	Espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo 2380.....	98
8.2.3	Horno Tubular Tres Zonas Modelo 54357.....	98
8.2.4	Cabina Extractora De Gases, Tipo Add-Air. Modelo: C-180 X.....	100
8.2.5	Sistema De Extracción De Gases Para Absorción Atómica.....	101
8.2.6	Bomba De Vacío Thomas Modelo 900-13-58E.....	102
8.2.7	Espectrofotómetro De Absorción Atómica Mod. 210vgp.....	103
8.2.8	Titulador Automático Ref. E-751/728 con Conductómetro de Precisión....	104
8.2.9	Baño De Ultrasonido Con Calentamiento Modelo.1510.....	107
8.2.10	Ph-Metro De Mesa Lab850 Schott.....	109
8.2.11	Potenciostato Galvanostado Zra Ref.600.....	110
8.2.12	Ph-Metro De Mesa Hanna Ref.Hi2211.....	111
8.2.13	Generador De Hidruros Tipo Batch Hydride And Cold Vapor For Hg/As/Se Modelo 1018.....	112
8.2.14	Medidor De Oxígeno Marca Hach Mode HQ30d Flexi.....	113
8.2.15	Autoclave De Olla Eléctrica A Vapor 50x.....	114
8.2.16	Genesys Espectrofotómetro Ultravioleta Visible.....	115
8.2.17	Molino De Bolas.....	116
8.2.18	Molino De Discos (Pulverizador).....	117
8.2.19	Molino De Anillos.....	118
8.3	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA LOS EQUIPOS DEL AIRE ACONDICIONADO DEL PTG.....	119
8.3.1	Enfriadores De Agua De Condensación Por Aire Con Intercambiador de casco y tubo - ENF-01/02.....	119
8.3.2	Mantenimiento Enfriadores De Agua De Condensación Por Aire Con Intercambiador de casco y tubo - ENF-01/02.....	126
8.3.3	Unidades Manejadoras de Aire ACW-01-04, ACW-15-16, ACW-09-27....	129
8.3.4	Mantenimiento Unidades Manejadoras de Aire - ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27.....	132

8.3.5	Bombas de Recirculación de agua baf-01/02/03	140
8.3.6	Sistemas de aire acondicionado por refrigerante variable - SRV 01	145
8.4	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA EL LABORATORIO DE MICROSCOPIA	148
8.4.1	MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.....	148
8.4.2	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN.....	149
8.4.3	PC DE ESCRITORIO.....	150
8.4.4	BOMBA DE VACÍO.....	150
8.5	ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA EL LABORATORIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X.....	152
8.5.1	Espectrómetro De Fluorescencia De Rayos X De Dispersión Por Longitud De Onda (Wdxrf – S8 Tiger).....	152
8.5.2	Difractómetro De Rayos X (D8 Discover).....	152
8.5.3	Difractómetro De Rayos X (D8 Advance).....	154
8.5.4	Chillers	156
8.5.5	Perladora.....	157
9.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	158
9.1	FORMULARIO DE INFORMACIÓN TÉCNICA.....	158
9.2	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	159
10.	CONCLUSIONES	161
11.	RECOMENDACIONES	163
	 BIBLIOGRAFÍA	 164
	 ANEXOS	 166

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Edificio de Investigaciones.....	24
Figura 2. Sistema de aire acondicionado.....	26
Figura 3. Curva de la Bañera.....	46
Figura 4. Tabla de factores ponderados.....	51
Figura 5. Modelo de matriz de criticidad.....	52
Figura 6. Plataforma consulta del Sistema de mantenimiento tecnológico...	82
Figura 7. Entorno del programa de MATLAB R2013b.....	85
Figura 8. Tabla de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste.....	86
Figura 9. Gráfica de confiabilidad del horno eléctrico (81907).....	87
Figura 10. Gráfica de mantenibilidad del horno eléctrico (81907).....	88
Figura 11. Gráfica de confiabilidad mufla vulcan A550 (88607).....	88
Figura 12 Gráfica de mantenibilidad mufla vulcan A550 (88607).....	89
Figura 13. Gráfica de confiabilidad de la centrifuga universal (90875).....	89
Figura 14. Gráfica de mantenibilidad de la centrifuga universal (90875).....	90
Figura 15. Hoja de trabajo AMFE.....	96
Figura 16. Refrigerador Altern.....	97
Figura 17. Espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo 2380.....	98
Figura 18. Horno Tubular Tres Zonas Modelo 54357.....	99
Figura 19. Cabina Extractora De Gases, Tipo Add-Air. Modelo: C-180 X...	100
Figura 20. Sistema De Extracción De Gases Para Absorción Atómica.....	101
Figura 21. Bomba De Vacío Thomas Modelo 900-13-58E.....	103
Figura 22. Espectrofotómetro De Absorción Atómica Mod. 210vgp.....	104
Figura 23. Titulador Automático.....	106
Figura 24. Agitador del titular automático.....	106
Figura 25. Unidad de dosificación del titular automático.....	107

Figura 26. Baño De Ultrasonido Con Calentamiento Modelo.1510.....	108
Figura 27. Ph-Metro De Mesa Lab850 Schott.....	109
Figura 28. Potenciostato Galvanostato ZRA Ref.600.....	110
Figura 29. Ph-Metro De Mesa Hanna Ref.Hi2211.....	111
Figura 30. Generador De Hidruros Tipo Batch Hydride And Cold Vapor For Hg/As/Se.....	112
Figura 31. Medidor De Oxígeno Marca Hach Mode HQ30d Flexi.....	113
Figura 32. Autoclave De Olla Eléctrica A Vapor 50x.....	114
Figura 33. Genesys Espectrofotómetro Ultravioleta Visible.....	115
Figura 34. Molino De Bolas.....	116
Figura 35. Molino De Discos (Pulverizador).....	117
Figura 36. Molino De Anillos.....	118
Figura 37. Enfriadores De Agua De Condensación Por Aire Con Intercambiador de casco y tubo.....	119
Figura 38. Partes del enfriador de agua de condensación por aire.....	120
Figura 39. Partes internas del enfriador de agua de condensación por aire.....	121
Figura 40. Compresor sistema de enfriador ENF-01/02.....	122
Figura 41. Condensador.....	123
Figura 42. Panel de control.....	124
Figura 43. Diagrama de flujo del refrigerante de la enfriadora.....	125
Figura 44. Unidades Manejadoras de Aire - ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27.....	129
Figura 45. Alineación de poleas.....	133
Figura 46. Bombas de recirculación de agua marca Armstrong.....	140
Figura 47. Diagrama de arreglo de tuberías, bombas y accesorios.....	142
Figura 48. Condensadoras SRV marca LG.....	145
Figura 49. Detalle de componentes sistemas de aire acondicionado por refrigerante variable.....	147
Figura 50. Microscopio electrónico de barrido.....	148
Figura 51. Equipo de refrigeración.....	149

Figura 52. PC de escritorio.....	150
Figura 53. Bomba de vacío.....	151
Figura 54. Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de dispersión por longitud de onda. S8 Tiger.....	152
Figura 55. Difractómetro de rayos X. D8 Discover.....	153
Figura 56. Difractómetro de rayos X. D8 advance.....	155
Figura 57. Chillers.....	156
Figura 58. Perladora.....	157

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Listado de equipos del aire acondicionado.....	37
Tabla 2. Lista de equipos del GIMBA.....	54
Tabla 3. Cálculo de criticidad del laboratorio de GIMBA.....	59
Tabla 4. Clasificación de los equipos del laboratorio GIMBA.....	66
Tabla 5. Listado de equipos del laboratorio de microscopia.....	68
Tabla 6. Cálculo de criticidad del laboratorio de Microscopia.....	69
Tabla 7. Clasificación de los equipos del laboratorio de microscopia.....	70
Tabla 8. Listado de equipos del laboratorio de difracción de rayos X.....	71
Tabla 9. Cálculo de criticidad del laboratorio de difracción de rayos X.....	72
Tabla 10. Clasificación de los equipos de difracción de rayos X.....	73
Tabla 11. Listado de equipos del sistema de aire acondicionado.....	74
Tabla 12. Cálculo de criticidad del sistema de aire acondicionado.....	76
Tabla 13. Clasificación de los equipos del sistema de aire acondicionado....	80
Tabla 14. Datos históricos horno eléctrico (81907).....	83
Tabla 15. Datos históricos mufla vulcan A550 (88607).....	84
Tabla 16. Datos históricos centrifuga universal (90875).....	84
Tabla 17. Tabla de confiabilidad GIMBA.....	91
Tabla 18. Tabla de disponibilidad GIMBA.....	91
Tabla 19. Tabla de mantenibilidad GIMBA.....	91
Tabla 20. Formulario de Información Técnica.....	159
Tabla 21. Cronograma Actividades Anual del Mantenimiento Preventivo...	160

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cuadros AMFE del Laboratorio GIMBA.....	166
Anexo B. Cuadros AMFE del Laboratorio de Microscopía.....	189
Anexo C. Cuadros AMFE del Laboratorio de Difracción de Rayos X.....	204
Anexo D. Cuadros AMFE del Sistema de Aire Acondicionado.....	214
Anexo E. Formularios De Información Técnica - GIMBA.....	228
Anexo F. Formularios De Información Técnica - Microscopía.....	238
Anexo G. Formularios De Información Técnica - Difracción de Rayos X .	241
Anexo H. Formularios De Información Técnica - Aire Acondicionado....	244
Anexo I. Cronograma Mantenimiento Preventivo - GIMBA.....	246
Anexo J. Cronograma Mantenimiento Preventivo - Microscopía.....	252
Anexo K. Cronograma Mantenimiento Preventivo - Difracción Rayos X..	254
Anexo L. Cronograma Mantenimiento Preventivo - Aire Acondicionado.	256

RESUMEN

TÍTULO:

ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIONES Y EQUIPOS DE LABORATORIOS (DIFRACCIÓN DE RAYOS X, MICROSCOPÍA, GIMBA) DEL PTG.

AUTORES:

Andrés Mauricio Hernández Pineda, Luis Eduardo Santos Collazos, Justo Luis Del Valle Reina.

PALABRAS CLAVE:

Criticidad, Confiabilidad, Weibull, AMFE, Mantenimiento Preventivo.

CONTENIDO:

El presente proyecto fue desarrollado en el sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones, los laboratorios de Difracción de Rayos X, Microscopía y GIMBA, del Parque Tecnológico de Guatigará de la Universidad Industrial de Santander, tiene como finalidad determinar cuáles son los equipos críticos, establecer nuevos hábitos en el mantenimiento basándose en la confiabilidad y el análisis de los modos de falla y sus efectos.

El desarrollo de este trabajo de grado trata inicialmente de la descripción del sistema de aire acondicionado y de los laboratorios. Luego se realizó un inventario de los equipos pertenecientes a cada sistema, para realizar el análisis de criticidad con base en la información suministrada por cada dependencia involucrada, con el fin de identificar los equipos críticos de cada sistema. Se realizó a manera de ejemplo un estudio de confiabilidad en tres equipos medianamente críticos, los cuales cumplían con los parámetros requeridos para dicho estudio, se toman solo estos equipos debido a la falta de datos en el sistema de información de mantenimiento (SIMAT), pues muchos equipos son relativamente nuevos y de los otros no se lleva un control adecuado en el registro de mantenimiento; se calcularon los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de dichos equipos, utilizando los conceptos de la distribución de Weibull, permitiendo de este modo establecer su comportamiento ubicando la información en la curva de Davies. Posteriormente se llevó a cabo el análisis de los modos de falla y sus efectos para completar el estudio de estos equipos.

A partir de lo anteriormente desarrollado se plantea un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos estudiados.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ.

SUMMARY

TITLE:

CRITICALITY ANALYSIS AND PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN TO AIR CONDITIONING SYSTEM OF RESEARCH BUILDING AND LABORATORIES EQUIPMENT (X RAY DIFFRACTION, MICROSCOPY, GIMBA) FROM GTP.

AUTHORS:

Andrés Mauricio Hernández Pineda, Luis Eduardo Santos Collazos, Justo Luis Del Valle Reina.

KEYWORDS:

Criticality, Reliability, Weibull, FMEA, Preventive Maintenance.

CONTENT:

This project was developed to the air conditioning system of Research Building, X Rays Diffraction, Microscopy and GIMBA Laboratories, from Guatiguará Technologic Park in the Industrial University of Santander, aims to determine which equipments are critics, establish new habits in maintenance based on reliability and failure modes and effects analysis.

The development of this degree work initially is the description of the air conditioning system and laboratories. Later an inventory of equipments belonging to each system was done, to perform criticality analysis based on the information provided by each agency involved, in order to identify the critical equipments of each system. Was conducted by way of example a reliability study in three moderately critical equipment, which meet the required parameters for this study, they are taken only these equipments because of the lack of data in the maintenance information system (SIMAT) because many equipments are relatively new and the other is not carried a maintenance control proper record; indicators of reliability, maintainability and availability of such equipment are calculated using the concepts of the Weibull distribution, thus allowing to establish their behavior by placing the information on the Davies curve. Subsequently it was conducted the failure modes and effects analysis to complete the study of these equipments.

From the previously developed arises a preventive maintenance program for critical equipments studied.

* Degree Work.

** Physics Mechanical Engineerings Faculty. Mechanical Engineering School. Director: JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ.

INTRODUCCIÓN

Dado la necesidad competitiva actual de las empresas, es importante de que existan buenas políticas de mantenimiento en éstas, y hace necesario implementar herramientas para optimizar los procesos en la prestación de servicios y calidad. En los últimos años, la división de mantenimiento tecnológico se ha apoyado en la metodología de la confiabilidad como herramienta de análisis para evaluar el comportamiento de los equipos, tanto en el presente como el futuro basado en el estudio de sus fallas.

El presente trabajo busca mediante el estudio de análisis de criticidad, un análisis de modos y efectos de falla, con una programación de mantenimiento preventivo de los equipos para mejorar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los laboratorios difracción de rayos x, microscopia, GIMBA¹ y sistema de aire acondicionado del PTG², apoyando de esta manera a la división de mantenimiento tecnológico en las labores de las cuales son responsables.

¹ Grupo de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente.

² Parque Tecnológico de Guatiguará.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Dadas las relaciones de la universidad con sus sedes, en este caso específico el Parque Tecnológico de Guatiguará y el hecho que los centros de investigación y desarrollo quedarán por directriz UIS en dicha sede, es la principal razón por la cual se escogió para realizar allí este proyecto de grado, en el cual se hará un análisis de criticidad y plan de mantenimiento preventivo en el sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones y los laboratorios de Difracción de Rayos X, Microscopía y GIMBA³ (ver figura 1). Dentro de los procesos de mantenimiento de equipos y sistemas, cumplen un papel primordial la planificación acertada y específica junto con el manejo adecuado de la información, con esto se evita interrupciones o fallas en los procesos; muchas veces los procesos se vuelven costosos por inconvenientes imprevistos generados algunas veces por descuido o falta de supervisión, lo que hace indispensable poseer un cronograma de mantenimiento detallado que optimice el correcto funcionamiento de los sistemas y equipos.

Muchos laboratorios no cuentan con un seguimiento en el proceso de mantenimiento preventivo, por esta y otras razones no poseen una certificación los laboratorios de Difracción de Rayos X, Microscopía y GIMBA; de manera semejante el sistema de aire acondicionado (ver figura 2) requiere un plan de mantenimiento preventivo para su correcto funcionamiento.

Los laboratorios mencionados y el sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones cuentan con equipos críticos que influyen de manera

³ Grupo de Investigación en Minerales, Biohidrometalurgia y Ambiente.

directa en el plan de mantenimiento de dichas dependencias; cabe anotar que los laboratorios son independientes entre sí ya que ciertos equipos son únicos para cada uno, pero dependen directamente del sistema de aire acondicionado y refrigeración ya que los primeros manejan un ambiente de trabajo específico para el correcto funcionamiento de una parte de sus equipos.

Figura 1. Edificio de Investigaciones.



1.2 PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Con el análisis de criticidad y el plan de mantenimiento preventivo a desarrollar, se pueden obtener los siguientes beneficios y alcances:

- Al realizar un análisis de criticidad se evitaría obviar ciertos parámetros claves para el seguimiento apropiado del funcionamiento y mantenimiento preventivo, buscando la optimización de la vida útil de los equipos.
- Efectuar cambios de forma en las hojas de vida de los equipos para la correcta actualización de los datos técnicos y de funcionamiento, necesarios para la estandarización requerida para el inicio del proceso de acreditación de los laboratorios⁴.
- Los documentos generados al terminar este Proyecto de Grado servirán como avance en el proceso de certificación para cada laboratorio involucrado y a su vez se verificarán los requerimientos y tiempos de mantenimiento en el Parque Tecnológico de Guatiguará.
- Se busca mantener el correcto manejo de la información actualizada y llevar un seguimiento del funcionamiento en el tiempo de los equipos nuevos.
- Generar el plan de mantenimiento del sistema de aire acondicionado (ver figura 2) y refrigeración del Edificio de Investigaciones de la sede Guatiguará, garantizando poder contar con mantenimiento propio de la universidad y de su sección de mantenimiento sin dependencias de empresas externas, minimizando los costos económicos.
- El personal será capacitado para incrementar y mejorar su nivel de conocimiento y aprendizaje individual y colectivo.
- Este proyecto desarrollaría un cronograma de mantenimiento oportuno, eficaz e independiente.

⁴Difracción de Rayos X, Microscopia, GIMBA

El objetivo de la climatización ambiental es proporcionar un entorno laboral confortable, saludable y que facilite la realización de diversas tareas. La calidad y pureza del aire mismo, más allá de su temperatura y humedad, son factores que pueden verse perjudicados si el sistema de aire acondicionado no es adecuadamente atendido. Controlar el voltaje y el consumo eléctrico de los motores es también de suma importancia.

Un funcionamiento inadecuado redundaría en problemas de salud, bajo rendimiento de los equipos y un incremento en los costos de energía eléctrica. Así mismo puede afectar los parámetros de manejo de ciertos trabajos internos en los laboratorios del Edificio de Investigaciones.

Figura 2. Sistema de aire acondicionado.



1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos Generales.

- Continuar con la Misión de la Universidad Industrial de Santander en busca de la formación de profesionales con alta calidad humana, ética, política, técnica y científica; con capacidades de construcción, aplicación y divulgación del conocimiento adquirido a través de toda la carrera, se propende por la promoción de respuestas adecuadas en el área de mantenimiento técnico mediante un análisis de criticidad y la creación de un plan de mantenimiento preventivo.
- Dar impulso al avance del mantenimiento preventivo en el Parque Tecnológico de Guatiguará (PTG) de la Universidad Industrial de Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Desarrollar un análisis de criticidad del sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones y para los equipos de los laboratorios de Difracción de Rayos X, Microscopia y GIMBA, todos ellos ubicados en el Parque Tecnológico de Guatiguará.
- Crear hojas de vida estandarizadas del sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones y para los equipos de los laboratorios de Difracción de Rayos X, Microscopia y GIMBA, todos ellos ubicados en el Parque Tecnológico de Guatiguará.
- Desarrollar los planes de mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones y para los equipos de los

laboratorios de Difracción de Rayos X, Microscopia y GIMBA, todos ellos ubicados en el Parque Tecnológico de Guatiguará.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Definir un cronograma de actividades de trabajo en el área de mantenimiento constituye un paso fundamental desde cualquier punto de vista; con este trabajo de grado se busca desarrollar un plan de mantenimiento para uso de los integrantes del área de mantenimiento que permita incorporar la información clave de cada sistema o dispositivo a manejar, desarrollando un gráfico de las actividades según el tiempo de ejecución que proporcione una base confiable para cada uno de los mantenimientos optimizando la funcionalidad de cada sistema involucrado.

Para el desarrollo de este trabajo se parte de la información técnica de cada sistema así como la información pertinente de los mantenimientos realizados anteriormente incluyendo su frecuencia y tipo de mantenimiento realizado.

El estudio de esta información nos puede llevar a realizar dos tipos de análisis: 1) el usado más frecuentemente se realiza a partir de correlaciones empíricas de datos tomados del análisis experimental basado en la frecuencia de los mantenimientos previos y ciertas recomendaciones del fabricante; 2) se puede realizar mediante métodos de análisis de criticidad de sistemas y equipos concluyendo que equipos son críticos y su influencia en el sistema.

En el caso del análisis experimental, éste está basado en datos anteriores recogidos de las hojas de vida de los equipos y analizando la periodicidad de los acontecimientos acaecidos, proyectando de esta forma los mantenimientos posteriores junto con las necesidades manifestadas por el fabricante.

En el caso del análisis de criticidad en el cual se basará este trabajo se tienen en cuenta diversos aspectos a definir como la priorización de acciones y el incremento en la productividad; teniendo en cuenta lo anterior, se estudian los sistemas en base a un diagrama de funciones, verificando como afectaría el sistema el fallo de alguno de sus componentes, revisando los datos históricos del comportamiento del sistema, las proyecciones del fabricante y las observaciones del grupo de trabajo de mantenimiento.

Con la información previa se inicia el análisis de fallas considerando las consecuencias de las mismas en el producto (cantidad, calidad) y su entorno (seguridad y medio ambiente). Se clasifican los diferentes tipos de fallo según su diseño, defectos de fabricación, mal uso, desgaste, fenómenos naturales y otras causas.

De esta manera se iniciaría el proceso de análisis de los modos de fallar y sus efectos (AMFE) que evalúa y documenta cada falla y sus consecuencias. Estos datos recolectados son esenciales para el análisis PM (Physical Method) para el estudio cualitativo que tendría en cuenta todos los aspectos y el cuantitativo refiriéndose a la estadística aplicada a los fallos obteniendo la confiabilidad y el índice de fallo. Todo lo anterior es la base para un análisis de criticidad, método por el cual se ofrece una mayor potencialidad en el proyecto, aprovechando las ventajas de la información analizada, generando de este modo un diseño de seguimiento de actividades de mantenimiento y recomendaciones para cada uno de los sistemas involucrados; este tipo de análisis nos resulta muy útil debido a su versatilidad, ya que podremos implementarlo tanto en el estudio de los laboratorios como en el sistema de aire acondicionado y refrigeración del Edificio de Investigaciones en este proyecto.

2. DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

2.1 DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (DMT)

La división es la encargada de gestionar la reparación, conservación y mantenimiento adecuado de la mayoría de los equipos de la universidad así como la encargada de recibir, instalar y controlar el uso de equipos y asesoría técnica de compra de equipos⁵.

2.1.1 Funciones.

- Mantener el mejoramiento continuo en la calidad y confiabilidad de los servicios.
- Gestionar con calidad los procesos y procedimientos técnicos y administrativos.
- Desarrollar y fortalecer competencias específicas en la gestión del talento humano del personal de la división.
- Velar por el cumplimiento de las normas de salud ocupacional, seguridad industrial y manejo ambiental.
- Facilitar el cumplimiento de los objetivos de la División de Mantenimiento.
- Mantener un control sobre las actividades propias del mantenimiento.

⁵UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. División de Mantenimiento Tecnológico. Bucaramanga. [Consultado Ene. 2014] Disponible en: [<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/presentacion.jsp>]

- Promover una participación de todas las demás dependencias de la Universidad.
- Promover una participación de todo el personal de la División de Mantenimiento en la planeación, la organización y el control de la gestión del mantenimiento⁶.

2.1.2 Portafolio de servicios.

- Electrónica.
- Electricidad.
- Óptica y Mecánica Fina.
- Mecánica Industrial.
- Telecomunicaciones.
- Montaje de Equipos e Instalaciones.
- Metrología - Temperatura.
- Metrología – Medición de Peso y Balanzas⁷.

⁶Ibíd. Disponible

En:[<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/presentacion.jsp>]

⁷ Ibíd. Disponible En:

[<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/portafolioServicios.html>]

3. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LOS LABORATORIOS

Aunque el estudio del mantenimiento es el que nos compete en este trabajo es importante conocer las generalidades de los laboratorios y su enfoque formativo e investigativo para el fortalecimiento de los procesos de estudio.

3.1 GRUPO DE INVESTIGACIONES EN MINERALES, BIOHIDROMETALURGIA Y AMBIENTE

3.1.1 Información general.

El grupo de investigaciones en Minerales Biohidrometalurgia y Ambiente está adscrito a la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Industrial de Santander, y lo conforma un equipo interdisciplinario de investigadores, profesores y estudiantes de pregrado y postgrado, principalmente de Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería Química y Ambiental, Química, Física, Geología y Microbiología. El grupo participa en diversos proyectos científicos y de desarrollo tecnológico, en actividades de asesoría y consultoría⁸.

3.1.2 Misión.

La misión del grupo es proponer alternativas de solución adecuadas y pertinentes a necesidades y problemas nacionales y/o regionales de tipo minero/metalúrgico/ambiental, mediante el desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica, generando y adaptando conocimientos en relación con la preparación de materias primas de origen mineral, el desarrollo de tecnologías

⁸ COORDINADOR (A): ELCY MARIA CORDOBA.

limpias y de descontaminación, utilizando la biotecnología como una herramienta moderna de trabajo científico y tecnológico.

El Grupo presta servicios de asesoría y consultoría, así como también pone a disposición de las empresas públicas y privadas que requieran de los laboratorios especializados en el campo del análisis químico y lo relacionado con el sector minero, metalúrgico y ambiental.

3.1.3 Visión.

En el año 2012, seremos el principal centros de investigación científica y de desarrollo tecnológico nacional, con reconocimiento internacional, dedicado al estudio y procesamiento de materias primas minerales, la biohidrometalurgia y el medio ambiente.

En la actualidad, las líneas de investigación del grupo son:

- Biohidrometalurgia.
- Electroquímica aplicada.
- Metalurgia extractiva de los metales preciosos.
- Metalurgia extractiva del níquel laterítico.
- Procesamiento de minerales industriales.
- Solución de problemas ambientales relacionados con los metales, metalurgia y minería⁹.

⁹ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. División de Mantenimiento Tecnológico. Bucaramanga. [Consultado Ene. 2014] Disponible en: [http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoQuimicas/escuelas/ingenieriaMetalurgica/gimba.html]

3.2 LABORATORIO DE MICROSCOPIA

3.2.1 Información general.

El laboratorio de microscopia (LABMIC), adscrito a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander, opera en el Edificio de Investigaciones del Parque Tecnológico de Guatiguará (PTG) como centro de servicios, docencia e investigación y de apoyo a grupos y centros de investigación, así como a otras instituciones públicas o empresas privadas que lo requieran en el marco de convenios¹⁰.

Cuenta con un microscopio electrónico de barrido QUANTA 650 FEG ambiental (ESEM), el cual proporciona imágenes de alta resolución a alto vacío. Bajo vacío y vacío extendido (ambiental) para la caracterización de muestras conductoras y no conductoras, la realización de experimentos dinámicos.

3.3 LABORATORIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

3.3.1 Información general.

Sus principales objetivos son:

- Garantizar que el servicio cumpla con los requisitos y expectativas del cliente.
- Asegurar la confidencialidad de la información suministrada por nuestros clientes.
- Entregar oportunamente informes finales a nuestros clientes, con el fin de adaptar los servicios prestados a sus necesidades y expectativas.

¹⁰ COORDINADOR (A): Carlos Alberto Ríos Reyes.

- Garantizar la confiabilidad de los resultados del ensayo presentados a los clientes.
- Implementar planes de capacitación para el desarrollo de competencias del personal del Laboratorio.
- Evaluar la capacidad y conocimiento del personal del Laboratorio en el desarrollo de su trabajo¹¹.

3.3.2 Misión.

La misión del Laboratorio es satisfacer las necesidades de nuestros clientes realizando la identificación y cuantificación de fases cristalinas usando la técnica de Difracción de Rayos-X de muestras policristalinas, de acuerdo con los métodos Hanawalt, Boolean-search y Rietveld, así como realizar investigación científica y apoyo a la docencia. Contamos con un equipo humano comprometido y calificado a través de un proceso de mejoramiento continuo¹².

3.3.3 Visión.

El Laboratorio Difracción de Rayos-X se distinguirá por ser un laboratorio líder y confiable en la prestación de servicios técnicos especializados, investigativos y de asesoría en la caracterización de materiales sólidos policristalinos a nivel nacional e internacional. Nuestro propósito es lograr en el año 2012 una mayor participación en el mercado mediante la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad en mejoramiento continuo y la adquisición de equipos para análisis complementarios. Con el objetivo de garantizar la calidad de los servicios ofrecidos, en la actualidad el laboratorio de difracción de rayos-X adelanta el trabajo de acreditación con base en la norma 17025-2008.

¹¹ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Bucaramanga. [Consultado Ene. 2014]
Disponible en: [http://tux.uis.edu.co/quimica/investigacion/laboratorios/difraccion_rayos_x/objetivos]

¹² COORDINADOR (A): José Antonio Henao.

4. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DEL PTG

4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El Sistema de Aire Acondicionado del Edificio de Investigaciones en la Universidad Industrial de Santander Sede Guatiguará, está conformado por un sistema central con dos (2) unidades enfriadoras de agua fría, condensadas por aire, un (1) sistema de recirculación de agua fría a través de un conjunto de bombas verticales y redes de tuberías, con manejadoras de aire en todos los pisos del edificio, dos (2) sistemas de recuperación de energía a través de ventiladores con ruedas de entalpia, sistemas de extracción y renovación de aire fresco por medio de ventiladores en línea y un sistema de conductos metálicos en lámina galvanizada que junto a un conjunto de rejillas y difusores garantizan la distribución adecuada de aire en cada zona del edificio.

En el sector administrativo del edificio cuenta con un Sistema de Refrigerante Variable con condensadoras por aire y un juego de evaporadoras tipo Cassette y de muro conectados por medio de tuberías de refrigeración en cobre.

Hay instalado actualmente en la fase número uno del proyecto total del edificio de investigación diecinueve (19) manejadoras de aire, dos (2) recuperadoras de energía catorce (14) ventiladores en línea de extracción y suministro de aire, distribuidas en el edificio para satisfacer las necesidades de confort de los profesionales, funcionarios, visitantes del edificio y garantizar calidad de aire y condiciones de presurización. La distribución de equipos es la siguiente (Ver tabla 1):

Tabla 1. Listado de equipos del aire acondicionado.

No.	Identificación	Equipo	Cantidad	Marca
1	ENF-01/02	Enfriador de agua de condensación por aire marca YORK modelo YLAA115, 460/3/60	2	YORK
2	UCW-01/02	Unidad acondicionadora de aire tipo cassette hidrónico marca YORK modelo HKH35 a 220V, 1 fase.	2	YORK
3	ACW - 01	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
4	ACW - 02	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
5	ACW - 03	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
6	ACW - 04	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
7	ACW - 09	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	1	YORK
8	ACW - 10	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
9	ACW - 11	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	1	YORK
10	ACW - 12	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
11	ACW - 13	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
12	ACW - 14	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
13	ACW - 15	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
14	ACW - 16	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
15	ACW - 17	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	1	YORK
16	ACW - 18	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
17	ACW - 19	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
18	ACW - 20	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
19	ACW - 22	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
20	ACW - 23	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Cantidad	Marca
22	BAF - 01/02/03	Bomba centrífuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	3	ARMSTRONG
23	REC - 01/02	Ventilador recuperador de energía de tipo entalpía, modelo ERV - 5500 a 220/3/60	2	LORENCO OK
24	VI-01	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
25	VI-02	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
26	VI-03	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
27	VI-04	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
28	VI-05	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
29	VI-06	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
30	VEC-01	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
31	VEC-02	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
32	VEC-03	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
33	VEC-04	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
34	VEC-05	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
35	VEC-06	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 19	1	SOLER & PALAU
36	VEC-07	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
37	VEC-08	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 21	1	SOLER & PALAU
38	VETH-01	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60	1	SOLER & PALAU
39	TD 500	Ventilador de extracción de aire a 120/1/60	2	SOLER & PALAU
40	SRV'01	Sistema de refrigeramiento variable LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras.	1	LG
41	UEC-1	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
42	UEC-2	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
43	UEC-3	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
44	UEC-4	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
45	UEC-5	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
46	UEC-6	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
47	UEC-7	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
48	UEC-8	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
49	UEC-9	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
50	UEC-10	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
51	UEC-11	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
52	UEC-12	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
53	UEC-13	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
54	UEW-1	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	1	LG
55	UEW-2	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	1	LG
56	UEW-3	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	1	LG

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

4.2 CONDICIONES DE DISEÑO

En el sistema de aire acondicionado, los volúmenes de aire, las condiciones psicométricas del mismo a través de los equipos, los sistemas de distribución de aire; rejillas y difusores han sido balanceados apropiadamente de acuerdo con los requerimientos de cada zona. Por lo tanto, los elementos balanceados, al igual que las calibraciones de la red de agua, no deben ser alteradas por personas distintas a aquellas que tengan a su cargo el manejo de los equipos; ver figura 2.

- **CONDICIONES EXTERIORES**
 - Temperatura de Bulbo Seco 88 ° F
 - Temperatura de Bulbo Húmedo 81° F
 - Altura sobre nivel del mar 3406 ft
 - Latitud Norte 7° N
 - Longitud Oeste 73°

- **CONDICIONES INTERIORES**
 - Temperatura de Bulbo Seco 76° F
 - Humedad Relativa 50% ± 5%

5. CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO

5.1 MANTENIMIENTO

En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó, en caso que haya sufrido alguna rotura que hizo que necesite del pertinente mantenimiento y arreglo.

Entre estas acciones de restauración se incluyen no solamente las técnicas sino también las administrativas que correspondan¹³.

5.1.1 Tipos de mantenimiento.

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

- *Mantenimiento Correctivo:* Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- *Mantenimiento Preventivo:* Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

¹³ Desde Definición ABC: [Consultado Ene. 2014
] [<http://www.definicionabc.com/general/mantenimiento.php#ixzz2sEchZfZ6>]

Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

- *Mantenimiento Autónomo*: Es básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo.
- *Mantenimiento Predictivo*: Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos¹⁴.
- *Mantenimiento productivo total (TPM)*: El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "Just in Time", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

¹⁴ [Consultado Ene. 2014] Disponible en:
[<http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Tipos+de+mantenimiento>]

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

El TPM adopta cómo filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC)¹⁵.

- *Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)*: El MCC es una metodología en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la contabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones.

La definición de este concepto se refiere a cuando el valor del estándar de funcionamiento deseado sea igual, o se encuentre dentro de los límites del estándar de ejecución asociado a su capacidad inherente (de diseño) o a su confiabilidad inherente (de diseño)¹⁶.

¹⁵ [Consultado Ene. 2014] Disponible en: [<http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml#ixzz2sEkaLG6w>]

¹⁶ AMÉNDOLA, Luis José. Modelos Mixtos de Confiabilidad. DATASTREAM. [en línea]. España, Valencia 2002. 4 p. [Consultado Ene. 2014]. Disponible en : [http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=28]

El MCC, no es más que una herramienta de gestión del mantenimiento, que permitirá maximizar la confiabilidad operacional de los activos en su contexto operacional, a partir de la determinación de los requerimientos reales de mantenimiento.

5.2 INDICADORES DE CONFIABILIDAD¹⁷

5.2.1 Confiabilidad.

Es la probabilidad de que un equipo o un sistema funcionen correctamente durante un periodo de tiempo establecido bajo unas condiciones específicas de operación. Es necesario conocer en términos de confiabilidad: qué equipos fallan, cómo fallan, Porqué fallan, cuando fallan y cómo se compara su perfil de falla respecto del resto de equipos del laboratorio correspondiente que se esté analizando. Esta probabilidad se determina normalmente como porcentaje del tiempo¹⁸.

5.2.2 Disponibilidad.

Es la probabilidad de que el sistema este funciona satisfactoriamente en una fracción de tiempo durante la cual el sistema está en capacidad de desempeñar una determinada función. Es necesario conocer en términos de disponibilidad:

- Como las fallas de los equipos afectan la capacidad de servicio de los laboratorios.

¹⁷ QUIÑONES, Jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad análisis de criticidad en los laboratorios clínico y de inmunología y biología molecular de la universidad industrial de Santander. DATASTREAM. [en línea]. Bucaramanga, 2012. 57 p. [Consultado Ene. 2014].

¹⁸ *Ibíd.*, 57p.

- Cuantos usuarios se dejan de atender por falla de los equipos.
- Cuál es el uso actual de la capacidad de servicio instalada.
- Como se compara la capacidad real disponible del sistema con las necesidades de servicio.
- Como es el uso estadístico de capacidad con las demandas futuras de capacidad de servicio¹⁹.

5.2.3 Mantenibilidad.

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha fallado, pueda ser *reparado* en un período de tiempo dado, este tiempo no es otro que el TPPR. En términos de mantenibilidad es necesario conocer:

- Donde se concentran los esfuerzos de mantenimiento.
- Donde se concentran los costos de mantenimiento.
- Donde el mantenimiento está teniendo problemas para conservar la capacidad del sistema.
- Cuál es el impacto de la logística actual de mantenimiento en el desempeño del sistema²⁰.

¹⁹ *Ibíd.*, 57p.

²⁰ *Ibíd.*, 58p.

5.3 MODELOS DE CONFIABILIDAD

La teoría de la confiabilidad tiene sus bases en estudios estadísticos y en probabilidades de falla, debido a que no existe una función que anticipe el tiempo en que un equipo falla. Sin embargo, es probable aplicar un análisis estadístico que le de forma al estudio de la confiabilidad durante un tiempo determinado.

5.3.1 Conceptos fundamentales de confiabilidad

Función de confiabilidad: Es la probabilidad que un sistema ejecute su función de intención sin fallar, para un intervalo específico, bajo condiciones establecidas.

Es una función decreciente denominada también función de supervivencia es la probabilidad de sobrevivir hasta el tiempo t , se representa como:

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (1)$$

Para el caso de la función exponencial es:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Función de riesgo / Tasa de riesgo / Tasa instantánea de riesgo:

Se define como:

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (3)$$

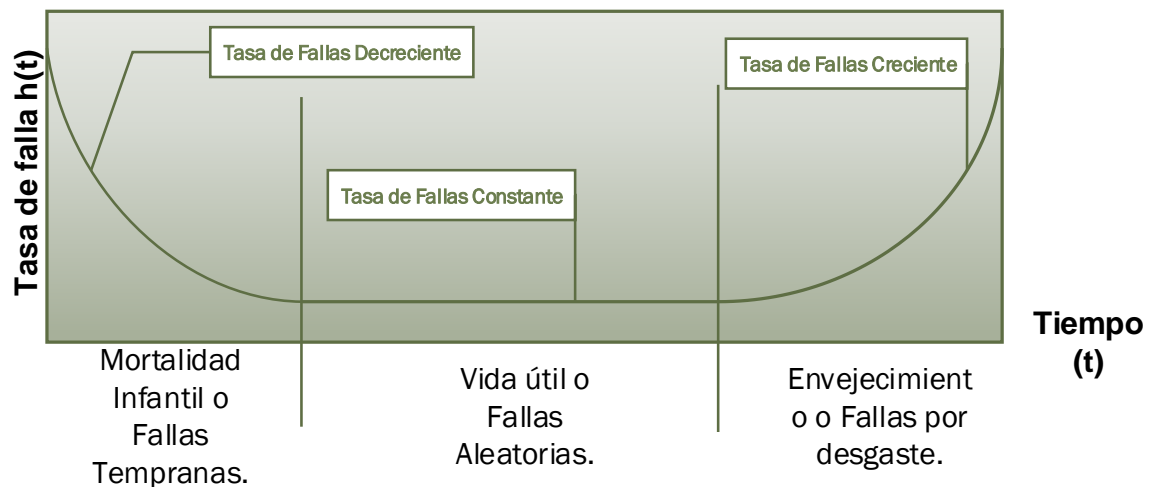
Representa la probabilidad de falla instantánea en el tiempo $t + \Delta t$ dado que la unidad ya sobrevivió hasta el tiempo t .

Hay que tener en cuenta que esta función no es una probabilidad, por lo tanto pueden existir valores mayores a 1.

La función riesgo $h(t)$ para un equipo varía en el tiempo, lo que en confiabilidad se le llama la curva de la bañera, en la cual se permite analizar las fallas durante el periodo de vida útil de un equipo.

Vida útil de un producto: La vida útil de un producto se puede representar por una *curva de la bañera*, como sigue:

Figura 3. Curva de la Bañera



La curva de la bañera (véase figura 3) con el ciclo de vida de un producto

- La mortalidad infantil representa las fallas debidas a problemas de diseño o ensamble con tasa de falla decreciente respecto al tiempo. Normalmente se

hace un quemado a las unidades durante un tiempo razonable para eliminar este tipo de fallas al usuario del producto.

- La zona de fallas aleatorias o madurez representa una tasa de falla constante respecto al tiempo.
- La zona de desgaste o envejecimiento representa la zona de tasa de falla creciente cuando el componente está llegando a su vida útil.

Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es un término muy utilizado en confiabilidad para equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos para saber cuál es el tiempo promedio en que el equipo no falla. En términos matemáticos es la esperanza de t (t siendo el tiempo entre 2 fallas), dada la función de distribución $f(t)$:

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (4)$$

Dentro de estudios de confiabilidad podemos manejar tres tipos de probabilidades para representar la vida de los sistemas:

- Distribución Exponencial
- Distribución Normal
- Distribución Weibull

De las anteriores nos enfocaremos en la distribución de Weibull, ya que nos ofrece un mayor rango de trabajo para diferentes tipos de sistemas, ya sean eléctricos o mecánicos, representando de esta forma cualquier tipo de tasa de falla.

Distribución de Weibull²¹: Una de las ventajas significativas que posee la distribución Weibull es que es muy manejable y se acomoda a las tres zonas (infancia o rodaje,

²¹ *Ibíd.*, 68p.

madurez o vida útil y envejecimiento) de la curva de la bañera o de Davies. La distribución de Weibull posee, en su forma general, tres parámetros, lo que le da una gran flexibilidad; ellos son:

- Parámetro de posición (γ): El más difícil de estimar y por este motivo se supone con frecuencia que vale cero. Indica el lapso en el cual la probabilidad de falla es nula. (Forcadas,1983,42)
- Parámetro de escala o característica de vida (η): Su valor es determinante para fijar la vida útil del producto o del sistema refleja el tamaño de las unidades en las cuales se mide la variable aleatoria t (tiempo para la falla), meses, años etc.
- Parámetro de forma (β): Refleja la dispersión de los datos y determina la forma que toma la distribución. Y es la causa de la variación de forma en la función de densidad de probabilidad de falla. Si se cambia el valor de β se pueden generar muchos grupos de curvas con el fin de modelar distribuciones reales de tiempos de falla.

La función riesgo:

$$h(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (5)$$

Tiempo medio entre fallas (MTBF):

$$MTBF = \gamma + \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (6)$$

Tiempo medio para reparar (MTTR):

$$MTTR = \gamma + \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (7)$$

Función de mantenibilidad:

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{-t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (8)$$

La función de riesgo viene dada por la ecuación (5), esta relación arroja diferentes formas de curvas de riesgo, dependiendo del valor de β , como se muestra a continuación:

- $\beta < 1$ Implica Mortalidad Infantil.
- $\beta = 1$ Implica Falla Aleatoria: Es igual a una distribución exponencial.
- $1 < \beta < 4$ Implica falla por deterioro temprano.
- $\beta > 4.0$ Implica deterioro rápido por edad de uso.

6. ESTUDIO DE CRITICIDAD²²

Para hacer el estudio de criticidad en los laboratorios y el sistema de aire acondicionado del PTG se hizo uso del modelo de factores ponderados basado en el concepto del riesgo.

Hay que recordar que el concepto de riesgo combina la probabilidad de ocurrencia de las fallas con sus consecuencias, los factores ponderados de los criterios que se evalúan por el método del riesgo son (véase figura 4):

- **Frecuencia de fallas.** Son el número de repeticiones en un periodo de tiempo de una alteración del cumplimiento satisfactorio de un proceso, sistema, máquina o pieza.
- **Impacto operacional.** Porcentaje de producción que se perjudica cuando aparece una falla.
- **Flexibilidad operacional.** Es la facilidad que tiene la producción de adaptarse a los cambios inesperados sin recaer en el aumento de costos o pérdidas.
- **Costos de mantenimiento.** Son los gastos que implica la tarea de mantenimiento, sin incluir los costos producidos por la falla en la producción.
- **Impacto de seguridad y medio ambiente.** Es un diagnóstico en donde se observan los factores del sistema, máquina o pieza que afecten sobre la seguridad de las personas o el ambiente.

²² QUIÑONES, Jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad análisis de criticidad en los laboratorios clínico y de inmunología y biología molecular de la universidad industrial de Santander. DATASTREAM. [en línea]. Bucaramanga, 2012. 71 p. [Consultado Ene. 2014].

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente).

Figura 4. Tabla de factores ponderados.

Criticidad Total = Frecuencia de fallas x Consecuencia
 Consecuencia = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costo Mtto. + Impacto SAH)

Frecuencia de Fallas:		Costo de Mtto.:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a 20000 \$	1
Buena 0.5 -1 fallas/año	2		
Excelente menos de 0.5 falla/año	1		
Impacto Operacional:		Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7	Afecta el ambiente / instalaciones	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1
Flexibilidad Operacional:			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

Fuente: Conferencias de ingeniería de mantenimiento.

$$Criticidad = frecuencia \text{ o tasa de falla} * consecuencia \text{ de falla} \quad (9)$$

$$Frecuencia = rango \text{ de fallas en un tiempo determinado} \left(\frac{fallas}{año} \right) \quad (10)$$

$$Consecuencia = (Imp. Oper * Flexibilidad) + Costo mtto + Impacto SAH \quad (11)$$

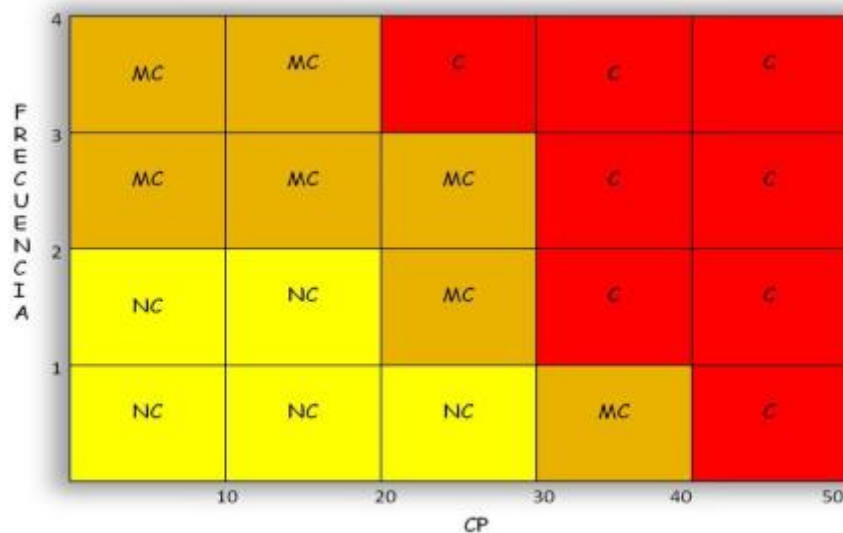
El máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados es de 200.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad – valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X.

La matriz de criticidad (ver figura 5) permite jerarquizar los niveles en tres áreas como se muestran a continuación:

- **Área de sistemas no críticos (NC):** Son los equipos que en el caso de fallar no repercuten de manera importante en el proceso productivo.
- **Área de sistemas de media criticidad (MC):** Son los equipos que en el caso de fallar afectan levemente el sistema productivo, ya sea en la calidad del producto o en la eficiencia del proceso, pero permite lapsos relativamente largos para reparar la avería.
- **Área de sistemas críticos (C):** Son aquellos que al fallar ocasionan el paro de la cadena productiva o de un subsistema y por lo tanto su reparación es de carácter urgente.

Figura 5. Modelo de matriz de criticidad.



Fuente: Conferencias de ingeniería de mantenimiento.

Los valores que aparecen en el formato fue por medio de una *encuesta* oral de análisis de criticidad son los criterios evaluados en la ecuación de riesgo, cabe resaltar que el valor que se utiliza en la ecuación corresponde a un estudio de las respuestas dadas por las personas encargadas de cada uno de los laboratorios y algunos del personal de mantenimiento de la división de mantenimiento tecnológico²³.

La matriz mostrada en la figura anterior²⁴ será la base para poder clasificar cada uno de los equipos de cada uno de los laboratorios del estudio y en el sistema de aire acondicionado. Los equipos que sean tenidos en cuenta para implementarles el plan de mantenimiento preventivo *serán solo los críticos*, y el estudio de confiabilidad serán los equipos jerarquizados como *críticos y además tengan registro previo de fallas en el SIMAT*²⁵ y así mismo se les hará un estudio de *modos y efectos de fallas* a los equipos que resulten *crítico* de este análisis.

²³ *Ibíd.*, 72-74p

²⁴ MONCADA, Duvan; RODRIGUEZ, Edder y QUIÑONEZ, Jelder. Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Tesis de grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga.: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.2009.113 p.

²⁵ Sistema de Información de Mantenimiento.

6.1 ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL LABORATORIO DE GIMBA.

En la tabla 2. Se presenta el inventario de equipos del laboratorio GIMBA a los cuales se les va hacer el estudio de criticidad.

Tabla 2. Lista de equipos del GIMBA.

No.	Identificación	Equipo	Marca
1	588	BOMBA PERISTALICA MOD-PP603 NO 305	SCIENTIFIC
2	790	ESTERILIZADOR DE VAPOR CON BOMBA VACIO CHORRO P/ESTERILIZAR	
3	792	HORNO MEMMERT F # 870436	
4	793	REFRIGERADORA ALTERN 231 462	HANNOVER
5	795	CONTADOR DE COLONIAS	
6	809	ULTRACENTRIFUGA LABOFUGE 15000 # 134623	HERAUS
7	810	INCUBADOR B5060 # 8553364	HERAUS
8	816	BAÑO MARIA CON AGITACION # 10790487G	GFL
9	817	BAÑO MARIA CON AGITACION # 10790587G	GFL
10	818	AGITADORES 110 V - 60 HZ	BUHLER
11	819	COLORIMETRO ANALOGO CON LAMPARA # 252/9924	
12	821	ROTOR DE ESQUINA G-14318	
13	822	ROTOR DE ESQUINA G #-14464	
14	823	REGULADOR DE PRESION DE OXIGENO	
15	843	ROTAMETRO CON ACCESORIOS S/N FICHA TECNICA	KARL KOLB
16	860	AGITADORES REF 16 # 302568	JANKE Y KUNKEL
17	6020	ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA SERIE # 131101 MOD 2380	PERKIN ELMER
18	6028	MOTOBOMBA DOSIFICADORA MASTERFLEX SERIE # 560239	COLE PARMER
19	6029	MOTOBOMBA DOSIFICADORA MASTERFLEX SERIE # 560226	COLE PARMER
20	6051	ESTUFA MOD U-40 S# 880-584	MEMMERT
21	6169	ESTUFA MODELO T5050 EK S# 8803760	HERAUS
22	6183	BAÑO TERMOSTATADO MOD KS20S# K11004	MGW LAUDA
23	6184	AGITADOR MECANICO DE ASPA MOD RE16 S# 302529	KANK
24	6535	RECIPIENTE DEWAR REFRIGERANTE	MLW
25	6536	VALVULA SELENOIDE REF 601	MLW
26	7309	UNIDAD DE CONTROL TERMICO MOD59744-A	LINDBERG
27	7310	HORNO TUBULAR TRES ZONAS MOD 54357SERIE 818117	LINDBERG
28	7506	ESTUFA INCUBADORA MOD U-10 S831243	MEMMERT
29	13543	PLACA DE CALENTAMIENTO MOD H52 S # 02318009	GERHARDT
30	13544	PLACA DE CALENTAMIENTO SECADO DE ARENAS MOD H52	GERHARDT
31	14244	COMPRESOR DE AIRE S# 1213971 KCT 6020	KAESAR
32	15936	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA SERIE # K-64660 MOD AE 240S	METTLER
33	16928	EQUIPO PARA DETERMINACION LIMITE DEL LIQUIDO	SOILTEST
34	17043	VISCOSIMETRO N 13604	HOPLER
35	17426	BOMBA CENTRIFUGA NOL-G4360	MARCH-MFG
36	18170	HORNO MUFLA MOD K1700/1 CMARA # 8600068 CONTROL # 8900092	HERAUS
37	18171	MICROSCOPIO BINOCULAR MOD DIAPLAN SERIE # 115554	WILD LEITZ
38	18593	LAMPARA DE PLATINO PARTE # 03036051	
39	24667	MESA PRE-PULIDORA MANUAL	STRUERS
40	26909	DISPOSITIVO DE MUESTREO AUTOMATICO TIPOMASTERFLEX MOD 7576 NO 121831	HORIZM
41	27705	FUENTE REGULADA MOD-6264B NO 1715A03292 DE OA 20 AMPERIOS	H. PACKARDH. PAC
42	28103	ESTEREOMICROSCOPIO MD-TECNIVAL SERIE A23877 110V Y ACCESORIOS	CARL ZEISS
43	30854	MULTIMETRO DIGITAL PORTATIL MOD: HC-3500T	HUNG.CHANG
44	33638	CABINA EXTRACTORA DE GASES, TIPO ADD-AIR. MODELO: C-180 X	IFV INDUSTRIAS

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Marca
45	33639	SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES PARA ABSORCION ATOMICA	
46	40293	EQUIPO VA PROCESADOR REF: E-746-STAND DE ANALISIS REF: E-747 VA-ELECTRODO ESPECIAL-OTROS	METROHM
47	41196	HORNO PARA LABORATORIO CON CUBIERTA EN ACERO3000 W. 220 V.	RESISTENCIAS SANTANDER
48	41197	HORNO PARA LABORATORIO CON CUBIERTA EN ACERO3000 W. 220 V.	RESISTENCIAS SANTANDER
49	44327	BOMBA DE VACIO THOMAS 191 REF. BV-T MOD.900-13-58E SERIE.192	THOMAS
50	47166	PULIDORA DESBASTADORA MOD: BETA DE PLATO CONDISCO DE TRABAJO UNIVERSAL DE 200 MM	BUEHLER
51	47348	CABINA EXTRACTORA DE GASES MOD: C-120X	
52	47665	DIGESTOR CEM MOD MDS 2000 A 650W LABORATORY 64 X 240	
53	48439	SISTEMA DE ABSORCION DE ORO	
54	49266	BOMBA SELENOIDE DE DIAFRAGMA CON CONTROL REMOTO Y CABEZA EN PP.	
55	52310	BIOPOTENSIOSTATO AKEDUCO2 AFCBP1 CON ASSESORIOSASI ACO11420	PINE INSTRUMENTS COMPANY
56	52564	ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA MOD. 210VGP.	BUCK SCIENTIFIC
57	52570	TITULADOR AUTOMATICO REF. E-751/728 CON CONDUCTOMETRO DE PRECISION	METROHM
58	52577	BALANZA DE PRECISION ELECTRONICA MOD. PB8000	METTLER TOLEDO
59	52578	BALANZA ELECTRONICA MOD. AB204	
60	53168	MAQUINA PARA ENSAYO DE CAIDA LIBRE	
61	53812	OXIGENOMETRO HANDYLAB OX12 SCHOTT	
62	62292	VARIADOR ELECTRONICO DE VELOCIDAD 220 V	
63	62294	VARIADOR ELECTRONICO DE VELOCIDAD 220 V	
64	81907	HORNO ELECTRICO CON VOLUMEN DE 8.84 DM3 1200 °C, 220 VAC TRIFILAR CONTROL AUTOMATICO	TERRIGENO
65	84457	PH METRO PORTATIL PH-METRO DE MESA MODELO 3-STAR INCLUYE ELECTRODO DE VIDRIO 9157 B SOPORTE	ORION
66	86376	BAÑO DE ULTRASONIDO CON CALENTAMIENTO MODELO E30H ELMA CAPACIDAD 3 LITROS	BRANSON
67	87633	AGITADOR MAGNETICO SIN CALENTAMIENTO MODELO ESP (F206A10179)	VELP
68	87902	AGITADOR MAGNETICO DIGITAL CON PLANCHA DE CALENTAMIENTO	
69	88606	HORNO DE SECADO MEMMERT REF. 9010-0023	
70	88607	MUFLA VULCAN A-550 CON CONTROL DE TEMPERATURA	VULCAN
71	88608	BAÑO MARIA SENCILLO & PUESTOS MEMMERT	MEMMERT
72	88609	BALANZA ANALITICA SARTORIUS BP210S	SARTORIUS
73	88610	COLORIMETRO SMART	SMART
74	90560	BALANZA DE PRECISION BJ 1000C 1020 G/0.01G. SERIE 160 BJ 1000 AMPLIO PLATILLO DE PESADA. DISPLAY EN CRISTAL LIQUIDO. SIMPLE OPERACION CON SOLO 5 TECLAS.	PRECISA

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Marca
75	90571	PH-METRO MICROPROC. MESA LAB. S.N. 09250770	SCHOTT
76	90875	CENTRIFUGA UNIVERSAL DIGITAL DE MESA DE OSCILACION LIBRE, 5000 R.P.M.(VARIABLE).	GEMMYCO
77	92467	MEDIDOR DE PRUEBAS PARA ADHERENCIA HIDRAULICO	ELCOMETER
78	93550	NEVERA NO FROST DE 215 LITROS REF.CCN 215	CENTRALES
79	93680	AGITADOR MAGNETICO MODELO ESP (F206A 10179).	VELP
80	93681	EQUIPO DE AGITACION MAGNETICA MODELO ESP (F206A 10179).	VELP
81	100718	TURBIDIMETRO D LABORATORIO MODELO 2100N	HACH
82	100862	AGITADOR MAGNETICO CON CALENTAMIENTO HASTA 1200RPM 180MM CAPACIDAD 25 LT MAX PTENCIA 900W.(LAB.CERAMICOS)	VELP
83	100999	AGITADOR MAGNETICO SIN CALENTAMIENTO MARCA VELP F206A10179 ESP, MATERIAL TECNOPOLIMERO POTENCIA W5.(LAB.CERAMICOS)	VELP
84	101312	REFERNCE 600 POTENTIOSTAT GALVANOSTAT ZRA USB (V5), PART 992-00056 MARCA GAMRY MAXIMA CORRIENTE +600MA, INCLUDES: TWO YEAR WARRANTY, LEAD FREE	GAMRY INSTRUMENTS
85	101339	CAMARA EO-5012M MONO HE USB CAMERA CON SUS ACCESORIOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO.(LAB.CERAMICOS)	EDMO
86	101375	VISCOSIMETRO ANALOGICO MODELO LVDV-II+PRO.INCLUYE: ADAPTER ULA EZY TUBO CERRADO EN ACERO INOXIDABLE. (LAB.CERAMICOS-220)	BROOKFIELD
87	102199	FUENTE DE ALIMENTACION DUAL 0-25 V, 0-1A, ACCESORIOS INCLUIDOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO. E3620A LABORATORY DC POWER SUPPLY, DUAL OUTPUT.	AGILENT
88	102200	FUENTE DE ALIMENTACION DUAL 0-25 V, 0-1A, ACCESORIOS INCLUIDOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO. E3620A LABORATORY DC POWER SUPPLY, DUAL OUTPUT.	AGILENT
89	102475	MULTIMETRO DIGITAL TRMS AMPROBE 34XR-A. (LAB.CERAMICOS-220)	AMPROBE
90	102476	MULTIMETRO DIGITAL TRMS AMPROBE 34XR-A.(LAB.GIMAT-225)	AMPROBE
91	102965	ESTRUCTURA PARA LA FABRICACION DE UN INMERSOR-EXTRACTOR EN ACERO INOXIDABLE TIPO 304 (GUATIGUARA LAB GIMBA)	
92	103997	PHMETRO DE MESA HANNA REF. HI2211-01 DIMENSIONES 240*182 MM, PESO 1.1KG, (GUATIGUARA LAB.GIMBA)	HANNA
93	104024	PIPETA MONOCANAL SERIE F2 DE VOLUMEN VARIABLE DE 0.5 - 5ML (GUATIGUARA LAB.GIMBA)	THERMO

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Marca
94	104347	LAMPARA DE ARSENICO PARA AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
95	104348	LAMPARA BARIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
96	104349	LAMPARA DE CADMIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
97	104350	LAMPARA CROMO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
98	104351	LAMPARA DE MERCURIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
99	104352	LAMPARA SELENIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
100	104353	LAMPARA ZINC AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	BUCK SCIENTIFIC
101	104354	GENERADOR DE HIDRUIOS TIPO BATCH HYDRIDE AND COLD VAPOR FOR HG/AS/SE MODELO 1018 MARCA BUCK SCIENTIFIC. INCLUYE INSTALACION	BUCK SCIENTIFIC
102	106421	ANALIZADOR DE TRAZAS MOD. E-693/694 CON STAND DE ANALISIS NO (GUATIGUARA)	
103	106422	CELDA DE FLOTACION MOD. OIX-187413002 CON IMPU (GUATIGUARA)	
104	106424	CELDA DE FLOTACION PARA LAB. MOD. 583000 (GUATIGUARA)	
106	107408	MEDIDOR DE OXIGENO MARCA HACH MODE HQ30D FLEXI	HACH
107	108282	MULTIMETRO DIGITAL DE 6.5 DIGITOS MARCA AGILENT MOD.LXI SERIE.34410-A	AGILENT
108	108888	AUTOCLAVE DE OLLA ELECTRICA A VAPOR 50X MARCA ALL AMERICAN-USA (LABORATORIO GIMBA GUATIGUARA)	ALL AMERICAN-USA
109	109140	EQUIPO LABORATORIO GENESYS 10S UV/VIS ESPECTROFOTOMETRO ULTRAVIOLETA VISIBLE (LABORATORIO GIMBA GUATIGUARA)	THERMO SCIENTIFIC
110	No registra	DESTILADOR DE AGUA MODELO 82100	SCHOTT-GERATE
111	No registra	DIP COATER	
112	106423	MOLINO DE BOLAS PARA LABORATORIO SERIE NO 378 (GUATIGUARA)	DENVER
113	106425	MOLINO DE DISCOS (PULVERIZADOR) MOD. VO CON TRANSMISION DIRECTA MOTOR DE (GUATIGUARA)	BICO INC.
114	106426	TRITURADORA DE MANDIBULA DE 12" MOTOR 1HP MOD SK -2030-3 MARCA DE (GUATIGUARA)	BRAUN CHIPMUNK
115	No registra	RO-TAP (AGITADOR DE TAMICES)	
116	18030	MOLINOS DE ANILLOS	NAEF

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

El cálculo de la criticidad se realizó según la siguiente tabla (ver tabla 3) en la cual los equipos que están señalados con color rojo son los equipos que corresponden a los más críticos en el laboratorio de GIMBA, los que están marcados con color naranja corresponden a los medianamente críticos, y aquellos que están en color amarillo son los que no afectan de manera importante el funcionamiento del laboratorio. Los equipos críticos y algunos de los medianamente críticos que son importantes para el adecuado funcionamiento del laboratorio serán tenidos en cuenta para el estudio de confiabilidad que se desarrollara más adelante.

Tabla 3. Cálculo de criticidad del laboratorio de GIMBA.

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallos	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
1	588	BOMBA PERISTALICA MOD-PP603 NO 305	1	1	4	1	1	6	6
2	790	ESTERILIZADOR DE VAPOR CON BOMBA VACIO CHORRO P/ESTERILIZAR	1	4	4	1	1	18	18
3	792	HORNO MEMMERT F # 870436	1	4	4	1	1	18	18
4	793	REFRIGERADORA ALTERN 231 462	4	7	4	1	1	30	120
5	795	CONTADOR DE COLONIAS	1	1	4	1	1	6	6
6	809	ULTRACENTRIFUGA LABOFUGE 15000 # 134623	3	4	4	1	1	18	54
7	810	INCUBADOR B5060 # 8553364	3	1	4	1	1	6	18
8	816	BAÑO MARIA CON AGITACION # 10790487G	3	4	4	1	1	18	54
9	817	BAÑO MARIA CON AGITACION # 10790587G	3	4	4	1	1	18	54
10	818	AGITADORES 110 V - 60 HZ	1	1	4	1	1	6	6
11	819	COLORIMETRO ANALOGO CON LAMPARA # 252/9924	1	4	4	1	1	18	18
12	821	ROTOR DE ESQUINA G-14318	1	1	4	1	1	6	6
13	822	ROTOR DE ESQUINA G # -14464	1	1	4	1	1	6	6
14	823	REGULADOR DE PRESION DE OXIGENO	1	1	4	1	1	6	6
15	843	ROTAMETRO CON ACCESORIOS S/N FICHA TECNICA	1	4	4	1	1	18	18
16	860	AGITADORES REF 16 # 302568	1	1	4	1	1	6	6
17	6020	ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA SERIE # 131101 MOD 2380	3	7	4	1	3	32	96
18	6028	MOTOBOMBA DOSIFICADORA MASTERFLEX SERIE # 560239	1	4	4	1	1	18	18
19	6029	MOTOBOMBA DOSIFICADORA MASTERFLEX SERIE # 560226	1	4	4	1	1	18	18
20	6051	ESTUFA MOD U-40 S# 880-584	1	4	4	1	1	18	18
21	6169	ESTUFA MODELO T5050 EK S# 8803760	3	1	4	1	1	6	18
22	6183	BAÑO TERMOSTATADO MOD KS20S# K11004	2	4	4	1	1	18	36
23	6184	AGITADOR MECANICO DE ASPA MOD RE16 S# 302529	1	1	4	1	1	6	6
24	6535	RECIPIENTE DEWAR REFRIGERANTE	1	1	4	1	1	6	6
25	6536	VALVULA SELENOIDE REF 601	1	1	4	1	1	6	6
26	7309	UNIDAD DE CONTROL TERMICO MOD59744-A	1	4	4	1	1	18	18

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
27	7310	HORNO TUBULAR TRES ZONAS MOD 54357SERIE 818117	2	7	4	1	1	30	60
28	7506	ESTUFA INCUBADORA MOD U-10 S831243	3	1	4	1	1	6	18
29	13543	PLACA DE CALENTAMIENTO MOD H52 S # 02318009	1	1	4	1	1	6	6
30	13544	PLACA DE CALENTAMIENTO SECADO DE ARENAS MOD H52	1	1	4	1	1	6	6
31	14244	COMPRESOR DE AIRE S# 1213971 KCT 6020	1	4	4	1	1	18	18
32	15936	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA SERIE # K-64660 MOD AE 240S	2	1	4	1	1	6	12
33	16928	EQUIPO PARA DETERMINACION LIMITE DEL LIQUIDO	1	4	4	1	1	18	18
34	17043	VISCOSIMETRO N 13604	1	4	4	1	1	18	18
35	17426	BOMBA CENTRIFUGA NOL-G4360	1	1	4	1	1	6	6
36	18170	HORNO MUFLA MOD K1700/1 CMARA # 8600068 CONTROL # 8900092	1	4	4	1	1	18	18
37	18171	MICROSCOPIO BINOCULAR MOD DIAPLAN SERIE # 115554	2	1	4	1	1	6	12
38	18593	LAMPARA DE PLATINO PARTE # 03036051	1	1	4	1	1	6	6
39	24667	MESA PRE-PULIDORA MANUAL	1	1	4	1	1	6	6
40	26909	DISPOSITIVO DE MUESTREO AUTOMATICO TIPOMASTERFLEX MOD 7576 NO 121831	1	4	4	1	1	18	18
41	27705	FUENTE REGULADA MOD-6264B NO 1715A03292 DE OA 20 AMPERIOS	1	4	4	1	1	18	18
42	28103	ESTEREOMICROSCOPIO MD-TECNIVAL SERIE A23877 110V Y ACCESORIOS	1	4	4	1	1	18	18
43	30854	MULTIMETRO DIGITAL PORTATIL MOD: HC-3500T	1	1	4	1	1	6	6
44	33638	CABINA EXTRACTORA DE GASES, TIPO ADD-AIR. MODELO: C-180 X	1	7	4	1	1	30	30
45	33639	SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES PARA ABSORCION ATOMICA	2	7	4	1	3	32	64
46	40293	EQUIPO VA PROCESADOR REF: E-746-STAND DE ANALISIS REF: E-747 VA-ELECTRODO ESPECIAL-OTROS	1	4	4	1	1	18	18

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallos	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
47	41196	HORNO PARA LABORATORIO CON CUBIERTA EN ACERO3000 W. 220 V.	3	1	2	1	1	4	12
48	41197	HORNO PARA LABORATORIO CON CUBIERTA EN ACERO3000 W. 220 V.	3	1	2	1	1	4	12
49	44327	BOMBA DE VACIO THOMAS 191 REF. BV-T MOD.900-13-58E SERIE.192	2	10	4	1	1	42	84
50	47166	PULIDORA DESBASTADORA MOD: BETA DE PLATO CONDISCO DE TRABAJO UNIVERSAL DE 200 MM	1	1	4	1	1	6	6
51	47348	CABINA EXTRACTORA DE GASES MOD: C-120X	1	4	4	1	1	18	18
52	47665	DIGESTOR CEM MOD MDS 2000 A 650W LABORATORY 64 X 240	1	4	4	1	1	18	18
53	48439	SISTEMA DE ABSORCION DE ORO	1	4	4	1	1	18	18
54	49266	BOMBA SELENOIDE DE DIAFRAGMA CON CONTROL REMOTO Y CABEZA EN PP.	1	1	4	1	1	6	6
55	52310	BIOPOTENSIOSTATO AKEDUCO2 AFCEBP1 CON ASSESORIOSASI ACO11420	1	4	4	1	1	18	18
56	52564	ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA MOD. 210VGP.	3	7	4	1	3	32	96
57	52570	TITULADOR AUTOMATICO REF. E-751/728 CON CONDUCTOMETRO DE PRECISION	3	7	4	1	3	32	96
58	52577	BALANZA DE PRECISION ELECTRONICA MOD. PB8000	2	1	4	1	1	6	12
59	52578	BALANZA ELECTRONICA MOD. AB204	2	1	4	1	1	6	12
60	53168	MAQUINA PARA ENSAYO DE CAIDA LIBRE	1	1	4	1	1	6	6
61	53812	OXIGENOMETRO HANDYLAB OX12 SCHOTT	1	1	4	1	1	6	6
62	62292	VARIADOR ELECTRONICO DE VELOCIDAD 220 V	1	1	4	1	1	6	6
63	62294	VARIADOR ELECTRONICO DE VELOCIDAD 220 V	1	1	4	1	1	6	6
64	81907	HORNO ELECTRICO CON VOLUMEN DE 8.84 DM3 1200 °C, 220 VAC TRIFILAR CONTROL AUTOMATICO	3	1	2	1	1	4	12

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
65	84457	PH METRO PORTATIL PH-METRO DE MESA MODELO 3-STAR INCLUYE ELECTRODO DE VIDRIO 9157 B SOPORTE	1	4	4	1	1	18	18
66	86376	BAÑO DE ULTRASONIDO CON CALENTAMIENTO MODELO E30H ELMA CAPACIDAD 3 LITROS	1	10	4	1	1	42	42
67	87633	AGITADOR MAGNETICO SIN CALENTAMIENTO MODELO ESP (F206A10179)	1	1	4	1	1	6	6
68	87902	AGITADOR MAGNETICO DIGITAL CON PLANCHA DE CALENTAMIENTO	1	1	4	1	1	6	6
69	88606	HORNO DE SECADO MEMMERT REF. 9010-0023	1	4	4	1	1	18	18
70	88607	MUFLA VULCAN A-550 CON CONTROL DE TEMPERATURA	2	1	4	1	1	6	12
71	88608	BAÑO MARIA SENCILLO & PUESTOS MEMMERT	1	4	4	1	1	18	18
72	88609	BALANZA ANALITICA SARTORIUS BP210S	1	4	4	1	1	18	18
73	88610	COLORIMETRO SMART	1	4	4	1	1	18	18
74	90560	BALANZA DE PRECISION BJ 1000C 1020 G/0.01G. SERIE 160 BJ 1000 AMPLIO PLATILLO DE PESADA. DISPLAY EN CRISTAL LIQUIDO. SIMPLE OPERACION CON SOLO 5 TECLAS.	1	4	4	1	1	18	18
75	90571	PH-METRO MICROPROC. MESA LAB. S.N. 09250770	2	4	4	1	1	18	36
76	90875	CENTRIFUGA UNIVERSAL DIGITAL DE MESA DE OSCILACION LIBRE, 5000 R.P.M.(VARIABLE).	3	4	4	1	1	18	54
77	92467	MEDIDOR DE PRUEBAS PARA ADHERENCIA HIDRAULICO	1	1	4	1	1	6	6
78	93550	NEVERA NO FROST DE 215 LITROS REF.CCN -215	1	1	4	1	1	6	6
79	93680	AGITADOR MAGNETICO MODELO ESP (F206A 10179).	1	4	4	1	1	18	18
80	93681	EQUIPO DE AGITACION MAGNETICA MODELO ESP (F206A 10179).	1	4	4	1	1	18	18
81	100718	TURBIDIMETRO D LABORATORIO MODELO 2100N	3	4	4	1	1	18	54

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Falas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
82	100862	AGITADOR MAGNETICO CON CALENTAMIENTO HASTA 1200RPM 180MM CAPACIDAD 25 LT MAX PTENCIA 900W.(LAB.CERAMICOS)	1	4	4	1	1	18	18
83	100999	AGITADOR MAGNETICCO SIN CALENTAMIENTO MARCA VELP F206A10179 ESP, MATERIAL TECNOPOLIMERO POTENCIA W5.(LAB.CERAMICOS)	1	4	4	1	1	18	18
84	101312	REFERNCE 600 POTENIOSTAT GALVANOSTAT ZRA USB (V5), PART 992-00056 MARCA GAMRY MAXIMA CORRIENTE +600MA, INCLUDES: TWO YEAR WARRANTY, LEAD FREE	3	7	4	1	1	30	90
85	101339	CAMARA EO-5012M MONO HE USB CAMERA CON SUS ACCESORIOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO.(LAB.CERAMIC OS)	1	4	4	1	1	18	18
86	101375	VISCOSIMETRO ANALOGICO MODELO LVDV-II+PRO.INCLUYE: ADAPTER ULA EZY TUBO CERRADO EN ACERO INOXIDABLE. (LAB.CERAMICOS-220)	1	4	4	1	1	18	18
87	102199	FUENTE DE ALIMENTACION DUAL 0-25 V, 0-1A, ACCESORIOS INCLUIDOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO. E3620A LABORATORY DC POWER SUPPLY, DUAL OUTPUT.	2	4	4	1	1	18	36
88	102200	FUENTE DE ALIMENTACION DUAL 0-25 V, 0-1A, ACCESORIOS INCLUIDOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO. E3620A LABORATORY DC POWER SUPPLY, DUAL OUTPUT.	1	4	4	1	1	18	18
89	102475	MULTIMETRO DIGITAL TRMS AMPROBE 34XR-A. (LAB.CERAMICOS-220)	1	1	4	1	1	6	6
90	102476	MULTIMETRO DIGITAL TRMS AMPROBE 34XR-A.(LAB.GIMAT-225)	2	4	4	1	1	18	36

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
91	102965	ESTRUCTURA PARA LA FABRICACION DE UN INMERSOR-EXTRACTOR EN ACERO INOXIDABLE TIPO 304 (GUATIGUARA LAB GIMBA)	1	1	4	1	1	6	6
92	103997	PHMETRO DE MESA HANNA REF. HI2211-01 DIMENSIONES 240*182 MM, PESO 1.1KG, (GUATIGUARA LAB.GIMBA)	2	4	4	1	1	18	36
93	104024	PIPETA MONOCANAL SERIE F2 DE VOLUMEN VARIABLE DE 0.5 - 5ML (GUATIGUARA LAB.GIMBA)	1	1	4	1	1	6	6
94	104347	LAMPARA DE ARSENICO PARA AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	1	6	6
95	104348	LAMPARA BARIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	3	8	8
96	104349	LAMPARA DE CADMIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	3	8	8
97	104350	LAMPARA CROMO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	3	8	8
98	104351	LAMPARA DE MERCURIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	3	8	8
99	104352	LAMPARA SELENIO AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	3	8	8
100	104353	LAMPARA ZINC AA BUCK SCIENTIFIC (GUATIGUARA GRUPO GIMBA)	1	1	4	1	3	8	8
101	104354	GENERADOR DE HIDRURAS TIPO BATCH HYDRIDE AND COLD VAPOR FOR HG/AS/SE MODELO 1018 MARCA BUCK SCIENTIFIC. INCLUYE INSTALACION	3	10	4	1	3	44	132
102	106421	ANALIZADOR DE TRAZAS MOD. E-693/694 CON STAND DE ANALISIS NO (GUATIGUARA)	1	1	4	1	1	6	6
103	106422	CELDA DE FLOTACION MOD. OIX-187413002 CON IMPU (GUATIGUARA)	1	1	4	1	1	6	6
104	106424	CELDA DE FLOTACION PARA LAB. MOD. 583000 (GUATIGUARA)	1	1	4	1	1	6	6

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
106	107408	MEDIDOR DE OXIGENO MARCA HACH MODE HQ30D FLEXI	1	7	4	1	1	30	30
107	108282	MULTIMETRO DIGITAL DE 6.5 DIGITOS MARCA AGILENT MOD.LXI SERIE.34410-A	2	4	4	1	1	18	36
108	108888	AUTOCLAVE DE OLLA ELECTRICA A VAPOR 50X MARCA ALL AMERICAN-USA (LABORATORIO GIMBA GUATIGUARA)	2	10	4	1	1	42	84
109	109140	EQUIPO LABORATORIO GENESYS 10S UV/VIS ESPECTROFOTOMETRO ULTRAVIOLETA VISIBLE (LABORATORIO GIMBA GUATIGUARA)	3	7	4	1	3	32	96
110	No registra	DESTILADOR DE AGUA	2	4	4	1	1	18	36
111	No registra	DIP COATER	2	4	4	1	1	18	36
112	106423	MOLINO DE BOLAS PARA LABORATORIO SERIE NO 378 (GUATIGUARA)	3	7	4	1	1	30	90
113	106425	MOLINO DE DISCOS (PULVERIZADOR) MOD. VO CON TRANSMISION DIRECTA MOTOR DE (GUATIGUARA)	3	7	4	1	1	30	90
114	106426	TRITURADORA DE MANDIBULA DE 12" MOTOR 1HP MOD SK -2030-3 MARCA DE (GUATIGUARA)	2	4	4	1	1	18	36
115	No registra	RO-TAP (AGITADOR DE TAMICES)	2	4	4	1	1	18	36
116	18030	MOLINOS DE ANILLOS	3	7	4	1	1	30	90

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Para realizar los estudios de confiabilidad y la propuesta del plan de mantenimiento para el laboratorio de GIMBA serán tenidos en cuenta *los equipos que resultaron críticos en el estudio de criticidad (Ver tabla 4).*

Tabla 4. Clasificación de los equipos del laboratorio GIMBA.

No.	IDENTIFICACION	EQUIPO	CLASIFICACION
4	793	REFRIGERADORA ALTERN 231 462	CRITICO
17	6020	ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA SERIE # 131101 MOD 2380	CRITICO
27	7310	HORNO TUBULAR TRES ZONAS MOD 54357SERIE 818117	CRITICO
44	33638	CABINA EXTRACTORA DE GASES, TIPO ADD-AIR. MODELO: C-180 X	CRITICO
45	33639	SISTEMA DE EXTRACCION DE GASES PARA ABSORCION ATOMICA	CRITICO
49	44327	BOMBA DE VACIO THOMAS 191 REF. BV-T MOD.900-13-58E SERIE.192	CRITICO
56	52564	ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA MOD. 210VGP. SISTEMA O	CRITICO
57	52570	TITULADOR AUTOMATICO REF. E-751/728 CON CONDUCTOMETRO DE PRECISION	CRITICO
66	86376	BAÑO DE ULTRASONIDO CON CALENTAMIENTO MODELO E30H ELMA CAPACIDAD 3 LITROS	CRITICO
75	90571	PH-METRO MICROPROC. MESA LAB. S.N. 09250770	CRITICO
84	101312	REFERNCE 600 POTENTIOSTAT GALVANOSTAT ZRA USB (V5), PART 992-00056 MARCA GAMRY MAXIMA CORRIENTE +-600MA, INCLUDES: TWO YEAR WARRANTY, LEAD FREE	CRITICO
92	103997	PHMETRO DE MESA HANNA REF. HI2211-01 DIMENSIONES 240*182 MM, PESO 1.1KG, (GUATIGUARA LAB.GIMBA)	CRITICO
101	104354	GENERADOR DE HIDRUROS TIPO BATCH HYDRIDE AND COLD VAPOR FOR HG/AS/SE MODELO 1018 MARCA BUCK SCIENTIFIC. INCLUYE INSTALACION	CRITICO
106	107408	MEDIDOR DE OXIGENO MARCA HACH MODE HQ30D FLEXI	CRITICO
108	108888	AUTOCLAVE DE OLLA ELECTRICA A VAPOR 50X MARCA ALL AMERICAN-USA (LABORATORIO GIMBA GUATIGUARA)	CRITICO
109	109140	EQUIPO LABORATORIO GENESYS 10S UV/VIS ESPECTROFOTOMETRO ULTRAVIOLETA VISIBLE (LABORATORIO GIMBA GUATIGUARA)	CRITICO
112	106423	MOLINO DE BOLAS PARA LABORATORIO SERIE NO 378 (GUATIGUARA)	CRITICO
113	106425	MOLINO DE DISCOS (PULVERIZADOR) MOD. VO CON TRANSMISION DIRECTA MOTOR DE (GUATIGUARA)	CRITICO
116	18030	MOLINOS DE ANILLOS	CRITICO
6	809	ULTRACENTRIFUGA LABOFUGE 15000 # 134623	MEDIANAMENTE CRITICO
7	810	INCUBADOR B5060 # 8553364	MEDIANAMENTE CRITICO
8	816	BAÑO MARIA CON AGITACION # 10790487G	MEDIANAMENTE CRITICO
9	817	BAÑO MARIA CON AGITACION # 10790587G	MEDIANAMENTE CRITICO
21	6169	ESTUFA MODELO T5050 EK S# 8803760	MEDIANAMENTE CRITICO

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	IDENTIFICACION	EQUIPO	CLASIFICACION
22	6183	BAÑO TERMOSTATADO MOD KS20S# K11004	MEDIANAMENTE CRITICO
28	7506	ESTUFA INCUBADORA MOD U-10 S831243	MEDIANAMENTE CRITICO
32	15936	BALANZA ELECTRONICA ANALITICA SERIE # K-64660 MOD AE 240S	MEDIANAMENTE CRITICO
37	18171	MICROSCOPIO BINOCULAR MOD DIAPLAN SERIE # 115554	MEDIANAMENTE CRITICO
47	41196	HORNO PARA LABORATORIO CON CUBIERTA EN ACERO3000 W. 220 V.	MEDIANAMENTE CRITICO
48	41197	HORNO PARA LABORATORIO CON CUBIERTA EN ACERO3000 W. 220 V.	MEDIANAMENTE CRITICO
58	52577	BALANZA DE PRECISION ELECTRONICA MOD. PB8000	MEDIANAMENTE CRITICO
59	52578	BALANZA ELECTRONICA MOD. AB204	MEDIANAMENTE CRITICO
64	81907	HORNO ELECTRICO CON VOLUMEN DE 8.84 DM3 1200 °C, 220 VAC TRIFILAR CONTROL AUTOMATICO	MEDIANAMENTE CRITICO
70	88607	MUFLA VULCAN A-550 CON CONTROL DE TEMPERATURA	MEDIANAMENTE CRITICO
76	90875	CENTRIFUGA UNIVERSAL DIGITAL DE MESA DE OSCILACION LIBRE, 5000 R.P.M.(VARIABLE).	MEDIANAMENTE CRITICO
81	100718	TURBIDIMETRO D LABORATORIO MODELO 2100N	MEDIANAMENTE CRITICO
87	102199	FUENTE DE ALIMENTACION DUAL 0-25 V, 0-1A, ACCESORIOS INCLUIDOS PARA SU NORMAL FUNCIONAMIENTO. E3620A LABORATORY DC POWER SUPPLY, DUAL OUTPUT.	MEDIANAMENTE CRITICO
90	102476	MULTIMETRO DIGITAL TRMS AMPROBE 34XR-A.(LAB.GIMAT-225)	MEDIANAMENTE CRITICO
107	108282	MULTIMETRO DIGITAL DE 6.5 DIGITOS MARCA AGILENT MOD.LXI SERIE.34410-A	MEDIANAMENTE CRITICO
110	No registra	DESTILADOR DE AGUA	MEDIANAMENTE CRITICO
111	No registra	DIP COATER	MEDIANAMENTE CRITICO
114	106426	TRITURADORA DE MANDIBULA DE 12" MOTOR 1HP MOD SK -2030-3 MARCA DE (GUATIGUARA)	MEDIANAMENTE CRITICO
115	No registra	RO-TAP (AGITADOR DE TAMICES)	MEDIANAMENTE CRITICO
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO			

6.2 ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL LABORATORIO DE MICROSCOPIA.

En la tabla 5 se presenta el inventario de equipos del laboratorio de Microscopía a los cuales se les va hacer el estudio de criticidad.

Tabla 5. Listado de equipos del laboratorio de microscopia.

No.	Identificación	Equipo	Cantidad	Marca
1	98633	MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO	1	FEI
2	11043	RECUBRIDOR DE MUESTRAS	1	QUORUM
3	RLB0726914F	BAÑO ULTRASONICO	1	BRANSON
4	No registra	UPS 10 KVA	1	ENERGEX
5	102437	UPS 6KVA	1	TITAN
6	111013064	EQUIPO DE REFRIGERACION	1	THERMO SCIENTIFIC
7	CZC1018ZP7	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION	1	HP
8	CZC1089WS4	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION	1	HP
9	211700361	COMPRESOR	1	JUM-AIR
10	119465953	BOMBA DE VACIO RV3	1	EDWARDS
11	119460210	BOMBA DE VACIO RV8	1	EDWARDS
12	CN15HCM0H3	IMPRESORA OFFICEJET PRO 8500A PLUS	1	HP
13	9905508	TERMOHIGROMETRO	1	EXTECH

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Los Equipos que están señalados con color rojo son los equipos que corresponden a los más críticos en el laboratorio de Microscopia (ver tabla 6).

Tabla 6. Cálculo de criticidad del laboratorio de Microscopia.

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
1	98633	MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO	4	10	4	1	3	44	176
2	11043	RECUBRIDOR DE MUESTRAS	1	4	4	1	1	18	18
3	RLB0726914F	BAÑO ULTRASONICO	2	4	4	1	1	18	36
4	No registra	UPS 10 KVA	1	8	4	1	1	34	34
5	102437	UPS 6KVA	1	8	4	1	1	34	34
6	111013064	EQUIPO DE REFRIGERACION	2	7	4	1	3	32	64
7	CZC1018ZP7	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION	4	10	4	1	1	42	168
8	CZC1089WS4	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION	1	10	4	1	1	42	42
9	211700361	COMPRESOR	2	7	4	1	1	30	60
10	119465953	BOMBA DE VACIO RV3	1	4	4	1	3	20	20
11	119460210	BOMBA DE VACIO RV8	2	10	4	1	3	44	88
12	CN15HCM0H3	IMPRESORA	2	1	4	1	1	6	12
13	9905508	TERMOHIGROMETRO	1	1	4	1	1	6	6

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Para realizar los estudios de confiabilidad y la propuesta del plan de mantenimiento para el laboratorio de Microscopia serán tenidos en cuenta *los equipos que resultaron críticos en el estudio de criticidad.*

Tabla 7. Clasificación de los equipos del laboratorio de microscopia.

No.	IDENTIFICACION	EQUIPO	CLASIFICACION
1	98633	MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO	CRITICO
6	111013064	EQUIPO DE REFRIGERACION	CRITICO
7	CZC1018ZP7	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION	CRITICO
8	CZC1089WS4	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION	CRITICO
11	119460210	BOMBA DE VACIO RV8	CRITICO
4	No registra	UPS 10 KVA	MEDIANAMENTE CRITICO
5	102437	UPS 6KVA	MEDIANAMENTE CRITICO
9	211700361	COMPRESOR	MEDIANAMENTE CRITICO
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO			

6.3 ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL LABORATORIO DE DIFRACCION DE RAYOS X.

En la tabla 8. Se presenta el inventario de equipos del laboratorio de Difracción de rayos X a los cuales se les va hacer el estudio de criticidad.

Tabla 8. Listado de equipos del laboratorio de difracción de rayos X.

No.	Identificación	Equipo	Cantidad	Marca
1	CNC9DCV8LS	IMPRESORA LASER JET PRO 200	1	HP
2	71121	PC ESCRITORIO OPTIPLEZ GX 620	1	DELL
3	1DZ18402369	ROUTER	1	D-LINK
4	No registra	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X D8 DISCOVER	1	BRUKER
5	No registra	PC ESCRITORIO PRECISION T3500	1	DELL
6	101416	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X D8 ADVANCE	1	BRUKER
7	No registra	PC ESCRITORIO PRECISION T3500	1	DELL
8	BE214KXX07	UPS EATON 40 KVA	1	EATON
9	BE194KXX03	UPS EATON 40 KVA	1	EATON
10	No registra	CHILLERS	1	LAHNTECH NIK
11	No registra	CHILLERS	1	LAHNTECH NIK
12	8332040266	BALANZA DE PRECISION	1	OHAUS
13	9905506	TERMOHIGROMETRO	1	EXTECH
14	No registra	PERLADORA	1	KATANAX
15	No registra	PRENSA	1	SAMPLE- PREP
16	No registra	ESPECTRÓMETRO S8 TIGER	1	BRUKER
17	No registra	MOLINO	1	SAMPLE- PREP
18	No registra	AGITADOR DE TAMICES	1	PINZUAR
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO				

Los Equipos que están señalados con color rojo son los equipos que corresponden a los más críticos en el laboratorio de Difracción de rayos X (Ver tabla 9).

Tabla 9. Cálculo de criticidad del laboratorio de difracción de rayos X.

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
1	CNC9DCV8LS	IMPRESORA LASER JET PRO 200	1	1	4	1	1	6	6
2	71121	PC ESCRITORIO OPTIPLEZ GX 620	1	10	2	1	1	22	22
3	1DZ18402369	ROUTER	1	4	4	1	1	18	18
4	No registra	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X D8 DISCOVER	2	10	4	1	1	42	84
5	No registra	PC ESCRITORIO PRECISION T3500	1	10	2	1	1	22	22
6	101416	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X D8 ADVANCE	2	10	4	1	1	42	84
7	No registra	PC ESCRITORIO PRECISION T3500	1	10	2	1	1	22	22
8	BE214KXX07	UPS EATON 40 KVA	1	8	4	1	1	34	34
9	BE194KXX03	UPS EATON 40 KVA	1	8	4	1	1	34	34
10	No registra	CHILLERS	2	10	4	1	3	44	88
11	No registra	CHILLERS	2	10	4	1	3	44	88
12	8332040266	BALANZA DE PRECISION	1	7	4	1	1	30	30
13	9905506	TERMOHIGROMETRO	1	1	4	1	1	6	6
14	No registra	PERLADORA	1	10	4	1	1	42	42
15	No registra	PRENSA	1	7	4	1	1	30	30
16	No registra	ESPECTROMETRO S8 TIGER	2	10	4	1	1	42	84
17	No registra	MOLINO	2	7	4	1	1	30	60
18	No registra	AGITADOR DE TAMICES	1	5	4	1	1	22	22

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Para realizar los estudios de confiabilidad y la propuesta del plan de mantenimiento para el laboratorio de Difracción de rayos X. serán tenidos en cuenta *los equipos que resultaron críticos en el estudio de criticidad* (ver tabla 10).

Tabla 10. Clasificación de los equipos del laboratorio de difracción de rayos X.

No.	IDENTIFICACION	EQUIPO	CLASIFICACION
4	No registra	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X D8 DISCOVER	CRITICO
6	101416	DIFRACTOMETRO DE RAYOS X D8 ADVANCE	CRITICO
10	No registra	CHILLERS	CRITICO
11	No registra	CHILLERS	CRITICO
14	No registra	PERLADORA	CRITICO
16	No registra	ESPECTROMETRO S8 TIGER	CRITICO
8	BE214KXX07	UPS EATON 40 KVA	MEDIANAMENTE CRITICO
9	BE194KXX03	UPS EATON 40 KVA	MEDIANAMENTE CRITICO
17	No registra	MOLINO	MEDIANAMENTE CRITICO
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO			

6.4 ESTUDIO DE CRITICIDAD EN EL SISTEMA DE AIRE CONDICIONADO.

En la tabla 11. Se presenta el inventario de equipos del Sistema de aire acondicionado del PTG a los cuales se les va hacer el estudio de criticidad.

Tabla 11. Listado de equipos del sistema de aire acondicionado.

No.	Identificación	Equipo	Cantidad	Marca
1	ENF-01/02	Enfriador de agua de condensación por aire marca YORK modelo YLAA115, 460/3/60	2	YORK
2	UCW-01/02	Unidad acondicionadora de aire tipo cassette hidrónico marca YORK modelo HKH35 a 220V, 1 fase.	2	YORK
3	ACW - 01	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
4	ACW - 02	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
5	ACW - 03	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
6	ACW - 04	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
7	ACW - 09	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	1	YORK
8	ACW - 10	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
9	ACW - 11	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	1	YORK
10	ACW - 12	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
11	ACW - 13	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
12	ACW - 14	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
13	ACW - 15	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
14	ACW - 16	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	1	YORK
15	ACW - 17	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	1	YORK
16	ACW - 18	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
17	ACW - 19	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	1	YORK
18	ACW - 20	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
19	ACW - 22	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK
20	ACW - 23	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	1	YORK

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Cantidad	Marca
22	BAF - 01/02/03	Bomba centrífuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	3	ARMSTRO NG
23	REC - 01/02	Ventilador recuperador de energía de tipo entalpía, modelo ERV - 5500 a 220/3/60	2	LORENCO OK
24	VI-01	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
25	VI-02	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
26	VI-03	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
27	VI-04	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
28	VI-05	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
29	VI-06	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
30	VEC-01	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
31	VEC-02	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
32	VEC-03	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
33	VEC-04	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
34	VEC-05	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	1	SOLER & PALAU
35	VEC-06	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 19	1	SOLER & PALAU
36	VEC-07	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	1	SOLER & PALAU
37	VEC-08	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 21	1	SOLER & PALAU
38	VETH-01	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60	1	SOLER & PALAU
39	TD 500	Ventilador de extracción de aire a 120/1/60	2	SOLER & PALAU
40	SRV'01	Sistema de refrigeramiento variable LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras.	1	LG
41	UEC-1	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
42	UEC-2	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
43	UEC-3	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
44	UEC-4	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
45	UEC-5	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
46	UEC-6	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
47	UEC-7	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
48	UEC-8	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
49	UEC-9	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
50	UEC-10	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
51	UEC-11	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
52	UEC-12	Unidad Cassette LG "1Way"	1	LG
53	UEC-13	Unidad Cassette LG "4Way"	1	LG
54	UEW-1	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	1	LG
55	UEW-2	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	1	LG
56	UEW-3	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	1	LG

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Los Equipos que están señalados con color rojo son los equipos que corresponden a los más críticos en el Sistema de aire acondicionado del PTG (ver tabla 12).

Tabla 12. Cálculo de criticidad del sistema de aire acondicionado.

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
1	ENF-01	Enfriador de agua decondensación por aire marca YORK modelo YLAA115, 460/3/60	2	7	4	1	3	32	64
2	ENF-02	Enfriador de agua de condensación por aire marca YORK modelo YLAA115, 460/3/60	2	7	4	1	3	32	64
3	UCW-01	Unidad acondicionadora de aire tipo cassette hidrónico marca YORK modelo HKH35 a 220V, 1 fase.	3	4	4	1	3	20	60
4	UCW-02	Unidad acondicionadora de aire tipo cassette hidrónico marca YORK modelo HKH35 a 220V, 1 fase.	3	4	4	1	3	20	60
5	ACW - 01	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	2	10	4	1	8	49	98
6	ACW - 02	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	2	10	4	1	8	49	98
7	ACW - 03	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	2	10	4	1	8	49	98
8	ACW - 04	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	2	10	4	1	8	49	98
9	ACW - 09	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
10	ACW - 10	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
11	ACW - 11	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
12	ACW - 12	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
13	ACW - 13	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
14	ACW - 14	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
15	ACW - 15	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
16	ACW - 16	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
17	ACW - 17	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
18	ACW - 18	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
19	ACW - 19	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
20	ACW - 20	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
21	ACW - 22	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
22	ACW - 23	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
23	AWC - 27	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 09-HH-L a 220/3/60	2	7	4	1	3	32	64
24	BAF - 01	Bomba centrífuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	1	7	4	1	3	32	32
25	BAF - 02	Bomba centrífuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	1	7	4	1	3	32	32
26	BAF - 03	Bomba centrífuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	1	7	4	1	3	32	32
27	REC - 01	Ventilador recuperador de energía de tipo entalpía, modelo ERV - 5500 a 220/3/60	2	4	4	1	1	18	36
28	REC - 02	Ventilador recuperador de energía de tipo entalpía, modelo ERV - 5500 a 220/3/60	2	4	4	1	1	18	36
29	VI-01	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	2	4	4	1	1	18	36
30	VI-02	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	2	4	4	1	1	18	36

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
31	VI-03	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	2	4	4	1	1	18	36
32	VI-04	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 18	2	4	4	1	1	18	36
33	VI-05	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	2	4	4	1	1	18	36
34	VI-06	Ventilador de inyección de aire fresco a 220/3/60 CLT 20	2	4	4	1	1	18	36
35	VEC-01	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	2	4	4	1	1	18	36
36	VEC-02	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	2	4	4	1	1	18	36
37	VEC-03	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	2	4	4	1	1	18	36
38	VEC-04	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	2	4	4	1	1	18	36
39	VEC-05	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 18	2	4	4	1	1	18	36
40	VEC-06	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 19	2	4	4	1	1	18	36
41	VEC-07	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 20	2	4	4	1	1	18	36
42	VEC-08	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60 CLT 21	2	4	4	1	1	18	36
43	VETH-01	Ventilador de extracción de aire a 220/3/60	2	4	4	1	1	18	36
44	TD 500-01	Ventilador de extracción de aire a 120/1/60	2	4	4	1	1	18	36
45	TD 500-02	Ventilador de extracción de aire a 120/1/60	2	4	4	1	1	18	36
46	SRV'01	Sistema de refrigeramiento variable LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras.	1	7	4	1	3	32	32
47	UEC-1	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
48	UEC-2	Unidad Cassette LG "1Way"	3	4	4	1	3	20	60
49	UEC-3	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
50	UEC-4	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
51	UEC-5	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
52	UEC-6	Unidad Cassette LG "1Way"	3	4	4	1	3	20	60
53	UEC-7	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
54	UEC-8	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
55	UEC-9	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
56	UEC-10	Unidad Cassette LG "1Way"	3	4	4	1	3	20	60
57	UEC-11	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	Identificación	Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Mantenimiento	Impacto SAH	Consecuencia	CRITICIDAD
58	UEC-12	Unidad Cassette LG "1Way"	3	4	4	1	3	20	60
59	UEC-13	Unidad Cassette LG "4Way"	3	4	4	1	3	20	60
60	UEW-1	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	3	4	4	1	3	20	60
61	UEW-2	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	3	4	4	1	3	20	60
62	UEW-3	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	3	4	4	1	3	20	60

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Para realizar los estudios de confiabilidad y la propuesta del plan de mantenimiento para el Sistema de aire acondicionado del PTG. Serán tenidos en cuenta *los equipos que resultaron críticos en el estudio de criticidad* (ver tabla 13).

Tabla 13. Clasificación de los equipos del sistema de aire acondicionado.

No.	IDENTIFICACION	EQUIPO	CLASIFICACION
5	ACW - 01	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	CRITICO
6	ACW - 02	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	CRITICO
7	ACW - 03	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	CRITICO
8	ACW - 04	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	CRITICO
1	ENF-01	Enfriador de agua de condensación por aire marca YORK modelo YLAA115, 460/3/60	CRITICO
2	ENF-02	Enfriador de agua de condensación por aire marca YORK modelo YLAA115, 460/3/60	CRITICO
9	ACW - 09	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	CRITICO
10	ACW - 10	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	CRITICO
11	ACW - 11	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	CRITICO
12	ACW - 12	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	CRITICO
13	ACW - 13	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	CRITICO
14	ACW - 14	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	CRITICO
15	ACW - 15	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	CRITICO
16	ACW - 16	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution XTO-33x66 a 220/3/60	CRITICO
17	ACW - 17	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-W-L a 220/3/60	CRITICO
18	ACW - 18	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	CRITICO
19	ACW - 19	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-07X 09-HV-L a 220/3/60	CRITICO
20	ACW - 20	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	CRITICO
21	ACW - 22	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	CRITICO
22	ACW - 23	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 15-HV-L a 220/3/60	CRITICO

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No.	IDENTIFICACION	EQUIPO	CLASIFICACION
23	AWC - 27	Unidad manejadora de aire marca YORK modelo solution YSM25-09X 09-HH-L a 220/3/60	CRITICO
46	SRV'01	Sistema de refrigeramiento variable LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras.	CRITICO
3	UCW-01	Unidad acondicionadora de aire tipo cassette hidrónico marca YORK modelo HKH35 a 220V, 1 fase.	MEDIANAMENTE CRITICO
4	UCW-02	Unidad acondicionadora de aire tipo cassette hidrónico marca YORK modelo HKH35 a 220V, 1 fase.	MEDIANAMENTE CRITICO
24	BAF - 01	Bomba centrifuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	MEDIANAMENTE CRITICO
25	BAF - 02	Bomba centrifuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	MEDIANAMENTE CRITICO
26	BAF - 03	Bomba centrifuga vertical modelo 4300 IVS 4x411,5-10 a 440/3/60	MEDIANAMENTE CRITICO
47	UEC-1	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
48	UEC-2	Unidad Cassette LG "1Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
49	UEC-3	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
50	UEC-4	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
51	UEC-5	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
52	UEC-6	Unidad Cassette LG "1Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
53	UEC-7	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
54	UEC-8	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
55	UEC-9	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
56	UEC-10	Unidad Cassette LG "1Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
57	UEC-11	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
58	UEC-12	Unidad Cassette LG "1Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
59	UEC-13	Unidad Cassette LG "4Way"	MEDIANAMENTE CRITICO
60	UEW-1	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	MEDIANAMENTE CRITICO
61	UEW-2	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	MEDIANAMENTE CRITICO
62	UEW-3	Unidad Cassette LG "Wall Mounted Neo Forte"	MEDIANAMENTE CRITICO

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

7. ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

Para la realización del análisis de confiabilidad en los equipos críticos del laboratorio de GIMBA, Microscopia, difracción de rayos x, y sistema de aire acondicionado; se deben analizar los datos históricos de fallas y mantenimientos preventivos, suministrados por el sistema integrado de mantenimiento (SIMAT) (ver figura 6); dado este caso, solo el SIMAT cuenta con datos históricos pertenecientes al *laboratorio de GIMBA* el cual tiene referencia a 3 equipos que aunque sean equipos medianamente críticos se tomarán de ejemplo en este capítulo.

Estos datos serán cotejados mediante la ecuación Weibull y el SIMAT.

Figura 6. Plataforma de consulta del Sistema de mantenimiento tecnológico

Mantenimiento Correctivo:

Número de la Solicitud	Estado de Solicitud	Motivo de la Solicitud	Número de Inventario	Elemento	Fecha de Creación
15444	OT cerrada por el Técnico	Reparación del equipo	809	CENTRIFUGA	jun/07/2013
9073	OT cerrada por el Beneficiario	REVISION DE LA CENTRIFUGA UBICADA EN LE GIMBA FUE REVISADA Y FUNCIONA PERO EN LAS ÚLTIMAS PRACTICAS QUEMA EL FUSIBLE	809	CENTRIFUGA	jun/16/2010
8858	OT cerrada por el Beneficiario	REPARACION DE ULTRACENTRIFUGA, UBICADA EN EL LABORATORIO GIMBA. EXT. 3562	809	CENTRIFUGA	abr/15/2010
6072	OT cerrada por el Beneficiario	REVISION Y MANTENIMIENTO DE UNA ULTRACENTRIFUGA, NUMERO DE INVENTARIO 809	809	CENTRIFUGA	jul/18/2007

Mantenimiento Preventivo:

Número de la Solicitud	Estado de Solicitud	Número de Inventario	Elemento	Fecha de Creación
15249	OT cerrada por el Técnico	809	CENTRIFUGA	may/23/2013

Fuente: División de mantenimiento tecnológico.

7.1 DATOS HISTÓRICOS LABORATORIO GIMBA

Los datos que se van a presentar pertenecen al comportamiento de los equipos como son los tiempos entre fallas (TBF²⁶) y los tiempos de reparación (TTR²⁷), estos datos se obtienen a partir de la información suministrada por el software SIMAT de la división de mantenimiento tecnológico, que son indispensables para calcular los tiempos medios entre fallas (MTBF²⁸) y los tiempos medios de reparación (MTTR²⁹), como también los otros parámetros de la distribución de Weibull. Hay que recordar la confiabilidad de los parámetros calculados depende de la veracidad y calidad de la información disponible en el software.

Los datos históricos que se van a presentar aquí pertenecen a los equipos clasificados como medianamente críticos haciendo una excepción porque en este trabajo solo se consideran equipos críticos. Los datos para este laboratorio se tomaron para un periodo desde cuando apareció la primera falla registrada por el SIMAT hasta el 23 de enero de 2014 (ver tablas 14, 15, 16).

Los equipos deben tener por lo menos 3 datos históricos ya que el número de datos de este tipo de estudio así lo requiere.

Tabla 14. Datos históricos horno eléctrico (81907)

No.	Solicitud (DD/MM/AAAA)	Cierre (DD/MM/AAAA)	TBF	TTR
1	8/6/2010	3/12/2012	40	615
2	9/14/2010	3/12/2012	796	575
3	11/16/2012	11/22/2012	243	7
4	6/17/2013	7/2/2013	Ahora	16

Fuente: Autores del proyecto.

²⁶ TBF= TIME BETWEEN FAILURES (Tiempo entre fallas).

²⁷ TTR= TIME TO REPAIR (Tiempo para reparar).

²⁸ MTBF= MEAN TIME BETWEEN FAILURES (Tiempo medio entre fallas).

²⁹ MTTR= MEAN TIME TO REPAIR (Tiempo medio para reparar).

Tabla 15. Datos históricos mufla vulcan A550 (88607)

No.	Solicitd (DD/MM/AAAA)	Cierre (DD/MM/AAAA)	TBF	TTR
1	8/6/2010	3/12/2012	47	615
2	9/21/2010	3/12/2012	1029	575
3	6/17/2013	7/5/2013	Ahora	19

Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 16. Datos históricos centrifuga universal (90875)

No.	Solicitd (DD/MM/AAAA)	Cierre (DD/MM/AAAA)	TBF	TTR
1	5/12/2011	3/12/2012	312	305
2	3/20/2012	4/26/2012	416	38
3	5/10/2013	6/25/2013	Ahora	46

Fuente: Autores del proyecto.

7.2 CALCULO DE LOS PARÁMETROS DE WEIBULL

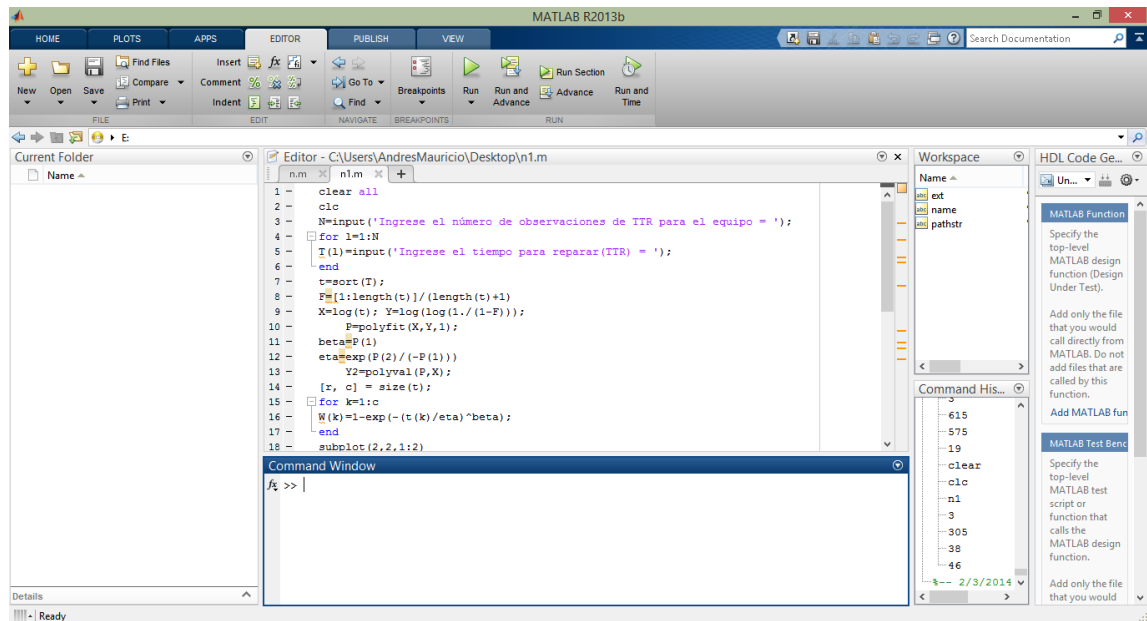
Teniendo los tiempos entre fallos (TBF) y los tiempos para reparar (TTR), se procedió con el cálculo de los parámetros de Weibull. Para el cálculo de estos se usó el software MATLAB, ver figura 7.

El código de programación en el MATLAB³⁰ se utiliza como primer paso para la obtención de los parámetros de Weibull y la creación de las gráficas de Weibull, además hay que introducir al menos 3 datos de solicitudes de servicio del SIMAT

³⁰ QUIÑONES, Jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad análisis de criticidad en los laboratorios clínico y de inmunología y biología molecular de la universidad industrial de Santander. DATASTREAM. [en línea]. Bucaramanga, 2012. 71 p. [Consultado Ene. 2014].

correspondientes a los tiempos entre falla TBF (días), y similarmente se hace el mismo procedimiento para los tiempos para reparar TTR (días).

Figura 7. Entorno del programa de MATLAB R2013b



7.2.1 Cálculo de los parámetros de confiabilidad (Grafica).

El código de MATLAB con los tiempos entre fallas (TBF) los cuales se organizan de menor a mayor para luego calcular los porcentajes acumulados para cada tiempo de falla mediante el método de los rangos medianos.

El código de MATLAB calcula los parámetros de Weibull que son el factor de forma o pendiente β (beta) y la escala η (eta) además como el MTBF (Tiempo medio entre fallos) el cual es necesario para calcular la disponibilidad del equipo.

Véase la ecuación número 6 que es la MTBF según la distribución de Weibull³¹.

Esta es la ecuación base para el desarrollo del procedimiento de código de programación en MATLAB.

El Test de Kolmogorov-Smirnov (KS) se basa en comparar la verdadera función de distribución con la dada por la ley propuesta; acá se usa los valores absolutos de las diferencias entre punto y punto³² (ver figura 8).

El procedimiento en MATLAB se estableció calculando la discrepancia máxima para los TBF que se tengan y el mismo hace la comparación y nos encuentra el valor para comparar con la tabla de Kolmogorov-Smirnov (ver figura 8) y de esa manera verificar el nivel de confianza que tiene la distribución de Weibull; Esta hipótesis se acepta por el nivel de confiabilidad que el cliente requiera, por ejemplo una

Figura 8. Tabla de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste

Distribución del estadístico de Kolmogorov-Smirnov (D_n).
Se tabula d tal que $P(D_n > d) = \alpha$.

n	α					n	α				
	0'2	0'1	0'05	0'02	0'01		0'2	0'1	0'05	0'02	0'01
1	0'900	0'950	0'975	0'990	0'995	21	0'226	0'259	0'287	0'321	0'344
2	0'684	0'776	0'842	0'900	0'929	22	0'221	0'253	0'281	0'314	0'337
3	0'565	0'636	0'780	0'785	0'829	23	0'216	0'247	0'275	0'307	0'330
4	0'493	0'565	0'624	0'689	0'734	24	0'212	0'242	0'269	0'301	0'323
5	0'447	0'509	0'563	0'627	0'669	25	0'208	0'238	0'264	0'295	0'317
6	0'410	0'468	0'519	0'577	0'617	26	0'204	0'233	0'259	0'290	0'311
7	0'381	0'436	0'483	0'538	0'576	27	0'200	0'229	0'254	0'284	0'305
8	0'358	0'410	0'454	0'507	0'542	28	0'197	0'225	0'250	0'279	0'300
9	0'339	0'387	0'430	0'480	0'513	29	0'193	0'221	0'246	0'275	0'295
10	0'323	0'369	0'409	0'457	0'489	30	0'190	0'218	0'242	0'270	0'290
11	0'308	0'352	0'391	0'437	0'468	31	0'187	0'214	0'238	0'266	0'285
12	0'296	0'338	0'375	0'419	0'449	32	0'184	0'211	0'234	0'262	0'281
13	0'285	0'325	0'361	0'404	0'432	33	0'182	0'208	0'231	0'258	0'277
14	0'275	0'314	0'349	0'390	0'418	34	0'179	0'205	0'227	0'254	0'273
15	0'266	0'304	0'338	0'377	0'404	35	0'177	0'202	0'224	0'251	0'269
16	0'258	0'295	0'327	0'366	0'392	36	0'174	0'199	0'221	0'247	0'265
17	0'250	0'286	0'318	0'355	0'381	37	0'172	0'196	0'218	0'244	0'262
18	0'244	0'279	0'309	0'346	0'371	38	0'170	0'194	0'215	0'241	0'258
19	0'237	0'271	0'301	0'337	0'361	39	0'168	0'191	0'213	0'238	0'255
20	0'232	0'265	0'294	0'329	0'352	40	0'165	0'189	0'21	0'235	0'252
> 40							$\frac{1'07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'63}{\sqrt{n}}$

Fuente: <http://dm.udc.es/asignaturas/estadistica2/documentos-pdf/dmtablas.pdf>

³¹PASCUAL, Rodrigo. Gestión moderna del mantenimiento. Universidad de Chile. Departamento de ingeniería mecánica.[En línea]. Santiago, 2002.281p.[Consultado Ene 2014]. Disponible en: <<http://mett-con.com/manual%20del%20ingeniero%20de%20mantenimiento.pdf>>

³² Ibíd., p. 281

confiabilidad del 95% en el ajuste del Weibull deberemos verificar con los valores para un $\alpha=0.05$ y el número de datos que tengamos.

Al Final del análisis se obtuvieron el grafico de Weibull y la función de mantenibilidad usando los parámetros de cada equipo.

Una de las ventajas significativas que posee la distribución Weibull es que es muy manejable y se acomoda a las tres zonas (infancia o rodaje, madurez o vida útil y envejecimiento) de la curva de la bañera o de Davies.

El resultado Delta_máx ($\delta_{\text{máx}}$) nos sirve para verificar el nivel de confiabilidad de los cálculos comparando este con la tabla de ajuste de bondad de Kolmogorov-Smirnov, encontrando que la hipótesis es válida ya que para un $\alpha=0.05$, y $n=3$ datos el valor es de 0.780 que es mayor al Delta_máx o discrepancia máxima de 0.016; con esto comprobamos que el cálculo con la distribución de Weibull que se realizó cuenta con un 95% de confiabilidad (ver figuras de la 9 a la 14).

Figura 9. Gráfica de confiabilidad del horno eléctrico (81907)

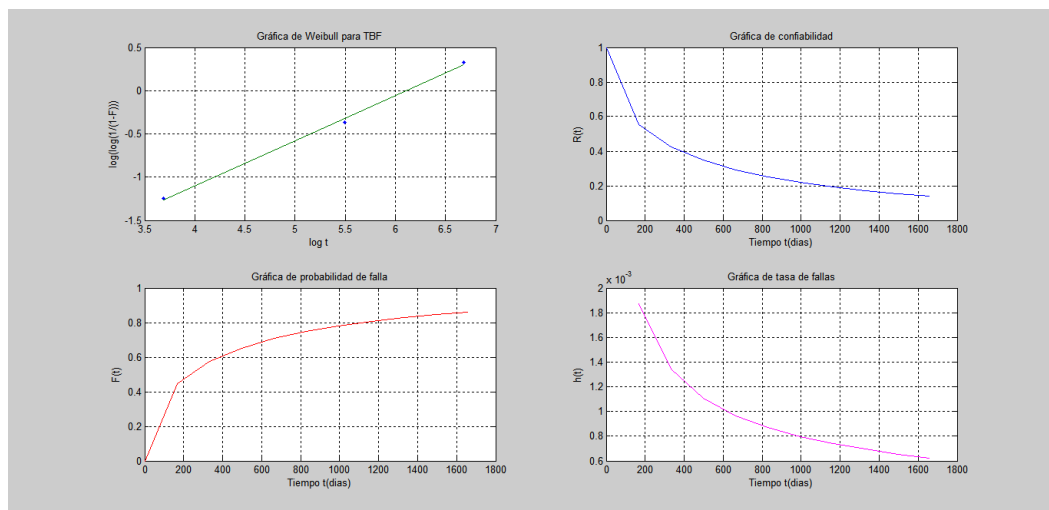


Figura 10. Gráfica de mantenibilidad del horno eléctrico (81907)

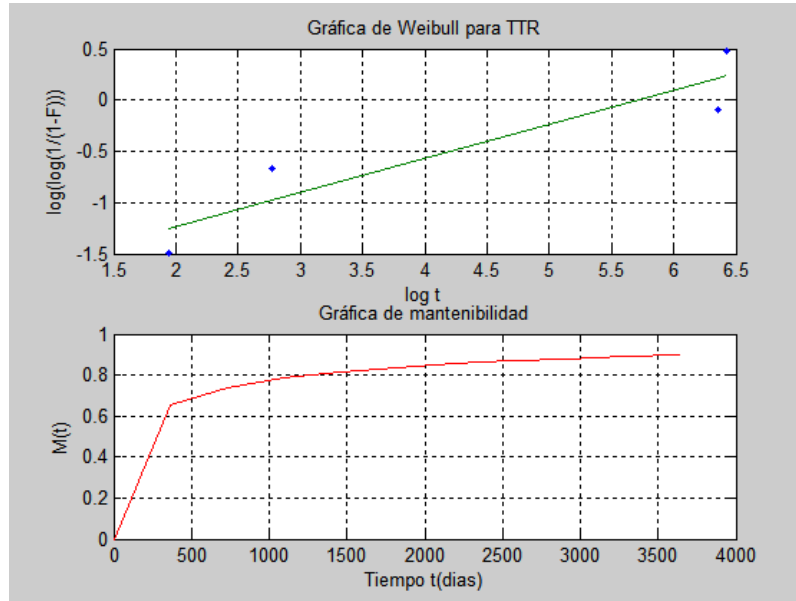


Figura 11. Gráfica de confiabilidad mufla vulcan A550 (88607)

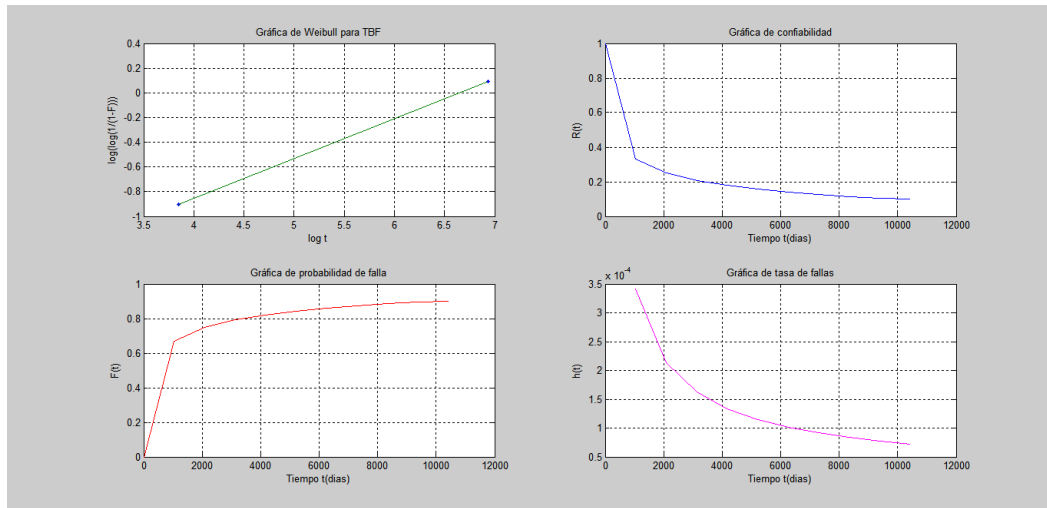


Figura 12 Gráfica de mantenibilidad mufla vulcan A550 (88607)

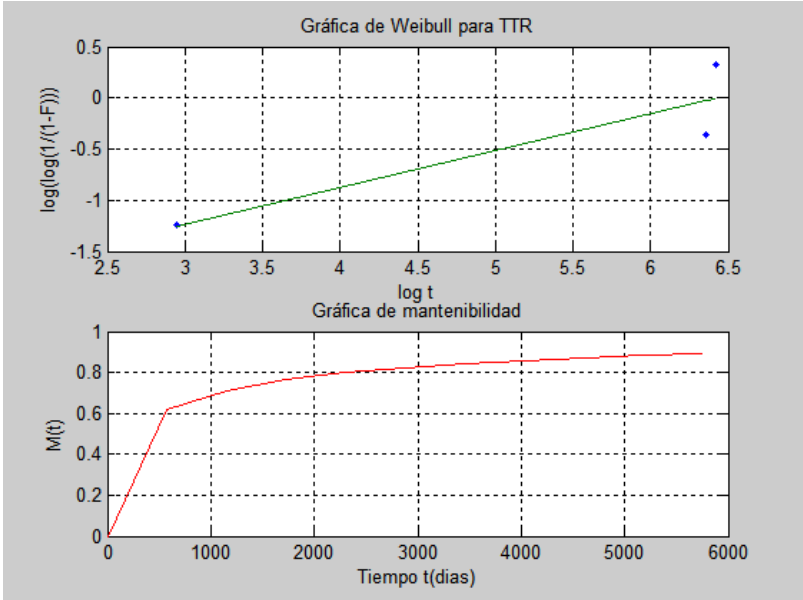


Figura 13. Gráfica de confiabilidad de la centrifuga universal (90875)

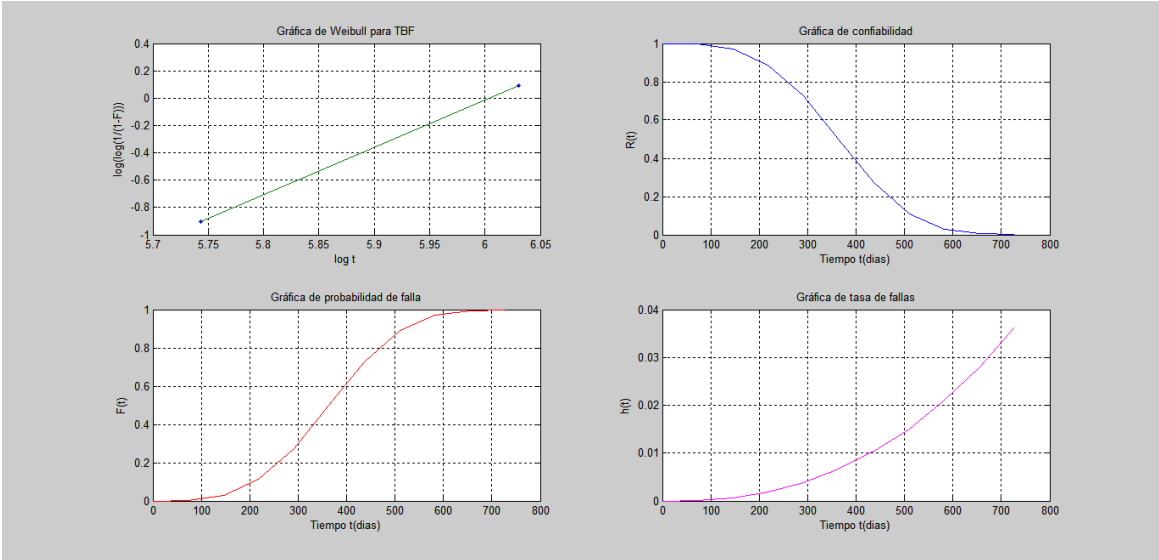
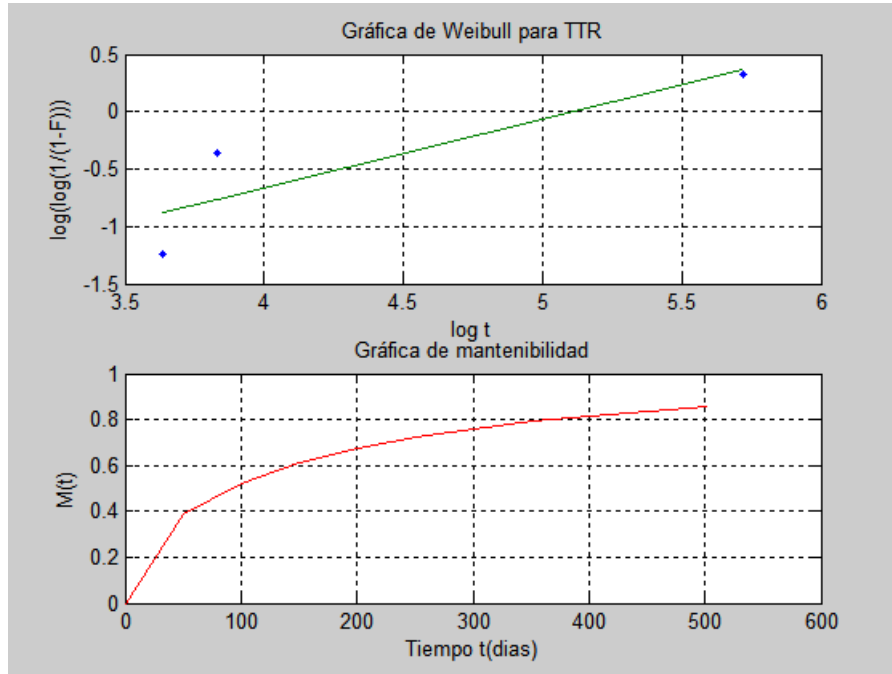


Figura 14. Gráfica de mantenibilidad de la centrifuga universal (90875)



7.2.2 Cálculo de los parámetros de confiabilidad (Tabla).

La mantenibilidad también es importante dentro de los indicadores de confiabilidad ya que es necesario para calcular la disponibilidad y es La probabilidad de restituir o volver al servicio, en un tiempo determinado, a un sistema que ha sufrido una falla o interrupción en su funcionamiento.

La ecuación de Disponibilidad es:

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

Las siguientes tablas son los resultados del modelo de Weibull para el análisis de vida de los equipos del laboratorio GIMBA (ver tablas 17, 18, 19).

Tabla 17. Tabla de confiabilidad GIMBA.

CONFIABILIDAD						
No. Inventario	Equipo	β	η	MTBF	$\delta_{\text{máx}}$	Edad del equipo (Curva de Davies)
81907	Horno eléctrico	0.523	449.080	830.338	0.016	Infancia
88607	Mufla A-550	0.323	769.047	5213.700	1.1102E-16	Infancia
90875	Centrifuga universal	3.465	404.860	364.078	1.1657E-15	Madurez

Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 19. Tabla de disponibilidad GIMBA.

No. Inventario	Equipo	MTBF	MTTR	Disponibilidad
81907	Horno eléctrico	830.338	1824.200	31.280
88607	Mufla A-550	5213.700	2877.700	64.435
90875	Centrifuga universal	364.078	251.053	59.187

Fuente: Autores del proyecto.

Tabla 18. Tabla de mantenibilidad GIMBA.

MANTENIBILIDAD					
No. Inventario	Equipo	β	η	MTTR	$\delta_{\text{máx}}$
81907	Horno eléctrico	0.333	302.664	1824.200	0.1101
88607	Mufla A-550	0.359	622.944	2877.700	0.1215
90875	Centrifuga universal	0.598	166.072	251.053	0.1287

Fuente: Autores del proyecto.

7.2.3 Análisis de la información de los parámetros calculados.

Con los datos arrojados del estudio anterior, podemos verificar que para los equipos horno eléctrico y mufla A-550 se encuentran ubicados en la primera zona de la curva de Davies, con un valor de $\beta < 1$, lo cual nos indica que se encuentra en la zona de infancia, donde los equipos fallan por defectos de fabricación, materiales o mal ajuste inicial. Para el caso de la centrifuga universal el valor de β se encuentra en el rango $1 < \beta < 4$, ubicándola en la curva de Davies en la zona de madurez, donde las fallas son aleatorias, por sobrecarga, mal empleo del equipo o variaciones en las condiciones de trabajo.

Podemos darnos cuenta que los valores de disponibilidad obtenidos no son óptimos, especialmente en el caso del horno eléctrico, ya que al obtener un porcentaje tan bajo (31.28%), nos dice que su funcionalidad operativa no es de las mejores, por lo tanto se debe llevar un control mayor en dispositivos que, como el mencionado anteriormente no poseen una disponibilidad deseada.

La veracidad de la información de los cálculos anteriores, se ve afectada por la poca cantidad de datos encontrados en el SIMAT, la mayoría de los equipos estudiados no contaban con un registro adecuado de solicitudes de mantenimiento de los mismos, solo tres equipos medianamente críticos contaban con la cantidad mínima necesaria para realizar dichos cálculos.

El laboratorio GIMBA no contaba con un registro adecuado de mantenimiento y los demás laboratorios y sistema de aire acondicionado son equipos relativamente nuevos y bajo garantía; se recomienda empezar a llevar un registro de las fallas presentes en los equipos y ser consignadas en el SIMAT.

8. ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS (AMFE)

En este capítulo se desarrolló un análisis de modos de falla y sus efectos, a los equipos críticos estudiados en el análisis de criticidad para los laboratorios GIMBA, Difracción de rayos X y Microscopía, junto con el sistema de aire acondicionado del edificio de investigaciones del PTG. Esto con el fin de establecer efectos no deseados durante el funcionamiento de los equipos, mejorando de esta manera su confiabilidad y mantenibilidad, y de esta forma su disponibilidad. Con esto contaremos con una herramienta aprovechable para el mantenimiento.

8.1 DEFINICIÓN DEL MÉTODO

En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso determinado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo si es un proceso mecánico para transmitir movimiento a un sistema, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el motor eléctrico y el sistema de transmisión. De todas maneras, cuando se habla de producto o proceso, el AMFE se centra en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar³³.

Dentro de los parámetros que debemos de tener en cuenta para este tipo de estudios están:

³³ BESTRATÉN, Manuel y ORRIOLS, Rosa Maria. Análisis modal de fallos y efectos AMFE. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 679. [En línea]. [Consultado Ene 2014]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf>

- Identificar el sistema o componente.
- Establecer las funciones del sistema o componente.
- Modos de falla.
- Efectos de falla.
- Causas del modo de falla.
- Acción correctora.

8.1.1 Identificar el sistema o componente.

Es vital identificar correctamente el sistema, componente o proceso a analizar para este tipo de estudio, en donde la claridad de la información a manejar es crucial. Para lo anterior debemos subdividir el sistema o proceso, identificando sus partes.

8.1.2 Establecer las funciones del sistema o componente.

Debemos describir las funciones del sistema, componente o proceso ya identificado, ya que de esta manera nos ayudará a comprender la relación del sistema con sus partes, así como su relación con las fallas.

8.1.3 Modos de falla.

Es la manera en la que un sistema o componente pudiese fallar al cumplir con su propósito o función. Se deben mencionar todos los posibles modos en que un componente pueda fallar, por lo que se debe tener conocimiento sobre el mismo, así como sus funciones.

8.1.4 Efectos de falla.

En este punto se describen las diferentes consecuencias que pueda tener una falla. Al analizar esta parte debemos tener en cuenta la repercusión en el sistema, teniendo una descripción clara y evaluando detenidamente cada aspecto.

8.1.5 Causas del modo de falla.

La causa o posibles causas del modo de falla están en el origen del mismo y nos dan un indicio de debilidad en el diseño o en el estado del sistema, así como un posible mal uso que pueda desencadenar un efecto no deseado en el funcionamiento. Normalmente un modo de falla puede ser provocado por dos o más causas relacionadas.

8.1.6 Acción correctora.

Son cada una de las acciones que debemos realizar para corregir los modos de falla, considerando cada punto involucrado para dejar nuevamente en funcionamiento el sistema, componente o proceso.

Considerando los parámetros vistos anteriormente, podemos consolidar el manejo de la información requerida en una hoja de trabajo, donde se pueda manejar consultar fácilmente la información y sea accesible (véase figura 15).

Figura 15. Hoja de trabajo AMFE

NO. INVENTARIO: 106423	EQUIPO:	MOLINO DE BOLAS SERIE 378 DENVER				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Motor eléctrico	Transforma la energía eléctrica en movimiento para el eje principal.	1.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Motor eléctrico defectuoso.	Reemplazar el motor eléctrico.
					Motor eléctrico desconectado.	Revisar las conexiones del motor.
		1.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Motor eléctrico defectuoso.	Verificar el motor eléctrico y de ser necesario reemplazarlo.
Correas de transmisión	Permite la transmisión de movimiento entre los ejes.	2.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Correas desajustadas.	Ajustar las correas, de ser necesario por desgaste cambiarlas.
		2.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Correas desajustadas.	Ajustar las correas, de ser necesario por desgaste cambiarlas.
Cojinetes	Apoyo para el movimiento y sujeción de los ejes.	3.1.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Lubricación deficiente.	Lubricar los cojinetes.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

8.2 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA EQUIPOS DEL LABORATORIO GIMBA.

Los equipos a los cuales se les desarrollará el análisis AMEF son los listados como críticos en la Tabla 4.

8.2.1 Refrigeradora Altern.

Mantiene en un ambiente controlado, diversos fluidos y sustancias, para que los mismos se conserven en buenas condiciones (mientras más baja sea la temperatura, menos actividad química y biológica). Se guardan muestras preparadas que llegan al laboratorio para análisis. Pueden tener un tiempo de almacenamiento de alrededor de seis meses (ver figura 16).

Este equipo se puede subdividir en las siguientes partes³⁴:

- Puerta.
- Cuerpo.
- Evaporador.
- Compresor.
- Condensador.
- Válvula de expansión.
- Filtro.
- Colector de líquidos.
- Aislamiento térmico.
- Válvulas de servicio.
- Protector térmico.

Figura 16. Refrigerador Altern.



³⁴ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. Washington, DC, 2005. 212 p [consultado Ene 2014]. Disponible en : <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/cnsp_resanti_documentos_tecnicos/Manual_Mantenimiento_para_equipo_llaboratorio.pdf>

8.2.2 Espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo 2380.

El espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 2380 es un equipo de doble haz, controlado por microordenador. El 2380 utiliza un monocromador de alta dispersión con un fotomultiplicador rallado y de alto rendimiento de doble flameada para un rendimiento energético máximo en todo el rango de longitud de onda 190 a 870 nm. Dos juegos de ranuras (Normal y Alternativo) ofrecen un rendimiento óptimo tanto en técnicas con llama y sin llama. Gimba utiliza este equipo para la lectura de metales ya sea por acetileno u óxido nitroso y para lecturas de mercurio. Posee un horno de grafito para los ensayos que se requieran³⁵ (ver figura 17).

Figura 17. Espectrofotómetro de Absorción Atómica Modelo 2380.



8.2.3 Horno Tubular Tres Zonas Modelo 54357.

Este equipo es un horno de resistencia discontinuo que posee una cámara de calentamiento en forma de tubo horizontal. Este horno tiene 3 zonas de

³⁵Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea].[consultado Ene 2014].Disponible en: : <http://www.labwrench.com/?equipment.view/equipmentNo/183/PerkinElmer/2380/>

calentamiento, las cuales son controladas de manera independiente, con un rango de trabajo de hasta 1100 °C. Se puede variar el diámetro de los tubos de cuarzo utilizados, poniendo los adaptadores de las tapas apropiados. Los controladores (uno para cada zona) de temperatura pueden programarse para obtener rampas de calentamiento. La longitud del tubo es de 24 pulgadas. Este equipo es utilizado para calcinar muestras sólidas para determinación de materiales³⁶ (ver figura 18).

Cuenta con los siguientes subsistemas³⁷:

- Resistencias.
- Termopares.
- Controladores de temperatura.
- Tarjeta de control.
- Refractario.
- Sistema eléctrico.
- Cuerpo.

Figura 18. Horno Tubular Tres Zonas Modelo 54357.



³⁶ Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. [consultado Ene 2014]. Disponible en: http://www.thermo.com.cn/Resources/200802/productPDF_31131.pdf

³⁷ Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. [consultado Ene 2014]. Disponible en: http://www.wotol.com/1-lindberg-59744-a-tube-furnace/second-hand-machinery/prod_id/950930

8.2.4 Cabina Extractora De Gases, Tipo Add-Air. Modelo: C-180 X.

Es un equipo diseñado para controlar vapores y micropartículas, que pueden tóxicos o infecciosos, que se generan en el laboratorio según el ensayo que se haya realizado. Se usa principalmente para estos fines:

- Proteger al trabajador de los riesgos asociados al manejo de muestras en el laboratorio.
- Proteger a la muestra que se está analizando para que no se contamine.
- Proteger el medio ambiente laboral.

Este dispositivo cuenta con dos funciones, la de extracción y la de inyección de aire. La extracción se utiliza para controlar los vapores de los ensayos y llevarlos al exterior, así como el calor generado por algún ensayo o muestra. La inyección de aire por otra parte, genera una condición de presión negativa en el interior de la cabina comparada con la presión del ambiente en el laboratorio, condición que hace que el aire fluya dentro de la cabina a través de la abertura frontal, generando una cortina de aire que protege al operador³⁸ (ver figura 19)..

Figura 19. Cabina Extractora De Gases. Tipo Add-Air. Modelo: C-180 X.



³⁸ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. Washington, DC, 2005. 212 p [consultado Ene 2014]. Disponible en : <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/cnsp_resanti_documentos_tecnicos/Manual_Mantenimiento_para_equipo_llaboratorio.pdf>

Se puede dividir en las siguientes partes:

- Sistema eléctrico.
- Lámpara.
- Motor eléctrico.
- Ventilador.
- Filtro.
- Sistema de extracción y retorno.
- Manómetro.
- Cuerpo.
- Ventana frontal.

8.2.5 Sistema De Extracción De Gases Para Absorción Atómica.

Es un equipo sencillo pero muy importante, ya que apoya el trabajo en los espectrofotómetros de absorción atómica, retirando el calor y los vapores de estos dispositivos para su óptimo funcionamiento, manteniendo un ambiente ideal para el trabajo en laboratorio (ver figura 20).

Figura 20. Sistema De Extracción De Gases Para Absorción Atómica.



Se compone principalmente de dos campanas de extracción (una sobre cada espectrofotómetro), ventiladores, motores eléctricos, un panel de control para accionamiento de cada campana y fusible.

8.2.6 Bomba De Vacío Thomas Modelo 900-13-58E.

La bomba de vacío es un dispositivo utilizado para crear un vacío parcial. Esta es una bomba de diafragma la cual es una bomba de desplazamiento positivo que, para bombear líquido, combina la acción recíproca de un diafragma de teflón o caucho y de válvulas que abren y cierran de acuerdo al movimiento del diafragma (ver figura 21). Este tipo de bomba de diafragma trabaja con la dislocación positiva volumétrica, pero diferencia en que lo que mueve al diafragma no es ni aceite ni aire, sino que tiene un funcionamiento electromecánico a través de una impulsión engranada del motor. Este método dobla el diafragma con una acción mecánica simple, y un lado del diafragma está abierto al aire.

Cuando el volumen de un compartimiento de cualquier tipo se aumenta el diafragma baja, la presión disminuye y el líquido entra dentro del compartimiento. Cuando la presión del compartimiento aumenta (ya que el volumen disminuye), el diafragma sube y el líquido guardado previamente adentro es forzado a salir. Finalmente, el diafragma baja impulsando de nuevo más líquido dentro del compartimiento, terminando el ciclo. Esta acción es similar a la del cilindro de un motor de combustión interna³⁹.

En GIMBA utilizan este equipo para los ensayos de determinación de sólidos para la extracción, hacer sólidos disueltos y suspendidos. Este equipo prácticamente no necesita mantenimiento, por lo cual su costo de mantenibilidad es bajo.

³⁹ [En línea].[consultado Ene 2014].Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_vacio

Figura 21. Bomba De Vacío Thomas Modelo 900-13-58E.



La componen principalmente:

- Diafragma.
- Sistema de válvulas de entrada y salida.
- Sistema de filtros.
- Sistema biela excéntrico al eje del motor.
- Motor eléctrico.
- Cuerpo.

8.2.7 Espectrofotómetro De Absorción Atómica Mod. 210vgp.

El espectrofotómetro de absorción atómica Buck 210VGP está diseñado para medir la concentración de metales elementales en solución. Se proporciona mediciones integradas en la absorbancia o intensidad de emisión, así como la concentración de la muestra en comparación con las soluciones estándar. Las lecturas se pueden integrar en un período de 0,5 a 10 segundos. Para las señales transitorias obtenidas utilizando técnicas de llama baja (vapor frío, hidruros y horno de grafito), la absorbancia es determinada a través de la integración del área del pico. GIMBA

utiliza este equipo para la lectura de metales ya sea por acetileno u óxido nitroso y para lecturas de mercurio⁴⁰ (ver figura 22).

Figura 22. Espectrofotómetro De Absorción Atómica Mod. 210vgp.



Cerca del 95% de los problemas están relacionados con el sistema del quemador o con las lámparas. Los sistemas ópticos y electrónicos rara vez fallan.

8.2.8 Titulador Automático Ref. E-751/728 con Conductómetro de Precisión.

Este equipo con el que cuenta GIMBA, posee una versatilidad de análisis basados en el proceso de titulación, el cual es un proceso mediante el cual básicamente se determina la concentración de un reactivo conocido (ver figura 23). Principalmente

⁴⁰ [En línea]. [consultado Ene 2014]. Disponible en: <http://www.bucksci.com/catalogs/210-211-Users-Manual.pdf>

es usado para los ensayos de medidas de mercurio u otros métodos como oxidoreducción y cloruros.

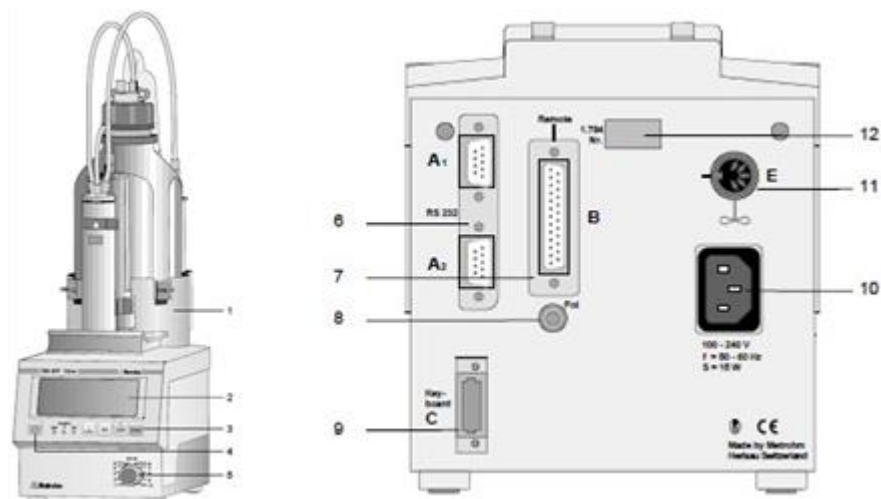
Este dispositivo cuenta primordialmente con:

- Cuerpo principal.
- Controlador de funciones.
- Pantalla de visualización.
- Agitador.
- Unidad de dosificación

El esquema total presenta:

1. Unidad intercambiable.
2. Pantalla de visualización.
3. Teclas y pilotos indicadores.
4. Ajuste de contraste de la pantalla.
5. Control de la dosificación manual.
6. Interfaces.
7. Líneas "Remote".
8. Conexión de electrodo.
9. Conexión para el teclado separado.
10. Conexión de la red.
11. Conexión para el agitador.
12. Placa de identificación.

Figura 23. Titulador Automático.



Fuente: Manual del equipo (GIMBA).

Para el agitador tenemos (ver figura 24):

1. Superficie para muestras.
2. Lámpara de señalización on/off.
3. Interruptor de encendido.
4. Regulador de velocidad de rotación.

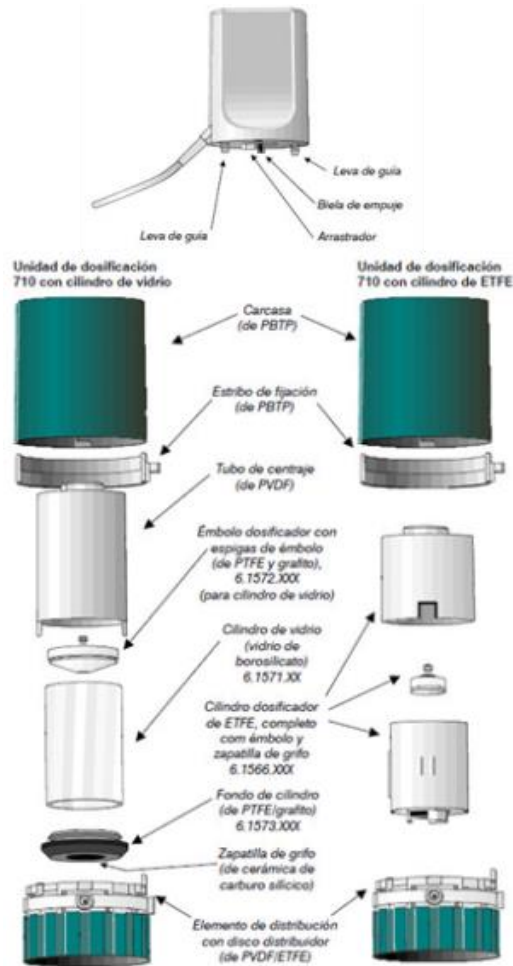
Figura 24. Agitador del titular automático.



Fuente: Manual del equipo (GIMBA).

La unidad de dosificación o Dosino (ver figura 25) se divide se compone de:

Figura 25. Unidad de dosificación del titular automático.



Fuente: Manual del equipo (GIMBA).

8.2.9 Baño De Ultrasonido Con Calentamiento Modelo.1510.

El Baño de Ultrasonido es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica (ver figura 26). Este equipo genera ondas ultrasónicas por la oscilación de los transductores piezoeléctricos con una frecuencia aproximada de 20 kHz. En general, un aparato de ultrasonidos incluye un recipiente, lleno de agua, que pueden transmitir las ondas que se emiten por los

transductores. Se utiliza en muchos campos, por ejemplo, para romper las paredes celulares (fragmentación subcelular) o en la limpieza de material de laboratorio químico para eliminar las partículas depositadas sobre los objetos de vidrio o cerámica. Otras aplicaciones típicas incluyen los procesos de mezcla, homogeneización, desintegración y sonoquímica. En GIMBA es de uso general, mayormente en la limpieza de material de laboratorio⁴¹.

Figura 26. Baño De Ultrasonido Con Calentamiento Modelo.1510



Se compone principalmente por:

- Cuerpo.
- Sistema eléctrico.
- Sistema electrónico
- Transductores piezoeléctricos.
- Rejilla de soporte.
- Temporizador.
- Sistema de calentamiento.

⁴¹ [En línea].[consultado Ene 2014].Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sonicaci%C3%B3n>

- Válvula de purga.

8.2.10 Ph-Metro De Mesa Lab850 Schott.

El ph-metro es un instrumento común que se utiliza para determinar la concentración de iones del gas hidrógeno (+H) en una disolución, mostrando el nivel de PH, ya sea ácido o alcalino. Las muestras a analizar deben estar a claras y a temperatura ambiente⁴² (ver figura 27).

Figura 27. Ph-Metro De Mesa Lab850 Schott.



Está compuesto principalmente por:

- Cuerpo del medidor.
- Barra de soporte.
- Electrodo.

⁴² ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. Washington, DC, 2005. 212 p [consultado Ene 2014]. Disponible en : <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/cnsp_resanti_documentos_tecnicos/Manual_Mantenimiento_para_equipo_llaboratorio.pdf>

Este equipo en particular se encuentra adaptado para la conexión a la red eléctrica del laboratorio.

8.2.11 Potenciostato Galvanostato Zra Ref.600.

Es un equipo electrónico que controla una celda con tres electrodos y con el cual se pueden realizar la mayoría de ensayos electro-analíticos. El dispositivo funciona manteniendo el potencial eléctrico del electrodo de trabajo a un nivel constante con respecto al potencial del electrodo de referencia mediante el ajuste de la corriente en un electrodo auxiliar⁴³ (ver figura 28).

Figura 28. Potenciostato Galvanostato ZRA Ref.600



Entre sus aplicaciones en el GIMBA se encuentran ensayos para las medidas electroquímicas para proyectos electroquímicos y de gases. Este equipo se considera como un todo, ya que lo componen mayormente circuitos integrados, por

⁴³[En línea].[consultado Ene 2014].Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Potenciostato>

lo tanto su mantenimiento radica en mantenerlo libre de polvo y realizarle una revisión completa por parte de un especialista al menos una vez al año. Este equipo cuenta con conexión a un computador el cual debe tener el software necesario del equipo, para la realización de los ensayos. También cuenta con una tarjeta externa, utilizada para la calibración del dispositivo. Después de cada prueba debe realizarse una limpieza a los electrodos.

8.2.12 Ph-Metro De Mesa Hanna Ref.Hi2211.

El ph-metro es un instrumento común que se utiliza para determinar la concentración de iones del gas hidrógeno (+H) en una disolución, mostrando el nivel de PH, ya sea ácido o alcalino. Las muestras a analizar deben estar a claras y a temperatura ambiente⁴⁴ (ver figura 29).

Figura 29. Ph-Metro De Mesa Hanna Ref.Hi2211.



⁴⁴ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. Washington, DC, 2005. 212 p [consultado Ene 2014]. Disponible en : <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/cnsp_resanti_documentos_tecnicos/Manual_Mantenimiento_para_equipo_llaboratorio.pdf>

Está compuesto principalmente por:

- Cuerpo del medidor.
- Barra de soporte.
- Electrodo.

Este equipo en particular se encuentra adaptado para la conexión a la red eléctrica del laboratorio.

8.2.13 Generador De Hidruros Tipo Batch Hydride And Cold Vapor For Hg/As/Se Modelo 1018.

El generador de hidruros es un equipo utilizado para diferentes métodos de ensayo, complementando los ensayos del espectrofotómetro de absorción atómica. Para el equipo de trabajo de GIMBA su uso radica en el método de vapor frío, por el arrastre de metal, generalmente mercurio con hidrógeno: No se utiliza para el método de generación de hidruros por falta de aditamentos (ver figura 30).

Figura 30. Generador De Hidruros Tipo Batch Hydride And Cold Vapor For Hg/As/Se.



Está compuesto por:

- Cuerpo.
- Medidores de presión de flujo.
- Válvulas de alimentación.
- Válvula de purga.
- Boquillas de entrada y salida de flujo.

Este equipo puede trabajar con flujo de aire, hidrógeno y argón.

8.2.14 Medidor De Oxígeno Marca Hach Mode HQ30d Flexi.

Es un equipo destinado a la medición de oxígeno disuelto en cualquier tipo de muestra (sólidas-digestadas, líquidas-en solución). Por las características del equipo, el mantenimiento se reduce a limpiar con un paño seco el cuerpo y a mantener la sonda de medición guardada correctamente (ver figura 31).

Figura 31. Medidor De Oxígeno Marca Hach Mode HQ30d Flexi.



8.2.15 Autoclave De Olla Eléctrica A Vapor 50x.

Es un equipo diseñado con el fin de eliminar de forma confiable, los microorganismos que de otra manera estarían presentes en objetos que se utilizan en actividades de diagnóstico, tratamiento o investigación; a este proceso se le conoce como esterilización⁴⁵ (ver figura 32).

Figura 32. Autoclave De Olla Eléctrica A Vapor 50x.



El autoclave cuenta con los siguientes componentes:

- Manómetro de presión.
- Válvula de seguridad de exceso de presión.
- Tapa con manija.
- Válvula de control.
- Tubo del aire de escape.
- Cuerpo y camisa.

⁴⁵ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. [En línea]. Washington, DC, 2005. 212 p [consultado Ene 2014]. Disponible en : <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/cnsp_resanti_documentos_tecnicos/Manual_Mantenimiento_para_equipo_llaboratorio.pdf>

- Control de calefacción eléctrico.
- Temporizador de campana.
- Contenedor interior removible de aluminio.
- Base de soporte interior.
- Sellos metal-metal.
- Tapón de sobre-presión.

8.2.16 Genesys Espectrofotómetro Ultravioleta Visible.

Este equipo utiliza una lámpara de xenón de alta intensidad y la geometría óptica de doble haz para ofrecer una calidad de datos mejorada. Los pulsos de luz funcionan sólo cuando el instrumento está realizando una medición, la lámpara de xenón proporciona una fuerte iluminación desde la radiación ultravioleta hasta cerca del espectro infrarrojo. En GIMBA su aplicación principal es para medidas colorimétricas específicamente hierro, nitratos, nitritos y fosfatos⁴⁶ (ver figura 33).

Figura 33. Genesys Espectrofotómetro Ultravioleta Visible.



Consta de:

⁴⁶ [En línea].[consultado Ene 2014].Disponible en:
<http://www.thermoscientific.com/en/product/genesys-10s-uv-vis-spectrophotometer.html>

- Compartimiento para muestras.
- Pantalla LCD.
- Teclado de funciones.
- Impresora.
- Puerto USB.
- Lámpara.
- Sistema óptico.
- Sistema electrónico.

8.2.17 Molino De Bolas.

Este equipo es ampliamente utilizado para la molienda de diversos tipos de minerales o rocas con metales. Es ideal para reducir el tamaño de rocas o muestras para su estudio. El material de molienda algunas veces por su tamaño es pasado primero por la trituradora de mandíbulas. Es un equipo robusto que no requiere mantenimientos complicados (ver figura 34).

Figura 34. Molino De Bolas.



Básicamente consta de:

- Cuerpo.
- Bolas de trituración.
- Motor eléctrico.
- Poleas.
- Correas de transmisión.

8.2.18 Molino De Discos (Pulverizador).

Es usado para la molienda de minerales para preparación de muestras. El material de molienda en algunas ocasiones es pasado primeramente por el molino de bolas. Su mantenimiento es sencillo (ver figura 35).

Este equipo se puede subdividir para su estudio en:

- Cuerpo.
- Discos de molienda.
- Motor eléctrico.
- Filtros.

Figura 35. Molino De Discos (Pulverizador).



8.2.19 Molino De Anillos.

Equipo de trabajo más ligero que sus predecesores, utilizado para pulverizar material mineral para muestras, por lo general el material pasa con anterioridad por el molino de discos (ver figura 36).

Está formado por lo siguiente:

- Cuerpo.
- Base vibratoria.
- Motor eléctrico.
- Sistema de movimiento con resortes.
- Sistema de molienda con anillos de molienda con movimiento excéntrico.

Figura 36. Molino De Anillos.



8.3 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA LOS EQUIPOS DEL AIRE ACONDICIONADO DEL PTG.

8.3.1 Enfriadores De Agua De Condensación Por Aire Con Intercambiador de casco y tubo - ENF-01/02.

Figura 37. Enfriadores De Agua De Condensación Por Aire Con Intercambiador de casco y tubo.

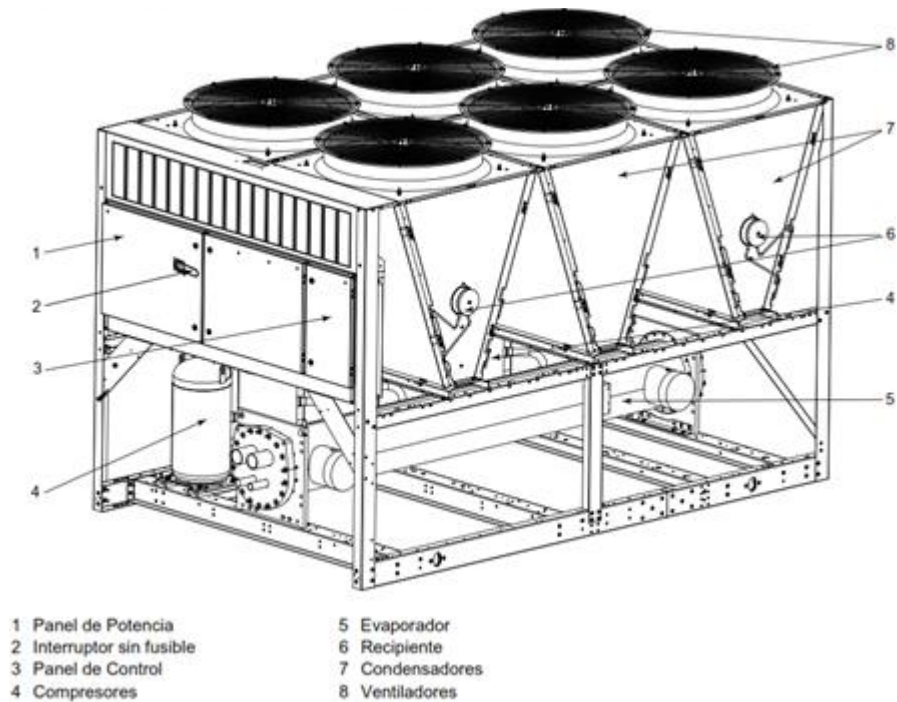


Se suministraron e instalaron dos enfriadores marca YORK, modelo YLAA115 de 115 TR, capaces de enfriar 268 GPM de agua de 12.2 °C a 6.7 °C (ver figura 37). Toda la unidad está diseñada y construida de acuerdo con las normas ASHRAE, ANSI/ASHRAE 15 Safety Code for Mechanical Refrigeration: American Society of

Mechanical Engineer (ASME) Pressure Vessel Code; NEC, NFPA 70 y exigencias del Standard 90.1/2004.

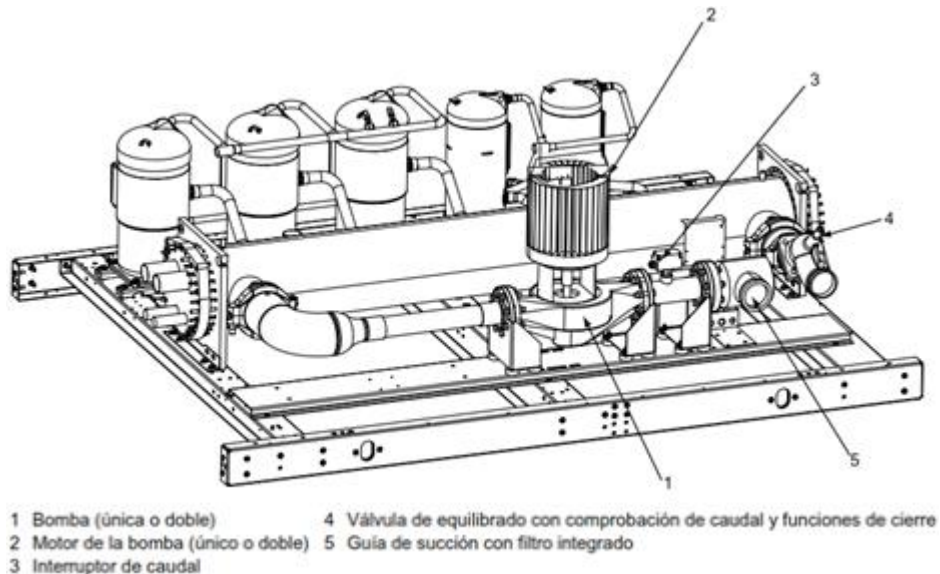
Viene equipada de fábrica con su carga de refrigerante, aceite lubricante y cuenta con dos circuitos de refrigeración independientes, cada uno con dos compresores que pueden funcionar independientemente; y tiene intercambiador de calor de casco y tubos para dar mayor capacidad frigorífica y menores pérdidas de presión (ver figuras 38 y 39).

Figura 38. Partes del enfriador de agua de condensación por aire.



Fuente: Manual del usuario.

Figura 39. Partes internas del enfriador de agua de condensación por aire.



Fuente: Manual del usuario.

Compresores y Motores: Los compresores son herméticos múltiples del tipo Scroll enfriados por gas en la succión, Los compresores poseen la más avanzada geometría que permite obtener la mayor eficiencia y cuentan con protector de sobrecarga interno, bomba centrífuga para aceite, indicador de nivel de aceite y válvula para cargar aceite. Los componentes en rotación vienen dinámicamente balanceados. Vienen provistos de recibidor de aceite y calentador en el cárter para controlar la migración del líquido (ver figuras 38 y 39).

El compresor arranca con mínimas condiciones de carga. El arranque y paro de los compresores se efectúa a través del microprocesador de la planta, para proporcionar así un control de la capacidad. Todos los compresores van equipados con una resistencia calefactora del Cárter y van montados sobre zapatillas antivibratorias para reducir la transmisión de las vibraciones al resto del equipo. Posee un rango de control de capacidad de enfriamiento desde un 100% hasta un

25%, mediante válvulas de expansión que regulan la entrada y salida del vapor de la cámara (ver figura 40).

En los motores Las cajas de conexiones tienen grado de protección IP 54, contra la intemperie; Los ventiladores son accionados por motores tipo jaula de ardilla totalmente cerrados al aire, cuentan con rodamientos de bolas que son de doble sellado y lubricados permanentemente.

Figura 40. Compresor sistema de enfriador ENF-01/02.



Fuente: Manual del usuario.

Intercambiadores: El evaporador está diseñado para soportar presiones de trabajo de hasta 430 psig del lado del refrigerante y 150 psig del lado del agua y viene cubierto con espuma flexible expandida de $\frac{3}{4}$ " de espesor, y coeficiente de conductividad térmica de $K=0,28$. Los baffles para agua son construidos en acero inoxidable. Las cabezas son removibles y permiten el acceso para mantenimiento de los tubos de cobre, viene provisto de conexiones para purga y drenaje.

Las conexiones de entrada y salida de agua son fácilmente removibles con conexiones victaulic.

Los condensadores: Vienen contruidos en tubos de aluminio expandidos interior y mecánicamente a las aletas de aluminio, para que garanticen excelente transferencia y por consiguiente alto coeficiente de condensación y bajo par galvánico. La máxima presión de trabajo del condensador, será de 650 psig, y vienen probados de fábrica a presiones de 715 psig (ver figura 41).

Los ventiladores son Low Sound Fan. Las hojas de los ventiladores, son fabricadas en aluminio de alta resistencia, recubierto y reforzado con fibra de vidrio y moldeadas con polipropileno para garantizar sección aerodinámica de bajo nivel de ruidos. Su diseño, estática y dinámicamente balanceado, garantizan gran eficiencia, libre de vibraciones y están directamente acopladas a los motores, y ubicados para descarga vertical.

Figura 41. Condensador.



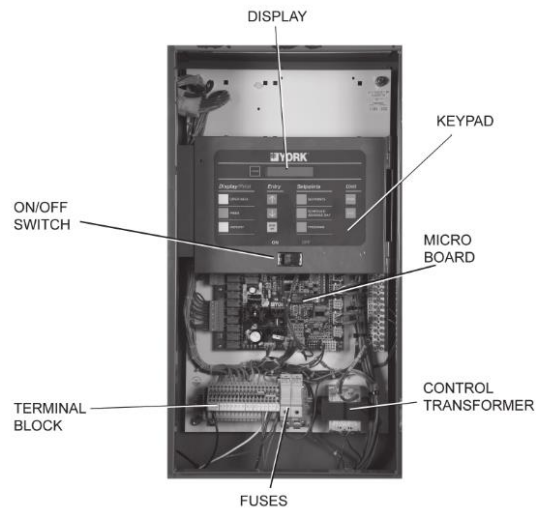
Fuente: Manual del usuario.

Panel de control y accesorios: Todos los controles y accesorios cumplen la norma NEMA 3R/12, están contenidos en gabinete externo, pre cableados e incluyen Pantalla LCD, “Touch Screen” para entrada y salida de información (ver figura 42).

- Temperatura del agua
- Temperatura exterior
- Presiones y temperaturas de refrigerante (por circuito)
- Horas de arranque y tiempos de operación (por cada compresor)

- Opciones para mostrar o imprimir datos
- Datos históricos de operación
- Históricos de fallas, incluidas las condiciones de operación durante la falla.

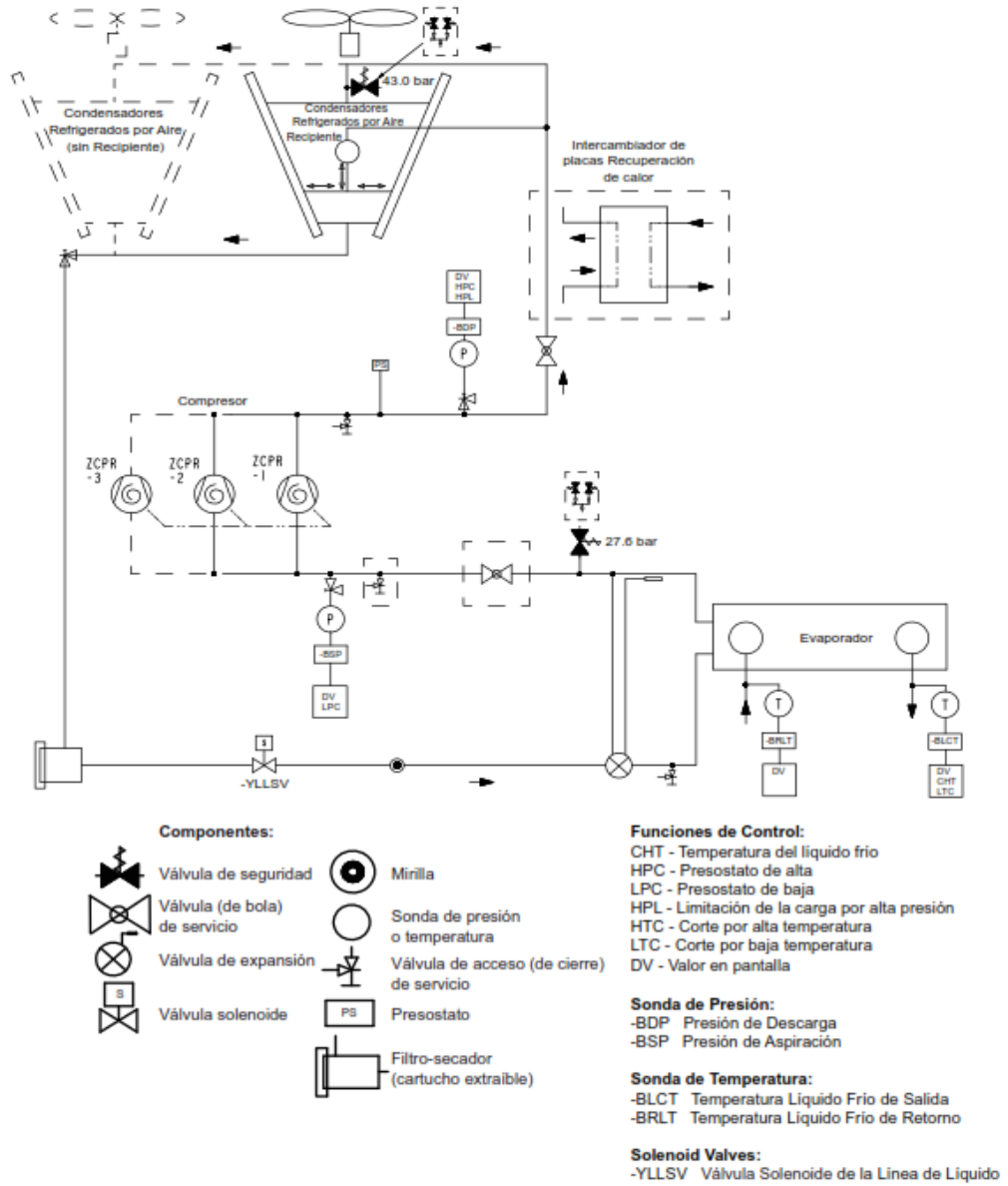
Figura 42. Panel de control.



Fuente: Manual del usuario.

Diagrama de flujo del refrigerante: El refrigerante líquido a baja presión entra al evaporador y es evaporado y recalentado por la energía térmica que absorbe del líquido frío. El vapor a baja presión entra en el compresor, donde aumentan la presión y el recalentamiento. El vapor a alta presión es alimentado a la batería condensadora refrigerada por aire, donde se elimina el calor. El líquido refrigerante, totalmente condensado y subenfriado, pasa a través de la válvula de expansión, en donde se produce un descenso de la presión y un nuevo enfriamiento antes de volver al evaporador (ver figura 43).

Figura 43. Diagrama de flujo del refrigerante de la enfriadora.



Fuente: Manual del usuario.

8.3.2 Mantenimiento Enfriadores De Agua De Condensación Por Aire Con Intercambiador de casco y tubo - ENF-01/02.

Mantenimiento Diario: El operador/cliente debe realizar diariamente las operaciones de mantenimiento que se indican a continuación. No obstante, hay que tener en cuenta que los equipos no son, por lo general, reparables por el usuario, quien no debe intentar corregir las anomalías que se detecten durante las comprobaciones diarias, salvo que esté cualificado para ello. En caso de duda, contactar con el Servicio Técnico de Johnson Controls de su zona.

Estado de la unidad: Pulsar la tecla ESTADO en el teclado y asegurarse de que no aparece ningún mensaje de avería en pantalla (consúltese el Manual del Sistema de Control Basado en Microprocesador para obtener una explicación de los mensajes, y la Sección de Localización de Averías para las medidas que se deben tomar).

Condiciones operacionales: lea las presiones de funcionamiento y las temperaturas en el panel de control utilizando las teclas de visualización y compruebe que éstas están dentro de las limitaciones de funcionamiento dadas en el Manual del Sistema de Control Basado en Microprocesador.

Fugas de Refrigerante: Comprobar visualmente si existen fugas de gas o daños en el evaporador, condensadores refrigerados por aire, compresores y tuberías.

Motores de los ventiladores del condensador: Los motores de los ventiladores del condensador están permanentemente lubricados y no requieren mantenimiento.

Obstrucciones al flujo de aire: Revisar la entrada a las baterías de condensación y que las áreas próximas están libres de materiales extraños u obstrucciones. P.e. papel, hojas, etc.

Nivel de Aceite en el Compresor: Comprobar el nivel de aceite del compresor cuando éste esté funcionando de forma regular. El nivel de aceite debe estar entre la $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la mirilla.

Nota: Al detenerse el equipo, el nivel de aceite puede descender hasta el límite inferior de la mirilla.

Calidad del Aceite del Compresor: El aceite que se utiliza en el compresor es de un color pálido. Si el color del aceite oscurece o presenta un cambio de color, ello puede ser indicativo de la presencia de contaminantes en el sistema de refrigeración. Si esto ocurre, debe tomarse una muestra del aceite y analizarse. Si hay presencia de contaminantes, debe limpiarse el sistema para evitar que se averíe el compresor.

Carga de Refrigerante: Cuando un equipo arranca, o a veces después de un cambio de etapa de capacidad, pueden aparecer burbujas en la mirilla de la línea de líquido. Después de unos minutos de funcionamiento estable, las burbujas deben desaparecer, quedando sólo líquido refrigerante en la mirilla.

Además de las comprobaciones enumeradas anteriormente, deben realizarse inspecciones periódicas del equipo a fin de asegurar el buen funcionamiento del mismo. Aspectos como por ejemplo, piezas flojas o sueltas, funcionamiento de los distintos componentes, ruidos extraños, etc., deben ser investigados y corregidos inmediatamente.

Tratamiento del agua: El rendimiento de la unidad indicado en la Guía de Diseño se basa en un factor de suciedad de $0.018 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{kW}$. La suciedad, la grasa y ciertos tipos de tratamiento del agua afectarán de manera negativa a las superficies del intercambiador y por ello al rendimiento del equipo. Las materias extrañas contenidas en el sistema de agua pueden aumentar la caída de presión del intercambiador reduciendo el caudal y causando posibles daños en los tubos del intercambiador de calor. No se recomienda utilizar agua gasificada, ni salada en el sistema de agua. El fabricante recomienda consultar a un especialista para determinar que la composición de agua no afectará a los materiales de acero al carbono y cobre del evaporador. El valor del pH del agua que pasa a través del intercambiador hay que mantenerlo entre 7 y 8,5.

Inspección de Servicio del Evaporador: No hay corrosión en el lado del refrigerante; así pues, no es necesario realizar una inspección de servicio en el lado del refrigerante. En cuanto al lado agua, si el agua utilizada ha sido tratada según se indica por el fabricante en cuyo caso no es necesario realizar una inspección de servicio. En el diseño de los recipientes utilizados en el equipo, se ha usado una tolerancia de corrosión de 1 mm a la hora de considerar una leve corrosión en el lado agua. Esta tolerancia es suficiente para toda la vida útil del equipo. El fabricante cree que no es necesario realizar pruebas (p.ej. pruebas hidráulicas) periódicas en servicio.

8.3.3 Unidades Manejadoras de Aire - ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27.

Se suministraron e instalaron unidades acondicionadoras de aire para volumen constante de uso interior marca YORK modelos YSM y Tipo SOLUTION, que cumplen con exigencias ARI 410,ARI 430, ensambladas totalmente en fábrica, completas, con todos sus elementos para funcionamiento que constan de las siguientes secciones (ver figura 44):

Figura 44. Unidades Manejadoras de Aire - ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27.



GABINETE: El gabinete es de tipo horizontal con descarga del ventilador vertical, del lado de conexiones según planos. En general consiste en secciones individuales estructuralmente independientes, del tipo modular removibles, vienen fabricadas en su pared exterior en lámina de acero galvanizado calibre 16 y en su pared interior, en lámina calibre 20. Las secciones son aislados con poliuretano de 1" de espesor en el caso de las interiores y 1-1/2" en las exteriores, 3 libras de densidad (no comprimido), el aislamiento es a prueba de fuego y humo de acuerdo a los requerimientos NFPA - 90A.

Los paneles de acceso a los diferentes módulos de la unidad, son de doble pared con aislamiento interior tipo espuma, doble empaque, doble manija, cuenta con dos (2) puertas de acceso una para la sección ventilador y otra para la sección serpentín.

La unidad completa esta soportada por una estructura metálica a base de rieles en forma de canal fabricados en lámina de acero galvanizado.

VENTILADOR: Los ventiladores son de aletas múltiples inclinadas hacia adelante, doble entrada y doble ancho "FC", balanceados estática y dinámicamente; montados sobre un eje, el cual esta soportado en balineras escualizables de lubricación permanente diseñadas para una vida útil de 200.000 horas.

La unidad tiene rieles tensores para el motor y la transmisión es ajustable por correas y poleas en "V".

Los rendimientos de los ventiladores vienen certificados de acuerdo al estándar 430 de ARI.

Tanto el ventilador como el motor están instalados internamente en una misma base montada sobre resortes antivibradores de 1" que impiden el paso de vibración al resto de la unidad; adicionalmente la descarga del ventilador viene provista de una conexión flexible para una operación libre de vibración y ruidos.

SERPENTIN: La sección serpentín, tiene una bandeja de drenaje aislada e impermeabilizada, que se extiende por debajo del serpentín y la sección ventilador para recoger cualquier goteo por condensación que presente la unidad.

La sección viene instalada sobre rieles para un fácil desmonte en caso de mantenimiento correctivo.

Los serpentines vienen contruidos en su superficie primaria con tubería de cobre sin costura de 1/2" ó 5/8" O.D, con espesor mínimo de pared de 0.016" ó 0.020", la superficie extendida consiste en láminas de aluminio corrugado que garantizan alta turbulencia; los tubos vienen expandidos mecánicamente y garantizan un ajuste firme contra las aletas.

Adicionalmente todos los circuitos poseen válvulas para drenaje y purga extendiéndose hasta fuera de la unidad.

SECCIÓN FILTROS: Las unidades disponen de sección de filtros instalados en arreglo plano, con dispositivo diferencial de presión digital.

Las unidades ACW-01 al 04 poseen filtros de eficiencia del 60% y HEPA del 99,9%.

MOTOR: El motor del ventilador está diseñado y fabricado bajo normas NEMA con capacidades y características eléctricas de acuerdo a lo solicitado en las especificaciones, y completamente cerrado a prueba de goteo. El motor de cada una de las manejadoras opera a 440V/3/60Hz.

SECCIÓN CAJA DE MEZCLA: Viene aislada, provista de dampers para retorno y toma de aire.

8.3.4 Mantenimiento Unidades Manejadoras de Aire - ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27:

Filtros de Aire: Siempre instale los filtros con las flechas de dirección apuntando hacia el ventilador.

Rodamientos del Ventilador: Los rodamientos del ventilador están sellados y lubricados de forma permanente y no requieren de lubricación adicional.

Inspeccione el desgaste de los rodamientos. Son rodamientos de bola, autoalineados y empacados con grasa.

Motor – Ventilador: Inspeccione de forma periódica los motores del ventilador para ver si no hay vibración o temperaturas excesivas.

Chequee los álabes por acumulaciones de suciedad y limpie en orden a fin de evitar desbalanceo y vibración.

Las condiciones de operación harán que varíe la frecuencia de inspección y lubricación. Las instrucciones de lubricación del motor están en la etiqueta del motor o en la placa de identificación.

Si por alguna razón estas instrucciones no están disponibles, póngase en contacto con el fabricante del motor.

Chequee las conexiones del motor para asegurar que ellos están bien y de acuerdo al diagrama de cableado.

El motor del ventilador debe ser limpiado anualmente y si los puertos tienen aceite, estos deben ser limpiados con aceite grado SAE20. Normalmente un poco de gotas de aceite en cada rodamiento es suficiente.

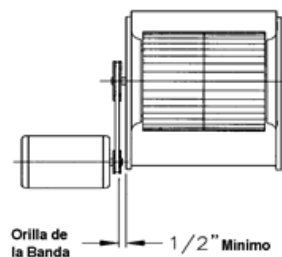
Algunos fabricantes del motor pudieran no proporcionar tubos de aceite en los motores con rodamientos permanentemente sellados.

Antes de lubricar el motor:

1. Apague el motor y desconecte la energía de la unidad para asegurar que el motor no arranque de manera accidental.
2. Utilice aceite para automóvil sin detergente Núm. 20 SAE. No lubrique en exceso.

Alineación de Poleas: Para prevenir la interferencia del marco del ventilador con la banda, asegúrese de que el borde de la banda más cercana al motor tenga el libramiento adecuado desde el marco del ventilador según se muestra en la Figura 45.

Figura 45. Alineación de poleas.



Fuente: Manual del usuario.

La alineación de la polea y la tensión de la correa deben ser chequeadas. Una deflexión cerca de 3/4" a 1" debe ser obtenida para presionar firmemente la correa.

Alinear las poleas del ventilador y del motor utilizando una regla o un cordón estirado como se muestra en la Figura 45.

Ajuste las poleas y apriete los tornillos prisioneros de las poleas con el torque adecuado.

Tornillos Prisioneros del Ensamble del Ventilador: Siempre que se retire algún componente o se haga algún ajuste, revise y ajuste los tornillos prisioneros de la rueda, los rodamientos y las poleas del ventilador. Chequee el montaje, pernos y material aislante.

Tensión de la Banda del Ventilador: La tensión adecuada de la banda es importante para prolongar la vida de los rodamientos y de los componentes de la transmisión. Esta se basa en los requerimientos de caballaje al freno del ventilador.

Reemplace la banda cuando esté desgarrada o desgastada.

La tensión de la banda del ventilador debe ser suficiente para evitar que la banda resbale y pueda mantener el flujo de aire adecuado.

Revise la tensión de la banda del ventilador por lo menos dos veces durante los primeros días en que se opera la banda ya que existe una disminución rápida en la tensión hasta que las bandas se estabilicen.

Remueva los escombros de tamaño grande de los serpentines y antes de hacer la limpieza enderece las aletas. Retire los filtros antes de hacer la limpieza.

Cada seis meses o con mayor frecuencia, según lo dicte la experiencia de operación, inspeccione los serpentines. La limpieza frecuente depende de las horas de operación del sistema, el mantenimiento del filtro.

Limpie las aletas de los serpentines y la eficiencia y la carga de suciedad.

Tenga cuidado de no sobre- tensionar la banda del ventilador.

Una tensión excesiva reducirá la vida del ventilador y los rodamientos del motor, acelerará el desgaste de la banda y es posible que cause la falla del eje. Limpie las poleas y la banda con un trapo seco. Mantenga el aceite y la grasa lejos de la banda debido a que ocasionan un deterioro y deslizamiento de la banda. No recomienda agregarle líquido o lubricante a la banda.

La sobretensión de las bandas podría acortar la vida de los rodamientos del ventilador y del motor, acelerar el desgaste de la banda y ocasionar posibles fallas en el eje.

Mantenimiento del Serpentín: Mantenga limpios los serpentines para asegurar un rendimiento máximo. Para operación de más alta eficiencia, a menudo limpie los serpentines durante períodos de alta demanda o en ambientes que propician la suciedad. Limpie los serpentines como mínimo una vez por año para prevenir la formación de suciedad en las aletas de los serpentines, en donde no puede detectarse a simple vista.

Inspección y Limpieza de los Serpentes: Los serpentines se van ensuciando externamente como resultado de la operación normal. La suciedad en la superficie de los serpentines reduce la capacidad de transferencia de calor que ocasionaría problemas de confort, incremento en la resistencia al flujo de aire, así como un incremento en los costos por consumo de energía.

Si la suciedad de la superficie de los serpentines se humedece, que por lo general ocurre con los serpentines de enfriamiento, podría ocasionar un crecimiento microbiano (moho), ocasionando olores desagradables y serios problemas en la calidad del aire interior relacionados con la salud.

Cada seis meses o con mayor frecuencia, según lo dicte el cronograma de mantenimiento, inspeccione los serpentines. La limpieza frecuente depende de las horas de operación del sistema, el mantenimiento del filtro y la eficiencia y la carga de suciedad.

- Limpie con aire comprimido a baja presión
- Lave con agua (un detergente es aconsejable para las superficies grasosas)

A continuación se sugiere un método:

El Vapor y Procedimiento de Limpieza del Serpentín Hidrónico:

- Desconecte toda energía eléctrica a la unidad.
- Provea al personal con el equipo de protección apropiado (EPP).
- Adquiera acceso en ambos lados de la sección del serpentín.
- Utilice un cepillo suave para quitar los escombros sueltos de ambos lados del serpentín.
- Utilice una máquina de limpieza de vapor, empezando desde la parte superior del serpentín y trabájelo en forma descendente. Comience limpiando el lado del aire de salida del serpentín, luego el lado del aire de entrada. Utilice un separador para evitar que el vapor atravesase el serpentín e ingresando a una sección seca de la unidad.
- Si es necesario, repita el paso 5. Confirme que la línea de drene esté abierta inmediatamente después de haber terminado el proceso de limpieza.

- Permita que se seque muy bien la unidad antes de poner el sistema nuevamente en servicio.
- Utilizando un rastrillo para aletas enderece las aletas que pudieran estar dañadas.
- Vuelva a colocar todos los paneles y componentes en su lugar y restablezca la energía eléctrica en la unidad.
- Asegúrese de que el material contaminado no esté en contacto con otras áreas de la unidad o el edificio. Elimine adecuadamente todo el material contaminado y las soluciones de limpieza.

Los serpentines contienen refrigerante bajo presión. Al limpiarlos, mantenga la solución de limpieza a una temperatura menor de 65°C para evitar presión excesiva sobre el serpentín. El no seguir estas indicaciones de seguridad, podrían resultar en la ruptura del serpentín, pudiendo causar la muerte o lesiones graves.

Listas de Verificación de Mantenimiento:

Lista de Verificación Mensual:

La siguiente lista de verificación proporciona el programa de mantenimiento recomendado para mantener la unidad en operación de manera eficiente.

- Inspeccione los filtros de aire; Limpie o reemplace según se requiera con operación bajo condiciones normales cada 6 u 8 semanas. Limpie o reemplácelos si estuvieran bloqueados o si estuvieran sucios.
- Revise la condición y tensión de las bandas del ventilador. Ajuste la tensión si estuvieran flojas o si rechinan continuamente. Reemplace las bandas gastadas o desgarradas con juegos aparejados.

- Vuelva a lubricar los rodamientos del motor, si el motor está acoplado con tubos de aceite y las condiciones de operación incluyen humedad o aire sucio, trabajo continuo y/o altas temperaturas.
- Inspeccione el drenaje para asegurar que esté limpio y permita el flujo de condensado a través de las líneas de drenaje.
- Las unidades exteriores cuentan con diferenciales de presión análogos y digitales que arrojan una señal de filtros sucios y esta deberá ser integrada al sistema BAS.

Mantenimiento Semestral:

- Verifique que el motor del ventilador esté adecuadamente lubricado. Siga las recomendaciones de lubricación en la etiqueta del motor o en la placa de identificación.
- Revise el collarín de bloqueo de los rodamientos y los tornillos de fijación de las poleas para asegurar su apretado apropiado.
- Con la energía desconectada, gire de forma manual la rueda del ventilador para revisar que no haya obstrucciones en la carcasa o que no haya interferencia con las aspas del ventilador. Quite cualquier obstrucción o escombros.
- Revise la alineación de poleas del ensamble del ventilador. Apriete los tornillos prisioneros con los torques apropiados.
- Revise la tensión de la banda del ventilador. Ajuste la banda si se encuentra resbalosa. Reemplace la banda si ésta estuviera desgastada o desgarrada.
- Inspeccione los serpentines para ver si no hay acumulación de mugre. Limpie las aletas si el flujo de aire está obstruido.

Mantenimiento Anual:

- Revise y apriete todos los tornillos prisioneros, los pernos, los collares de bloqueo y poleas. Inspeccione, limpie y apriete todas las conexiones y cableado eléctricos.
- Haga una inspección visual de toda la carcasa de la unidad para ver si no hay rebabas o corrosión.
- Quite la oxidación o la corrosión y vuelva a pintar las superficies. Limpie las ruedas y el eje del ventilador. Quite cualquier oxidación del eje del ventilador con una tela de esmeril.
- Inspeccione la bandeja de condensados para ver si no tiene lodo u otro material extraño.
- Limpie las aberturas del drenado y la línea del drenado para asegurar un flujo adecuado.
- Gire la rueda del ventilador y revise para ver si no hay obstrucciones en la carcasa del ventilador. La rueda no deberá rozar la carcasa o desactivarse. Céntrela si es necesario y apriete los tornillos prisioneros de la rueda con el torque recomendado.
- Examine el conector de flexión para ver si no hay grietas o fugas.
- Repare o reemplace cualquier material de ducto dañado.
- Inspeccione la carcasa de la unidad serpentín ventilador de corrosión y pérdida de tornillos.
- Inspeccione la rueda del ventilador y la carcasa. Limpie si es necesario.
- Chequee la polea del motor y la polea del ventilador para alineación y que los tornillos estén ajustados. Ajuste la tensión de la correa si es necesario.
- Inspeccione todo el serpentín de fugas. Inspeccione las aletas del serpentín por suciedad excesiva o daño, limpie y repare si es necesario.

8.3.5 Bombas de Recirculación de agua baf-01/02/03

El edificio cuenta con sistemas de recirculación de agua fría de Volumen Variable en el primario, atendidos por bombas verticales, en línea, de acoples flexibles con variador de frecuencia integrado, capaces de satisfacer el caudal y cabeza de diseño, así como el caudal requerido para las unidades ACW inicialmente instaladas. Las tres motobombas principales son marca ARMSTRONG, modelo 4300, con IVS incorporado. Están seleccionadas para funcionar dos principales y una en standby (ver figura 46).

Figura 46. Bombas de recirculación de agua marca Armstrong.



Vienen provistas de impulsor en bronce totalmente cerrado probado y balanceado dinámicamente de fábrica, eje de acero, sello mecánico, son de acople directo, accionadas por motor trifásico TEFC a 1725 RPM según especificaciones de diseño. La carcasa de la bomba es de hierro fundido para presiones de trabajo de 175 psig

a 140°F, permite el mantenimiento del sello mecánico de tipo interno sin remover la bomba de las tuberías.

Se instaló en la entrada un (1) difusor de succión que garantiza un flujo constante y estable minimizando el golpe de ariete en la succión. En la salida vienen provistas de válvula de triple servicio que brinda funcionabilidad como válvula de corte, reguladora y cheque (ver figura 47).

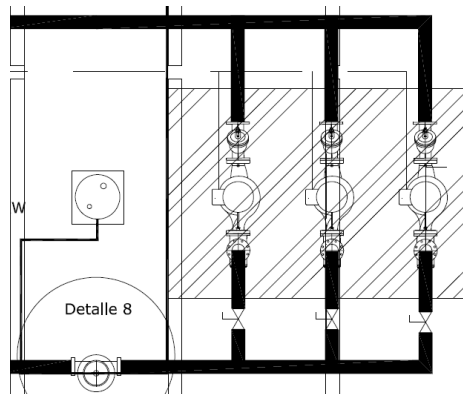
Las bombas traen incorporadas controlador de variación de frecuencia integrado: El Variador de Frecuencia, es del tipo VVC-PWM para facilitar el desplazamiento del factor de potencia sin que se requieran capacitores externos para diferentes cargas y velocidades. El VFD, incorpora eliminador de corrientes ocasionadas por ondas armónicas en la conexión de corriente principal. Incluye protector de circuito del motor, de sobrecorriente, falla a tierra, sobrevoltaje, bajo voltaje, inversión de corriente, sobre temperatura, perdidas de fases. “Switch” para posiciones automático a BMS y Control Manual y OFF.

Posee sensores de presión montados en la red que proveen control de velocidad automática a la unidad y modo de ajuste para mínima y máxima cabeza, ajustables a través de la interface incorporada.

Cuenta con una interface gráfica de display alfanumérico provista de memoria no volátil, que facilita al operador el ajuste de parámetros y despliegue de datos de operación de: Frecuencia de salida, Velocidad (RPM), corriente de motor, torque en el motor, potencia en (Kw) en el motor, Voltaje, textos de falla, textos de alarma, Despliegue escalable de variables, integrables a BacNet, dos (2)

Entradas análogas, seis (6) entradas digitales programables, una salida universal programable, control de vibración.

Figura 47. Diagrama de arreglo de tuberías, bombas y accesorios.



Fuente: Planos del PTG.

CUIDADOS GENERALES

- Las bombas verticales en línea están hechas para funcionar sin recibir mantenimiento regular, salvo por la lubricación del motor en el caso de bombas grandes. La bomba funcionará por años, sin presentar problemas, si se realiza una inspección sistemática a intervalos regulares, en la que se controle estrechamente lo siguiente:
- Mantenga limpia la unidad
- El motor debe tener la protección adecuada contra sobrecargas
- Evite que entre humedad, basura, polvo u otros objetos extraños en las aberturas de ventilación del motor y de la bomba.
- No haga funcionar la unidad en ambientes demasiado calientes. (Sobre 100° F/40° C.)
- Cuando se deba dar servicio a una bomba, desconecte el suministro de energía al impulsor, ciérrelo y coloque una etiqueta que indique el motivo. Se

debe eliminar todo riesgo de que la unidad se encienda mientras se está reparando.

- Si se han instalado accesorios para cuidar el medio ambiente en el sello mecánico, verifique que el agua fluya a través del indicador visual de flujo y que los cartuchos de filtro se cambien con la frecuencia indicada.

LUBRICACIÓN

Bomba

- No hace falta lubricar la bomba. Ésta no tiene cojinetes que requieran el servicio de lubricación externo.
- Las unidades grandes de la serie 4300 vienen con un manguito del eje, ubicado debajo del impulsor, que se lubrica desde la abertura de descarga de la bomba. Este cojinete se puede retirar en el sitio, para dar servicio a la unidad de 20 x 20 x 19 sin alterar el motor o ninguna de las piezas principales de la bomba.

Motor

- Siga los procedimientos de lubricación que recomienda el fabricante del motor. Muchos motores de tamaño pequeño o mediano vienen permanentemente lubricados. Por lo general, si puede ver aberturas para engrasar el equipo, es evidente que el motor necesita una lubricación periódica; si no tiene aberturas, no la necesita.
- Consulte las instrucciones de lubricación que vienen con el motor, respecto al bastidor del tamaño específico que se indica en la placa de datos del motor.

Sello mecánico

- No hace falta prestar atención especial a los sellos mecánicos. El sello mecánico viene equipado con una línea de limpia. En las bombas de la serie 4300, el sello se lava desde la descarga de la carcasa, y en las

electrobombas compactas de las series 4360 y 4380, se lava/ventila hacia la succión.

- La bomba de la serie 4300 se lava desde la descarga de la bomba, debido a que un manguito estrangulador aísla la cámara del sello mecánico del líquido en la bomba. En vista de lo anterior, cuando se instalan en la línea de limpia de las bombas de la serie 4300, los controles ambientales del sello como los filtros y los separadores, resultan muy efectivos, ya que sólo es necesario limpiar la cámara del sello, y esto prolonga su duración en los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés).
- No haga funcionar la bomba sin que esté debidamente llena de agua, ya que los sellos mecánicos requieren una película de líquido entre sus caras para funcionar bien.
- Es posible que los sellos mecánicos goteen un poco al poner en marcha el equipo. Deje que la bomba funcione por varias horas y que el sello mecánico se "asiente" bien antes de llamar al personal de servicio.

LIMPIEZA DEL SISTEMA

- Antes de poner en marcha la bomba, el sistema se debe limpiar, descargar y drenar bien, y luego debe volverse a cargar con líquido limpio.
- Las escorias de la soldadura y demás objetos extraños, los compuestos para "tapar fugas" y de limpieza, y el tratamiento impermeabilizante excesivo o inadecuado, pueden dañar los componentes internos de la bomba y sus sellos.
- Si se permite que exista cualquiera de estas situaciones, no se podrá garantizar el funcionamiento correcto de la bomba.

8.3.6 Sistemas de aire acondicionado por refrigerante variable - SRV 01

Figura 48. Condensadoras SRV marca LG.



Se suministraron a la UIS múltiples sistemas de enfriamiento del tipo refrigerante variable, de alta eficiencia, bajo nivel de ruido y alta confiabilidad, marca MULTI V PLUS de LG (ver figura 48).

Las unidades condensadoras UC instaladas son modelo ARUV de LG, operan con refrigerante R-410 A, a 460/3/60 viene provista de dos o más compresores rotativos de tecnología Inverter que garantizan las temperaturas de diseño en las diferentes evaporadoras.

Las unidades condensadoras de cada sistema instalado, satisfacen los requerimientos de carga interior que representan las unidades evaporadoras que lo conforman.

Se suministraron e instalaron unidades evaporadoras tipo consola o de muro modelo "Wall Mount", estas poseen fino acabado y operación suave y silenciosa con un nivel de ruido a alta velocidad, no superior a 40 dB medidos a un (1) metro de la fuente.

Cada unidad viene provista de direccionadores de aire en las cuatro direcciones, tres modos de enfriamiento rápido, reinicio automático en caso de corte de energía, filtro lavable, filtro desodorizante, función de autodiagnóstico, modo "sleep", timer 24 horas, control remoto LCD, motor ventilador a 220/1/60 (ver figura 49).

También se instalaron unidades evaporadoras tipo cassette de techo de una y cuatro vías modelo LNRV de LG.

La unidad viene provista de bomba automática con una cabeza de 0.70 m para elevar los condensados sobre la bandeja recolectora.

La interconexión entre las condensadoras y evaporadores se realizó mediante tuberías de cobre tipo K de diferentes diámetros según especificación, aisladas térmicamente con rubatex de ½" de espesor, los accesorios usados como headers y y-branchs fueron suministrados por el fabricante, toda la red de refrigerante fue probada con flujo de nitrógeno a 600 psig por 24 horas.

Todas las acometidas eléctricas fueron lanzadas en tuberías emt de ¾" y cableadas con calibres según capacidades y el control con cable apantallado con drenaje 4 x 16.

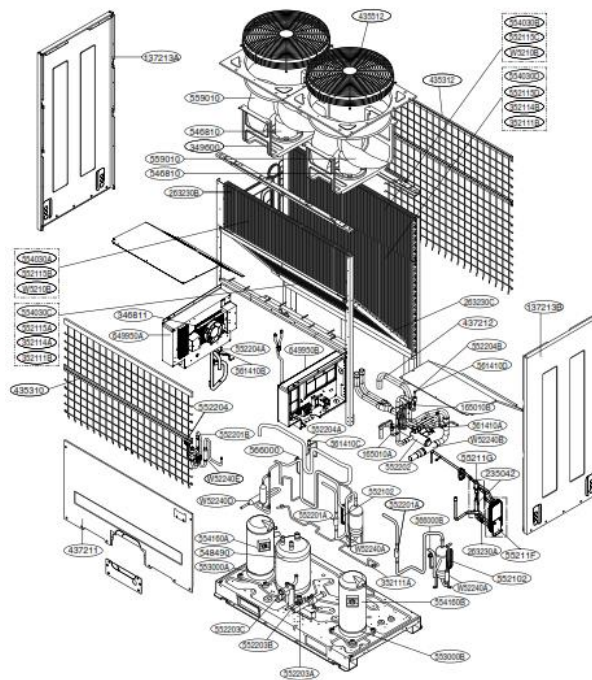
El sistema posee un control central touch screen AC Smart donde están direccionadas todos los evaporadores y se programan el encendido y apagado de las unidades, las temperaturas de set point y los ajustes de funcionamiento.

AC Smart puede controlar y supervisar los siguientes elementos mediante la selección del aire acondicionado instalado por unidad individual, por grupo o todas.

- Estado de funcionamiento del aire acondicionado
- Modo de funcionamiento
- Nivel del ventilador
- Dirección del viento
- Bloqueo
- Ajustar temperatura

Por lo tanto, el administrador puede controlar todos los elementos gracias a AC Smart (control central) desde la oficina administrativa del edificio donde se encuentran instaladas las unidades de aire acondicionado.

Figura 49. Detalle de componentes sistemas de aire acondicionado por refrigerante variable.



Fuente: Manual del usuario LG.

8.4 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA EL LABORATORIO DE MICROSCOPIA

8.4.1 MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO.

Opera en tres modos, alto vacío, bajo vacío y modo ambiental. En los dos primeros modos se hace adquisición de imágenes y análisis CDS para diferentes tipos de muestras, por ejemplo, metálicas, no metálicas, enteras, en polvo; en el tercer modo también se hace adquisición de imágenes, pero además, se puede realizar la variación de temperatura de la muestra. Esta temperatura puede ir desde – 100 C hasta temperatura ambiente, operando a unos niveles de presión mayores que la presión de alto y bajo vacío (ver figura 50).

El microscopio posee cuatro componentes principales:

Fuente de electrones: el haz de electrones se emite dentro de un pequeño volumen espacial con una pequeña dispersión angular y la energía seleccionada.

Sistema óptico: el haz de electrones entra en el sistema de lentes que consta de varias lentes magnéticas (electroimanes) e inciden en la muestra, que se hace conductora metalizando su superficie.

Figura 50. Microscopio electrónico de barrido.



Unidad de exploración (escaneo): la señal del generador de exploración, que alimenta a los sistemas de desviación, mueve el haz en un patrón de rastreo sobre la superficie de la muestra. La tensión eléctrica cambia a medida que escanea, la cual proporciona la información inmediata de la superficie de la muestra. Esta señal, modulada por el sistema de detección, produce la imagen en pantalla.

Unidad de detección: al chocar los electrones con la muestra producen tres tipos básicos de señal, electrones de retrosección, secundarios y rayos x. El sistema de detección recoge estas señales, las convierte en una señal amplificada que se envía a la PC de control y se visualiza en el monitor.

8.4.2 EQUIPO DE REFRIGERACIÓN.

Se usa como respaldo del aire acondicionado para el microscopio, en caso de variaciones grandes de temperatura (ver figura 51).

Para un análisis más sencillo lo dividimos en:

- Evaporador.
- Compresor.
- Condensador.
- Válvula de expansión.

Figura 51. Equipo de refrigeración.



8.4.3 PC DE ESCRITORIO.

Se encarga de procesar la información obtenida del microscopio de barrido electrónico (ver figura 52).

Para un análisis más sencillo lo dividimos en:

- CPU.
- Monitor.
- Teclado.
- Ratón.

Figura 52. PC de escritorio.



8.4.4 BOMBA DE VACÍO.

Se encarga de extraer moléculas de gas de un volumen sellado, formando un vacío parcial, también llega a extraer sustancias no deseadas en el producto, sistema o proceso. Es la responsable del mayor porcentaje de vacío obtenido para el correcto análisis de la muestra (ver figura 53).

Para un análisis más sencillo la dividimos en:

- Motor.
- Válvula.
- Separador.
- Cuerpo principal.
- Plato de ensamble.
- Impulsor.
- Empaque.
- Sellos mecánicos.

Figura 53. Bomba de vacío.



8.5 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS PARA EL LABORATORIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

8.5.1 Espectrómetro De Fluorescencia De Rayos X De Dispersión Por Longitud De Onda (Wdxf – S8 Tiger).

Analiza el espectro de frecuencias característico de un movimiento ondulatorio. Presenta un rendimiento analítico superior resultado del sistema óptico de rayos X innovador optimizado, mientras que el nuevo tubo de rayos X de alta intensidad excita la muestra de manera aún más eficaz, los nuevos cristales analizadores para diferentes elementos y aplicaciones específicas mejoran los límites de detección, la precisión y la resolución⁴⁷ (ver figura 54).

Figura 54. Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de dispersión por longitud de onda. S8 Tiger.



8.5.2 Difractómetro De Rayos X (D8 Discover).

Permite, a través de distintas técnicas, el estudio de fases cuantitativo y cualitativo, análisis de estructura de cristal, alta resolución, reflectometría, mapeo de espacio recíproco, difracción de Rayos X a incidencia rasante en plano (IP-GID), dispersión

⁴⁷ Consultado [Ene. 2014] Disponible en: [<http://www.bruker.es>]

de Rayos X a bajo ángulo e incidencia rasante (GI-SAXS), tensión residual y estrés, análisis de textura, análisis mediante capilares y micro-difracción (ver figura 55).

Figura 55. Difractómetro de rayos X. D8 Discover.



El equipo presenta un conjunto de accesorios de alto rendimiento y gran precisión, tales como:

Tubos de Rayos X, con anticátodo de cobre (Cu) y de cromo (Cr) intercambiables. Permiten conmutar entre foco lineal y puntual sólo girando el tubo.

Goniómetro horizontal de configuración θ - 2θ .

Espejos de haz paralelo con geometría Johansson de 60 mm, modelo tipo Göbel de tercera generación suministrando alta densidad de rayos X para tubo de Cu. Permite pasar de una geometría de Bragg-Brentano a una óptica de haz paralelo.

Óptica focalizadora en modo puntual de doble espejo Göbel, modelo Montel y sistema de policapilares.

Sistemas de monocromadores de 2 y 4 rebotes.

Juego de absorbedores rotatorios.

Conjunto de colimadores de foco puntual (Pin Hole).

Rendijas Soller axiales o paralelas intercambiables, y rendijas motorizadas en el haz difractado.

Seleccionador de camino óptico (Pathfinder) en haz difractado entre rendija Soller paralela, rendija motorizada y monocromadores de 3 rebotes.

Cuna de Euler para colocar porta-muestras.

Detector de centelleo, detector lineal modelo LYNXEYE y detector de área modelo VANTEC-500.

Cámara de temperatura tipo DOME modelo DHS1100 de Anton Paar.

El equipo dispone de un sistema de auto-reconocimiento de la colocación correcta e identificación de cada uno de los instrumentos usados.

Los tiempos de medida son cortos gracias a la utilización de los detectores de alta tecnología, que además permiten observar “in situ” el proceso de medida⁴⁸.

8.5.3 Difractómetro De Rayos X (D8 Advance).

El equipo está dotado de una fuente rayos X con ánodo de cobre, de alta estabilidad, y un detector de centelleo. Puede trabajar tanto en geometría Bragg-Brentano como con espejos Göbel. El difractómetro dispone de un intercambiador de muestras automático que puede comenzar a medir en posiciones de 0° de 2 theta. El equipo está conectado a un ordenador dotado con el paquete de software DIFFRACplus,

⁴⁸ Ibíd., p. 72

para la adquisición, tratamiento y evaluación de los datos difractométricos⁴⁹(ver figura 56).

Figura 56. Difractómetro de rayos X. D8 advance.



Para un análisis más sencillo la dividimos en:

- Goniómetro euleriano. Permite giros según tres ángulos independientes y desplazamientos a lo largo de tres direcciones ortogonales.
- Monocromador. Cuatro monocristales de germanio.
- Espejo de Göbel. Espejo parabólico que colima el haz.
- Tubo de rayos x. Rendija variable.
- Detector de centelleo (escintilación).

⁴⁹ Ibíd., p. 114

8.5.4 Chillers.

Es un caso especial de máquina frigorífica, cuyo fin es enfriar un medio líquido, generalmente agua. Necesita de elementos adicionales para poder funcionar, como redes de tubería, colectores, bombas, vasos de expansión, elementos de control, presostatos, válvulas de llenado y vaciado, decantadores, torre de enfriamiento y ablandador de agua (ver figura 57).

Figura 57. Chillers.



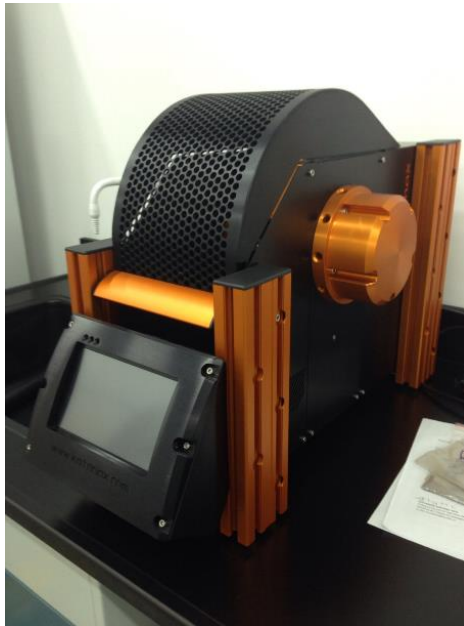
Para un análisis más sencillo la dividimos en cinco componentes:

- Evaporador.
- Compresor.
- Condensador.
- Válvula de expansión.
- Tubo capilar.

8.5.5 Perladora.

Equipo automatizado de fusión eléctrica con Borato para muestras atípicas, capaz de realizar de 5-7 muestras/hora. Ideal para la preparación de perlas para el análisis de Fluorescencia de R-X. Con Muestras típicas: cemento, clinker, cerámica, catalizadores, vidrio, minerales, suelos, rocas (ver figura 58)..

Figura 58. Perladora.



La perladora posee cuatro componentes principales:

- Tapa de seguridad.
- Crisol de calentamiento (anillo superior, placas de cerámica, elemento de calefacción, punta del termopar, cubierta de termopar, conector de cerámica, conectores de banana).
- Molde de enfriamiento.
- Pantalla de información.

9. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



A raíz de los estudios de criticidad, confiabilidad y los análisis de los modos de falla y sus efectos realizados con anterioridad, se sugirió un plan de mantenimiento preventivo para los equipos catalogados como críticos del sistema de aire acondicionado del Edificio de Investigaciones del PTG, así como los equipos críticos asignados a los laboratorios de GIMBA, Microscopía y Difracción de Rayos X, para proporcionar un cronograma o plan de actividades enfocadas al mantenimiento de los mismos.

Dichas actividades serán realizadas por personal capacitado adecuadamente para evitar cualquier tipo de complicación. Las sugerencias están basadas en los estudios de confiabilidad y AMFE, la experiencia por parte del personal de mantenimiento y laboratoristas, así como sugerencias por parte de los fabricantes, teniendo de esta manera un listado de actividades encaminadas a mantener el estado óptimo de los equipos.

9.1 FORMULARIO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

Mediante la recolección de datos técnicos, se creó un formulario en el cual se guardan dichos datos. Este formulario se creó a partir de la necesidad de llevar un registro de datos en el cual se pudiera consignar información pertinente al mantenimiento de los equipos, como el nombre, características técnicas básicas, a quien fue asignado y los datos sobre empresas de servicios de mantenimiento capacitados para los mismos. En los anexos encontraremos los formularios de información técnica de los equipos críticos relacionados a este proyecto. (Véase Tabla 20).

Tabla 20. Formulario de Información Técnica.

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:			
No. Inventario:		Marca:	
Modelo:		Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	
Asignado a:			
Facultad:		Escuela:	
Nombre del Director de Laboratorio:		Extensión:	
Ubicación:			
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico

Fuente: Autores del proyecto.

9.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al momento de implementar un programa de mantenimiento preventivo de los equipos críticos ya vistos, se utilizó un esquema tipo calendario, en el que se incluyen actividades programadas para el mantenimiento, las cuales serían realizadas durante la semana de programación, en la cual está señalada por un código en colores la frecuencia de los mismos. Así también se incluyen el nombre y número de inventario o identificación del equipo. Al final del libro se podrán consultar estos cronogramas. (Véase Tabla 21).

10. CONCLUSIONES

Se logró calcular mediante la herramienta de confiabilidad, Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE), que cinco de los trece equipos del Laboratorio de Microscopía son críticos y tres presentan media criticidad. En el Laboratorio de Difracción de Rayos X se estableció que seis equipos son críticos y tres son medianamente críticos, de los dieciocho equipos estudiados de este laboratorio. Para el Laboratorio de GIMBA, con un total de ciento dieciséis equipos, resultaron diecinueve críticos y veinticuatro medianamente críticos. En el sistema de aire acondicionado se determinó que de los cincuenta y seis equipos, veintidós son críticos y veintiuno son medianamente críticos.

Los factores más influyentes en el AMFE del Laboratorio de Microscopía, fueron la Frecuencia de Fallas y el Impacto Operacional, que derivaron en un alto valor, principalmente para el Microscopio Electrónico de Barrido y el PC. Los valores promedio se obtuvieron del proceso de encuesta con los profesionales del laboratorio, técnicos, operarios y el ingeniero de mantenimiento, quienes consultaron esa información en sus registros.

En el Laboratorio de Difracción de Rayos X también se aplicó la encuesta a todo el personal involucrado, obteniéndose valores más mesurados de los equipos críticos, influidos principalmente por el Impacto Operacional y la Flexibilidad Operacional.

Los equipos del Laboratorio de Difracción de Rayos X, presentan mayor confiabilidad que los equipos del Laboratorio de Microscopía, principalmente por la frecuencia de fallas bastante menor, además de la asesoría y soporte técnico de las empresas fabricantes involucrados.

Se deben adquirir rápidamente sensores e instrumentos de medición de radiación, para el personal e instalaciones, de los laboratorios de microscopía y difracción de rayos x.

Se identificó, que después del mantenimiento correctivo (reemplazar el filamento), el microscopio electrónico de barrido presenta falencias, en la medición, de la escala nanométrica de las muestras.

Se requiere, por la importancia, costos y confidencialidad de la información, adquirir un disco duro para el confiable, seguro y eficiente servicio del microscopio electrónico de barrido.

Los valores acertados y actualizados de las hojas de vida de los equipos, para su confiabilidad, MTBF y MTTR, permiten un mejor diseño del plan de mantenimiento preventivo.

La interacción con el personal de laboratorio y personal de mantenimiento, permitió la precisión y objetividad del Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE), al permitirnos un mayor conocimiento del funcionamiento, desempeño y comportamiento de los equipos, al igual que su mantenimiento.

No hay control ni registro adecuado del proceso de mantenimiento del laboratorio de GIMBA, por lo cual, el manejo de la información requerida se encuentra restringida.

11. RECOMENDACIONES

Comprometer para futuras adquisiciones de equipos, de manera imperiosa, que la empresa vendedora, brinde cursos de capacitación de normas de seguridad, mantenimiento y trabajo, con dichos equipos. De igual manera, que tengan el profesionalismo para una ética asesoría con respecto a los accesorios que permiten el óptimo funcionamiento del equipo y aplicaciones. El beneficio Institucional será el bienestar de sus trabajadores, seguridad industrial y ahorro económico, entre otros.

Ejecutar el mantenimiento por personal altamente calificado, de las empresas proveedoras, a los equipos con alto indicador de Impacto en Seguridad Ambiente Higiene, principalmente por su radioactividad y toxicidad.

Actualizar las actividades del plan de mantenimiento, propuesto a los equipos críticos en este trabajo, para obtener un mejoramiento en su desempeño y vida útil. Garantizar de una forma rápida, oportuna, clara, precisa, efectiva y eficiente, toda la información con respecto a las fallas de los equipos, ingresada en la base de datos de la división de mantenimiento tecnológico, para poder realizar estudios de confiabilidad más precisos y acertados.

BIBLIOGRAFÍA

ABERTNETHY, Robert B. The New Weibull Analysis Handbook – U.S. Air Force, 1998.

BESTRATÉN Manuel y ORRIOLS, Rosa María. Análisis modal de fallos y efectos AMFA. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 679.

BRUMBAUGH, James E. Audel HVAC Fundamentals: Volume 1: Heating Systems, Furnaces and Boilers (Audel Technical Trades Series). Audel, 2004. 720 p.

BRUMBAUGH, James E. Audel HVAC Fundamentals: Volume 2: Heating System Components, Gas and Oil Burners, and Automatic Controls (Audel Technical Trades Series). Audel, 2004. 672 p.

BRUMBAUGH, James E. Audel HVAC Fundamentals: Volume 3: Air Conditioning, Heat Pumps and Distribution Systems (Audel Technical Trades Series). Audel, 2004. 696 p.

CÉSPEDES AMARIZ, Jesús Alonso. Propuesta de una estructura organizacional basada en modelo de gestión de mantenimiento de la división de mantenimiento tecnológico de la Universidad Industrial de Santander. Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, 2010. 135 p.

GONZÁLEZ B, Carlos Ramón. Conferencias de ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001. Ibíd. 194 p.

GRAMSCH SANJINES Ernest. Análisis de fallas y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Conferencia ACIEM Gestión y Evaluación Competitiva del Mantenimiento, 1999.

KELLY A. y HARRIS M.J. Gestión del mantenimiento industrial. Madrid: Fundación Repsol, 1998. p 24-28.

LEVITT, Joel. Complete Guide to Predictive and Preventive Maintenance. Industrial Press, Inc., 2011. 256 p.

MÉNDEZ GAMBOA, Marcos Alonso. Tesis de Maestría en Ciencias: Análisis de confiabilidad utilizando modelos de componentes genéricos y matrices de propagación de fallas. Veracruz: Cenidet, 2008. 124 p.

MONCADA, Duván; RODRIGUEZ, Edder y QUIÑONEZ, Jelder. Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Tesis de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. 113 p.

OLAVE, Javier; BURGOS, Libardo; SÁENZ, Rodolfo. Herramientas para el análisis de criticidad de equipos y sus fallos. Universidad industrial de Santander., 2003. 93 p.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Manual de Mantenimiento para Equipo de Laboratorio. Washington, DC, 2005. 212 p.

QUIÑONES CORTÉS, Jhon Jairo. Implementación de la metodología de confiabilidad análisis de criticidad en los laboratorios clínico y de inmunología y biología molecular de la Universidad Industrial de Santander. DATASTREAM. [en línea]. Bucaramanga, 2012. 71 p. [Consultado Ene. 2014].

RACEDO, Manuel y VELASQUEZ, Jonathan. Plan de mantenimiento basado en un estudio de confiabilidad para las válvulas de seguridad de las plantas de polietileno I y II de la refinería de Barrancabermeja ECOPETROL S.A. Tesis de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2010. 82 p.

RIERA ROMERO, Rafael Sebastián y ESPINOZA BUSTOS, Manuel Alejandro. Evaluación de Confiabilidad en las Unidades Generadoras de CELEC EP-HIDROPAUTE (Mazar y Molino) utilizando el Método de Montecarlo: Trabajo de investigación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico. Cuenca, 2013. 144 p.

SCHWENK, David M.; CHAMBERLIN, Glen A. Standard HVAC Control Systems Operation and Maintenance for Maintenance Mechanics, U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories Champaign, IL, 1996. 172 p.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. División de Mantenimiento Tecnológico. Bucaramanga. [Consultado Ene. 2014] Disponible en: [<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administración/mantenimientoTecnologico/presentación.jsp>]

WHITMAN, Bill; JOHNSON, Bill; TOMCZYK, Jhon; SILBERSTEIN, Eugene. Refrigeration and Air Conditioning Technology. Cengage Learning., 2012. 1696 p.

ANEXOS

Anexo A. Cuadros AMFE del Laboratorio GIMBA.

No. INVENTARIO: 793	EQUIPO:	REFRIGERADORA ALTERN				PAGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	El refrigerador no funciona.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del refrigerador.
					No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica.
						Verificar el interruptor general (breaker).
Termostato	Ajusta la temperatura interna del refrigerador.	2.1.	El refrigerador funciona de forma continua sin efecto frigorífico.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Termostato ajustado a alta temperatura.	Confirmar el ajuste del termostato.
					Refrigerador congelado.	Ajustar el termostato a una temperatura menos baja.
						Descongelar el refrigerador.
Condensador	Retira el calor del líquido refrigerante (vapor) para entregarlo en fase líquida.	3.1.	El refrigerador presenta fluctuaciones de temperatura.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Control de temperatura descalibrado.	Calibrar la temperatura de operación.
					Condensador sucio.	Limpiar condensador.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: 793	EQUIPO:	REFRIGERADORA ALTERN				PAGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Compresor	Ejerce presión sobre el líquido refrigerante (vapor) para entregarlo al condensador a alta temperatura.	4.1.	Al operar el refrigerador se escuchan sonidos similares a un clic.	Posible daño del compresor.	El protector térmico ha desconectado el compresor.	Verificar si el voltaje de alimentación es el correcto.
Diversos componentes		5.1.	El refrigerador presenta temperatura alta.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Puerta abierta.	Verificar que la puerta este bien ajustada.
					Falla en la alimentación eléctrica.	Confirmar que la acometida eléctrica funciona correctamente.
					Se coloca una muestra a temperatura alta.	Esperar a que el refrigerador retire el calor de la carga.
					El compresor no funciona.	Verificar el funcionamiento del condensador. Comprobar si está encendida una de las alarmas.
					El compresor funciona, pero hay hielo en el evaporador.	Verificar si funcionan los ventiladores del evaporador.
					El compresor funciona, no hay hielo en el evaporador y funcionan bien los ventiladores del evaporador.	Se requiere una verificación completa del sistema de refrigeración.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 6020	EQUIPO:	ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA SERIE # 131101 MOD 2380				PAGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra la corriente eléctrica al equipo.	1.1.	El espectrofotómetro no se energiza.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	El interruptor de encendido no está activado.	Mover el interruptor a la posición de encendido.
					No hay energía en la toma de corriente.	Verificar el voltaje en la toma de corriente.
					El cable de poder está mal conectado.	Conectar adecuadamente el cable de poder.
Fusible	Protege al equipo de un cortocircuito.	2.1.	El espectrofotómetro no se energiza.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Fusible quemado	Reemplazar el fusible.
Pantalla LCD	Pantalla de interacción con el laboratorista.	3.1.	Pantalla LCD difícil de leer.	Ingreso de parámetros de función y lectura de líneas espectrales imposibilitado.	Control de contraste desajustado.	Ajustar el contraste de la pantalla.
					Sistema de iluminación del fondo quemado	Comunicarse con el proveedor.
General		4.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	La longitud de onda no está bien sintonizada, se presenta más de una línea espectral en la misma región.	Algunos metales pueden presentar más de una línea espectral en la misma región como el níquel. Verificar el metal de estudio.
Nebulizador	Cámara asociada al sistema inyector.	5.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	Nebulizador bloqueado o deteriorado por el uso extendido.	Verificar que el nebulizador no esté obstruido, en caso de deterioro reemplazarlo.
Sistema del quemador	Produce la llama necesaria para el realizar el ensayo de determinación de metales.	6.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	El sistema del quemador está desalineado.	Ubicar el sistema del quemador directamente debajo del haz de luz.
				Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	La relación aire/combustible no es la apropiada.	Verificar la relación aire/combustible apropiada para el metal de estudio.
Tanque de acetileno	Suministra el acetileno para quemar mediante el sistema del quemador.	7.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	Bajo nivel en el tanque de acetileno.	Reemplazar el tanque de acetileno con una presión menor a 75 psi. De lo contrario puede provocar daños en el sistema del quemador.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 6020	EQUIPO:	ESPECTOFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA SERIE # 131101 MOD 2380				PAGINA 2 DE 2		
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA		
Horno de Grafito	Dispositivo con el cual se logra una mayor temperatura de trabajo cuando el ensayo lo requiera.	8.1.	El horno de grafito no enciende.	No se puede poner en funcionamiento el componente.	Interruptor automático activado, pero la luz permanece apagada.	Comprobar la fuente de alimentación del horno.		
					Al encenderlo se dispara el interruptor automático del horno.	Verificar si hay cortocircuito en los electrodos de la cabeza del horno.		
		8.2.	No hay comunicación entre el horno y el espectrofotómetro.	Retrasos en los procedimientos.	El horno no está bien instalado.	Verificar la configuración del hardware.		
					Fuente de alimentación o cable de comunicación no conectados.	Verificar el cable de energía y el cable de comunicación entre el horno y el espectrofotómetro.		
		8.3.	El horno no calienta.	No se puede lograr la temperatura deseada para el ensayo.	El tubo no hace contacto con el electrodo.	Ajustar el tubo o reemplazarlo si fuese necesario.		
					Electrodos desgastados.	Reemplazar los electrodos de la cabeza del horno.		
					Daño del horno.	Comunicarse con el proveedor.		
		8.4.	Vida útil del tubo del horno de grafito reducida.	Funcionamiento prolongado del horno comprometido.	Presencia de oxígeno en el tubo.	Evitar cualquier fuente de oxígeno en los tubos. Revisar que el sistema de ventilación no esté dirigido directamente al horno		
					Trabajo al temperaturas muy altas.	Ajustar el atomizador para trabajar a temperaturas muy elevadas.		
		FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 7310	EQUIPO:	HORNO TUBULAR TRES ZONAS MOD 54357SERIE 818117				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Sistema eléctrico	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	No hay energía.	No se puede poner en funcionamiento el dispositivo.	El horno no está conectado.	Conectar el horno a la corriente eléctrica.
					Cable de poder deteriorado.	Cambiar el cable de poder.
					El interruptor de encendido se encuentra apagado.	Accionar el interruptor de encendido.
					Interruptor dañado.	Cambiar el interruptor de encendido.
Tarjeta de control	Controla los parámetros de funcionamiento.	2.1.	No hay energía.	No se puede poner en funcionamiento el dispositivo.	Tarjeta de control en mal estado.	Sustituir la tarjeta de control.
Termopar	Componente formado por dos materiales diferentes, que generan una corriente eléctrica cuando una de las uniones a una temperatura mayor que la otra.	3.1.	Temperatura errática elevada.	Muestras comprometidas con daño.	Termopar defectuoso.	Sustituir termopar
		3.2.	Fallas de calentamiento.	No se puede realizar la calcinación de muestras para determinación de materiales.	Termopar defectuoso.	Sustituir termopar
General		4.1.	Fallas de calentamiento.	No se puede realizar la calcinación de muestras para determinación de materiales.	Temperatura seleccionada inferior a la actual.	Cambiar la selección de temperatura.
Resistencia	Componente que impide en cierto grado el paso de corriente eléctrica provocando calentamiento.	5.1.	Fallas de calentamiento.	No se puede realizar la calcinación de muestras para determinación de materiales.	Resistencia en mal estado.	Reemplazar la resistencia.
Controlador de temperatura	Dispositivo que regula la temperatura de una de las zonas.	6.1.	Fallas de calentamiento.	No se puede realizar la calcinación de muestras para determinación de materiales.	Controlador de temperatura en mal estado.	Sustituir controlador de temperatura
		6.2.	Temperatura errática elevada.	Muestras comprometidas con daño.	Controlador de temperatura en mal estado.	Sustituir controlador de temperatura

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 18030	EQUIPO:	MOLINO DE ANILLOS NAEF				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Motor eléctrico	Suministra la energía eléctrica al sistema de movimiento de resortes.	1.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Motor eléctrico defectuoso.	Reemplazar el motor eléctrico.
					Motor eléctrico desconectado.	Revisar las conexiones del motor.
		1.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Motor eléctrico defectuoso.	Verificar el motor eléctrico y de ser necesario reemplazarlo.
Sistema de movimiento de resortes	Brinda movimiento vibratorio para funcionamiento del molino.	2.1.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Sistema desajustado.	Desmontar el sistema y ajustarlo.
Anillos	Realizan la pulverización del mineral.	3.1.	Pulverización detenida o incompleta.	Funcionamiento deficiente.	Anillos desgastados o dañados,	Reemplazar los anillos de pulverización.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 33639	EQUIPO:	SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES PARA ABSORCIÓN ATÓMICA				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Sistema eléctrico	Distribuye la corriente eléctrica en el equipo.	1.1.	No hay energía.	El equipo no puede apoyar el funcionamiento de los espectrofotómetros de absorción atómica.	El interruptor de energía está apagado.	Accionar el interruptor de encendido.
					Interruptor dañado.	Cambiar el interruptor
Fusible	Protege el equipo de un cortocircuito.	2.1.	El dispositivo no enciende.	No se puede poner en marcha la función de extracción.	Fusible quemado.	Reemplazar el fusible.
Motor eléctrico	Transforma la energía eléctrica en movimiento para el ventilador.	3.1.	Hay paso de corriente al equipo al accionarse el interruptor pero el ventilador no gira.	No se puede poner en marcha la función de extracción.	Motor del ventilador defectuoso.	Reemplazar el conjunto motor-ventilador.
					Motor del ventilador desconectado.	Revisar las conexiones del motor.
Conducto de ventilación	Conducto para el flujo del aire hacia el exterior.	4.1.	El equipo funciona pero no hay flujo de aire.	Flujo de aire detenido, pérdida de funcionalidad.	Conducto de ventilación obstruido.	Comprobar que el sistema de ventilación no presente obstrucciones.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 33638	EQUIPO:	CABINA EXTRACTORA DE GASES, TIPO ADD-AIR. MODELO: C-180 X				PAGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra la corriente eléctrica al equipo.	1.1.	No encienden la luz ni el sistema de ventilación de la cabina.	No se puede poner en funcionamiento el dispositivo.	Cabina desconectada de la toma eléctrica.	Verificar que la cabina está conectada a una toma eléctrica y que el cable esté conectado en la caja eléctrica de la cabina.
					No hay alimentación eléctrica en la acometida.	Confirmar que la toma eléctrica esté energizada y que el interruptor automático no esté desactivado (protección termomagnética). Inicializar nuevamente los interruptores.
Lámpara	Brinda iluminación al área de trabajo de la cabina.	2.1.	El ventilador del cabina funciona, pero la lámpara no enciende.	Iluminación limitada en el área de trabajo.	Lámpara defectuosa.	Reemplazar la lámpara.
					Lámpara mal conectada.	Revisar la conexión de la lámpara.
Sistema eléctrico	Distribuye la corriente eléctrica en el equipo.	3.1.	El ventilador del cabina funciona, pero la lámpara no enciende.	Iluminación limitada en el área de trabajo.	Protección termomagnética del interruptor automático activada.	Reconectar el interruptor automático (breaker)
					Alambrado de la lámpara desconectado.	Revisar el alambrado de la lámpara.
					Balastro de la lámpara defectuoso.	Reemplazar balastro.
General		4.1.	El ventilador no gira pero la luz enciende.	No se puede poner en marcha las funciones de extracción o inyección.	Ventana frontal cerrada (inyección de aire).	Abrir la ventana hasta la posición de trabajo.
Motor eléctrico	Transforma la energía eléctrica en movimiento para el ventilador.	5.1.	El ventilador no gira pero la luz enciende.	No se puede poner en marcha las funciones de extracción o inyección.	Motor del ventilador defectuoso.	Reemplazar el conjunto motor-ventilador.
					Motor del ventilador desconectado.	Revisar las conexiones del motor.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 33638	EQUIPO:	CABINA EXTRACTORA DE GASES, TIPO ADD-AIR. MODELO: C-180 X				PAGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Filtro	Componente necesario para la remoción de partículas no deseadas.	6.1.	El manómetro indica un aumento en la caída de presión a través del filtro.	Flujo de aire disminuido afectando la eficiencia del dispositivo.	La retención de partículas en filtro ha aumentado.	Proceso normal durante la vida útil del filtro.
		6.2.	Se presenta contaminación en las muestras que se trabajan en la cabina.	Adulteración en las muestras y pérdida de las mismas.	Filtro defectuoso.	Sustituir filtro y certificar la cabina nuevamente.
Sistema de extracción y retorno	Sistema de conductos para el flujo de aire dentro del dispositivo.	7.1.	El manómetro indica un aumento en la caída de presión a través del filtro.	Flujo de aire disminuido afectando la eficiencia del dispositivo.	Bloqueo en las rejillas o en las ranuras de retorno.	Verificar que las rejillas no se encuentren obstruidas con algún equipo o material.
					Obstrucción en el conducto de extracción.	Comprobar que no existan bloqueos o restricciones en el conducto de extracción.
					Bloqueo o restricción bajo la superficie de trabajo.	Verificar que el conducto bajo la superficie de trabajo se encuentre libre de obstrucciones.
		7.2.	Se presenta contaminación en las muestras que se trabajan en la cabina.	Adulteración en las muestras y pérdida de las mismas.	Restricciones en las ranuras de retorno o bloqueo del ducto de extracción.	Comprobar que el retorno y el sistema de extracción no presenten obstrucciones.
General		8.1.	Se presenta contaminación en las muestras que se trabajan en la cabina.	Adulteración en las muestras y pérdida de las mismas.	Procedimientos de trabajo inadecuados.	Revisar que la cabina se utiliza de acuerdo a los procedimientos y a las buenas prácticas.
					Factores externos a la cabina afectan los patrones de flujo dentro de la misma y causan contaminación.	Verificar la instalación de la cabina y los procedimientos que se están realizando.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 44327	EQUIPO:	BOMBA DE VACÍO THOMAS 191 REF. BV-T MOD.900-13-58E SERIE.192				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Sistema de vacío	Sistema general que comprende el diafragma, válvulas, etc.	1.1.	La bomba no entrega buen vacío cuando trabaja con la boca de aspiración cerrada o la bomba tarda mas tiempo que el calculado en evacuar el sistema.	Proceso de vacío incompleto.	Se producen fugas ò pérdidas en el sistema de vacío ò la tubería de vacío.	Revisar la tubería de vacío para detectar posibles pérdidas.
Sistema de filtros	Se encarga de realizar la detención de impurezas o cuerpos extraños.	2.1.	La bomba no entrega buen vacío cuando trabaja con la boca de aspiración cerrada o la bomba tarda mas tiempo que el calculado en evacuar el sistema.	Proceso de vacío incompleto.	El filtro interno (malla de retención) de aspiración ó el accesorio filtro de aire externo Se encuentra obturado ó tapado.	Pare la bomba. Revisar primero el accesorio filtro de aire externo (si lo tuviera) y luego revisar el filtro interno (malla de retención) desarmando la caja de válvula en la bomba.
General		3.1.	La bomba no entrega buen vacío cuando trabaja con la boca de aspiración cerrada o la bomba tarda mas tiempo que el calculado en evacuar el sistema.	Proceso de vacío incompleto.	Partes internas de la bomba dañadas o desgastadas por el uso.	Desarme total y cambiar las piezas deterioradas.
Motor eléctrico	Se encarga de transformar la energía eléctrica en movimiento.	4.1.	La bomba no enciende.	No se inicia el procedimiento de vaciado.	Motor eléctrico no está conectado.	Conectar el motor a la toma de corriente.
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	5.1.	La bomba no enciende.	No se inicia el procedimiento de vaciado.	No tiene una conexión eléctrica adecuada.	Revisar el correcto suministro de energía eléctrica.
		5.2.	La bomba enciende pero tiene alto consumo eléctrico (amperaje).	Pérdidas en el consumo de energía eléctrica.	Conexión eléctrica en las borneras del motor están desajustadas Baja tensión en la conexión eléctrica	Ajustar la conexión eléctrica en las borneras. Verificar tensión.
Diversos componentes		6.1.	La bomba enciende pero tiene alto consumo eléctrico (amperaje).	Pérdidas en el consumo de energía eléctrica.	Cuerpos extraños en el interior de la bomba.	Desarmar y revisar el interior. Ensamblar el dispositivo.
		6.2.	Nivel de ruido muy alto.	Daño en los componentes.	Acoplamiento gastado o flojo. Rodamientos gastados.	Reemplazar el acoplamiento entre el motor y la bomba. Reemplazar los rodamientos.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 52564	EQUIPO:	ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA MOD. 210VGP				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra la corriente eléctrica al equipo.	1.1.	El espectrofotómetro no se energiza.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	El interruptor de encendido no está activado.	Mover el interruptor a la posición de encendido.
					No hay energía en la toma de corriente.	Verificar el voltaje en la toma de corriente.
					El cable de poder está mal conectado.	Conectar adecuadamente el cable de poder.
Fusible	Protege al equipo de un cortocircuito.	2.1.	El espectrofotómetro no se energiza.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Fusible quemado	Reemplazar el fusible.
Pantalla LCD	Pantalla de interacción con el laboratorista.	3.1.	Pantalla LCD difícil de leer.	Ingreso de parámetros de función y lectura de líneas espectrales imposibilitado.	Control de contraste desajustado.	Ajustar el contraste de la pantalla.
					Sistema de iluminación del fondo quemado	Comunicarse con el proveedor.
General		4.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	La longitud de onda no está bien sintonizada, se presenta más de una línea espectral en la misma región.	Algunos metales pueden presentar más de una línea espectral en la misma región como el níquel. Verificar el metal de estudio.
Nebulizador	Cámara asociada al sistema inyector.	5.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	Nebulizador bloqueado o deteriorado por el uso extendido.	Verificar que el nebulizador no esté obstruido, en caso de deterioro reemplazarlo.
Sistema del quemador	Produce la llama necesaria para el realizar el ensayo de determinación de metales.	6.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	El sistema del quemador está desalineado.	Ubicar el sistema del quemador directamente debajo del haz de luz.
				Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	La relación aire/combustible no es la apropiada.	Verificar la relación aire/combustible apropiada para el emtal de estudio.
Tanque de acetileno	Suministra el acetileno para quemar mediante el sistema del quemador.	7.1.	Posible baja absorbancia.	Lectura de líneas espectrales errada y/o daño de equipo.	Bajo nivel en el tanque de acetileno.	Reemplazar el tanque de acetileno con una presión menor a 75 psi. De lo contrario puede provocar daños en el sistema del quemador.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 52570	EQUIPO:	TITULADOR AUTOMÁTICO REF. E-751/728 CON CONDUCTÓMETRO DE PRECISIÓN				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
General		1.1	La dosificación es muy lenta al final y los incrementos muy pequeños.	La titulación no se puede realizar correctamente.	Incremento mínimo por debajo del necesario.	Aumente el incremento mínimo.
					Criterio de parada extenso.	Cambiar el criterio de parada. Intente elevar la deriva de parada o utilizar un tiempo de espera más corto.
					Muestras problemáticas.	Cambiar el disolvente.
		1.2	Al final de la titulación los incrementos son demasiado grandes. "Sobresaturación".	Ensayo mal logrado. Posibles derrames.	Velocidad de dosificación muy alta.	Reducir la velocidad máxima. El siguiente experimento le ofrece un punto de referencia para una óptima "velocidad máxima". Visualice la deriva durante el acondicionamiento y añada la muestra sin haber comenzado la titulación. Seleccione un valor por debajo de la deriva máxima como "velocidad máxima".
					Electrodo mal posicionado.	Colocar correctamente el electrodo y de la punta de la bureta.
		1.3	La solución se vuelve demasiado marrón al final de la titulación.	Parámetros de funcionamiento errados, repetición del ensayo.	Cantidad de metanol en el disolvente muy baja.	Cambiar el disolvente.
		1.4	La solución se vuelve más oscura con cada titulación.	Parámetros de funcionamiento errados,	Electrodo sucio.	Limpia el electrodo con acetona.
					Disolvente desgastado.	Renovar el disolvente.
		1.5	La deriva aumenta con cada titulación.	Parámetros de funcionamiento errados, repetición del ensayo.	La muestra desprende agua muy lentamente.	Utilizar un horno.
					Ácidos de la muestra estarificados.	Cambiar la solución con más frecuencia. Aumentar la capacidad del tampón del disolvente.
		1.6	El punto final se alcanza rápidamente.	Parámetros de funcionamiento errados, repetición del ensayo.	Muestra con cetonas o aldehídos.	Utilizar reactivos adecuados para cetonas y aldehídos.
					Velocidad de dosificación muy alta.	Reducir la velocidad máxima.
		1.7	El tiempo de titulación es cada vez más largo.		Capacidad del tampón del disolvente disminuida.	Cambiar la solución.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 86376	EQUIPO:	BAÑO DE ULTRASONIDO CON CALENTAMIENTO BRANSON REF.1510				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Sistema Eléctrico	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	Baño ultrasonico no enciende.	No se pueden limpiar los elementos.	El dispositivo no está conectado.	Conectar el dispositivo a la toma de corriente.
Temporizador	Permite controlar el tiempo de funcionamiento.	2.1.	Baño ultrasonico no enciende.	No se pueden limpiar los elementos.	El temporizador no ha sido accionado.	Girar el temporizador en sentido horario según el tiempo requerido
Fusible	Protege al equipo de un cortocircuito.	3.1.	Baño ultrasonico no enciende.	No se pueden limpiar los elementos.	Fusible quemado	Reemplazar el fusible.
Sistema electrónico	Controla los parámetros de funcionamiento.	4.1.	Baño ultrasonico no enciende.	No se pueden limpiar los elementos.	Tarjeta electrónica averiada.	Comunicarse con el servicio técnico.
Sistema de calentamiento	Suministra flujo constante de corriente	5.1.	El dispositivo funciona pero no el sistema de calentamiento.	Funcionamiento menos eficiente.	Sistema de calentamiento no funciona.	Comunicarse con el servicio técnico.
		5.2.	El dispositivo funciona pero no el sistema de calentamiento.		El sistema de calentamiento está apagado.	Encender el sistema de calentamiento.
		5.3.	Baño ultrasonico funciona pero no mantiene el nivel de temperatura.		Sistema de calentamiento no funciona o los sensores	Comunicarse con el servicio técnico.
Válvula de purga	Se encarga del drenaje de la bañera.	6.1.	Drenaje obstruido.	No se puede vaciar la bañera.	Válvula de purga obstruida o averiada.	Revisar la válvula de purga y de ser necesario reemplacela.
General		7.1.	Disminución de la actividad ultrasonica. Problemas en la cavitación.	El dispositivo no trabaja adecuadamente, no se puede realizar una limpieza óptima.	La solución no se desgasifica.	Revisar que la bañera estaba llena con agua tibia de la llave además de la solución de limpieza y que han corrido de 5 a 10 minutos.
					La solución está gastada.	Cambiar la solución.
					Nivel de la solución incorrecta para la carga	Ajustar la solución dentro de 3/8 pulgadas del nivel de carga.
					Parte inferior de la bañera cubierta por partículas sólidas.	Vaciar el tanque y limpielo.
					Uso de agua desionizada en la bañera.	El agua desionizada no cavita, cambiarla.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. IVENTARIO: 90571	EQUIPO:	PH-METRO MESA LAB.850				PAGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Electrodo	Interactúa con la muestra a medir y establece el nivel de PH.	1.1.	Error indicado Err1	No se puede realizar el proceso de medición de PH adecuadamente.	Valor medido fuera del rango de medición.	Emplear un electrodo adecuado.
		1.2.	El valor medido no es estable.		Conductibilidad muy baja.	
					Temperatura muy alta.	
		1.3.	Valores medidos evidentemente falsos.		Líquidos orgánicos.	
					El electrodo es inadecuado.	Cambiar el electrodo.
					El cable está deteriorado.	
1.4.	Error indicado Err1	El gel electrolítico se ha secado.				
		Electrodo quebrado.				
1.5.	Error indicado CalcError	No se ha conectado ningún electrodo.	Conectar el electrodo.			
1.6.	Error indicado Err2					
Diafragma	Cuerpo poroso en la carcaza de los electrodos. Establece el contacto electrolítico entre dos soluciones y dificulta el intercambio del electrolito.	2.1.	Error indicado Err1	No hay lectura de medición.	Hay una burbuja de aire delante del diafragma.	Eliminar la burbuja.
					Hay aire en el diafragma.	Mojar el diafragma.
		2.2.	Error indicado CalcError		El diafragma está sucio.	Limpiar el diafragma.
2.3.	El valor medido no es estable.					

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. IVENTARIO: 90571	EQUIPO: PH-METRO MESA LAB.850					PAGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
General		3.1.	Error indicado Err2	No se puede realizar el proceso de medición de PH adecuadamente.	El tiempo ajustado durante la calibración es muy largo.	Temperar la muestra o calibrar nuevamente
		3.2.	Error indicado Err4		La temperatura durante la calibración es inestable.	
		3.3.	Error indicado CalcError		Los valores determinados para el punto cero y la pendiente del electrodo se encuentran fuera de los límites permitidos.	Calibrar nuevamente.
		3.4.	El valor medido no es estable.		La temperatura es inestable.	Temperar
		3.5.			El valor de PH no es estable.	Medir con exclusión de aire.
		3.6.	CalcClock ha caducado.		El intervalo de calibración está sobrepasado.	Calibrar nuevamente el sistema de medición.
		3.7.	El medidor no reacciona a las teclas.		El estado del sistema operativo no está definido	Resetear el procesador: oprimir la tecla SC y conectar el instrumento.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 101312	EQUIPO:	POTENCIOSTATO GALVANOSTADO ZRA REF.600				PAGINA 1 DE 1		
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA		
Conexión eléctrica	Suministra la corriente eléctrica al equipo.	1.1.	El potencióstato no se enciende.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	El interruptor de encendido no está activado.	Mover el interruptor a la posición de encendido.		
					No hay energía en la toma de corriente.	Verificar el voltaje en la toma de corriente.		
					El cable de poder está mal conectado.	Conectar adecuadamente el cable de poder.		
Software		2.1.	No se inicia el programa de funcionamiento.	Ensayo comprometido.	Software comprometido.	Desinstalar e instalar nuevamente el software de funcionamiento.		
Cables de conexión	Crean una interfaz entre el potencióstato y el computador, electrodos y tarjeta externa.	3.1.	No se inicia el programa de funcionamiento.	Ensayo retrasado.	Cable de red entre el potencióstato y el computador no está bien conectado.	Verificar el estado y la conexión del cable.		
					3.2.	El programa corre pero no hay lecturas de los electrodos.	Cables de conexión a los electrodos mal conectados.	Verificar el estado de los cables. Posicionar correctamente los cables a los electrodos.
					3.3.	No se puede realizar la calibración con la tarjeta externa.	Cables de conexión a la tarjeta mal conectados.	Verificar el estado y la conexión de los cables.
Electrodos	Componente necesario para ensayos electroquímicos.	4.1.	El programa corre pero no hay lecturas de los electrodos.	Daño de componente.	Electrodos deteriorados.	Revisar y comunicarse con el proveedor.		
Tarjeta externa	Tarjeta integrada necesaria para el proceso de calibración.	5.1.	No se puede realizar la calibración con la tarjeta externa.	Daño de componente.	Tarjeta en mal estado.	Comunicarse con el proveedor.		

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 103997	EQUIPO:	PH-METRO DE MESA HANNA REF. HI2211-01				PAGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Electrodo	Interactúa con la muestra a medir y establece el nivel de PH.	1.1.	Lectura lenta.	Tiempos de proceso demorados.	Electrodo de PH sucio.	Limpie el electrodo y a continuación sumerja la punta en solución HI 7061 ó HI 8061 durante 30 minutos.
		1.2.	Las lecturas fluctúan arriba y abajo (ruido).	Lectura inadecuada.	Unión obturada/sucia. Nivel de electrolito bajo (sólo electrodos rellenables).	Limpie el electrodo. Rellene con solución electrolítica nueva (para electrodos rellenables). Compruebe el cable y el conector.
		1.3.	Fuera de rango en la escala mV.	No se realiza lectura.	Membrana seca.	Sumerja en solución de almacenamiento HI 70300 ó HI 80300. Revise el cable y el conector.
		1.4.	El instrumento no acepta la solución tampón para la calibración.	No se inicia la lectura	Electrodo de PH dañado. Se ha usado tampón erróneo.	Siga el procedimiento de limpieza. Si aún así no hay resultados, sustituya el electrodo. Cambie el tampón.
		1.5.	El instrumento no calibra o da lecturas erróneas.	No se realiza lectura.	Electrodo de PH roto.	Sustituya el electrodo.
		1.6.	El medidor no funciona con la sonda de temperatura.		Sonda de temperatura rota o errónea.	Sustituya la sonda de temperatura.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 103997	EQUIPO:	PH-METRO DE MESA HANNA REF. HI2211-01				PAGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
General		2.1.	El display muestra "pH" y "---".	No se puede realizar el proceso de medición de PH adecuadamente.	Fuera de rango en la escala de pH.	Verifique que el electrodo esté conectado.
						Verifique que se haya quitado la tapa para transporte.
					Recalibre el medidor.	
					Asegúrese de que la muestra de pH está en el rango especificado.	
		2.2.	El display muestra "mV" y "---"		Fuera de rango en la escala de mV.	Compruebe el nivel de electrolito y el estado general del electrodo.
		2.3.	Al ponerlo el marcha el medidor muestra todos los segmentos del LCD permanentemente		Una de las teclas está bloqueada.	Verifique que el electrodo esté conectado.
		2.4.	El LCD muestra el mensaje de error "Err xx".		Error interno.	Revise el teclado o contacte con el distribuidor.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 104354	EQUIPO:	GENERADOR DE HIDRUROS TIPO BATCH HYDRIDE AND COLD VAPOR FOR HG/AS/SE MODELO 1018				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Diversos componentes		1.1.	Se acciona el sistema de válvulas, pero no hay un flujo adecuado o no hay flujo.	No se puede realizar el ensayo por medio del método de vapor frío.	Medidores de flujo descalibrador o dañados.	Calibrar los medidores de flujo o reemplazar de ser necesario.
					Las válvulas de alimentación no	Revisar la apertura y cierre total de las válvulas.
					Boquillas obstruidas.	Limpiar las boquillas.
Válvula de purga	Válvula utilizada para purgar los gases presentes dentro de los conductos del ensayo.	2.1.	Al terminar el ensayo no se puede purgar los gases del sistema.	Gases estancados dentro del sistema.	Válvula de purga cerrada.	Accionar la válvula de purga.
					Válvula de purga dañada.	Cambiar la válvula de purga. Comunicarse con el proveedor.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 106423	EQUIPO:	MOLINO DE BOLAS SERIE 378 DENVER				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Motor eléctrico	Transforma la energía eléctrica en movimiento para el eje principal.	1.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Motor eléctrico defectuoso.	Reemplazar el motor eléctrico.
					Motor eléctrico desconectado.	Revisar las conexiones del motor.
		1.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Motor eléctrico defectuoso.	Verificar el motor eléctrico y de ser necesario reemplazarlo.
Correas de transmisión	Permite la transmisión de movimiento entre los ejes.	2.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Correas desajustadas.	Ajustar las correas, de ser necesario por desgaste cambiarlas.
		2.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Correas desajustadas.	Ajustar las correas, de ser necesario por desgaste cambiarlas.
Cojinetes	Apoyo para el movimiento y sujeción de los ejes.	3.1.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Lubricación deficiente.	Lubricar los cojinetes.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 106425	EQUIPO:	MOLINO DE DISCOS (PULVERIZADOR) BICO INC.				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Motor eléctrico	Transforma la energía eléctrica en movimiento para el eje principal.	1.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Motor eléctrico defectuoso.	Reemplazar el motor eléctrico.
		1.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Motor eléctrico desconectado.	Revisar las conexiones del motor.
Discos de molienda.	Realizan la labor de molienda pasando el material mineral entre los mismos.	2.1.	Se enciende el equipo pero el eje de transmisión no se mueve.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Discos trabados.	Posible daño, reemplazar sistema de discos.
		2.2.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Discos desajustados	Ajustar el disco de molienda principal sobre el eje.
Cojinetes	Apoyo para el movimiento y sujeción de los ejes.	3.1.	Hace ruido al encender.	Funcionamiento deficiente.	Lubricación deficiente.	Lubricar los cojinetes.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 107408	EQUIPO:	MEDIDOR DE OXÍGENO MARCA HACH MODE HQ30D FLEXI				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Sonda de medición LDO	Sonda de modelo estándar, que usa la tecnología luminiscente para la medición de oxígeno disuelto.	1.1. 1.2.	Conexión a una sonda. Sonda incompatible.	No hay lectura de medición.	Sonda desconectada o conectada incorrectamente.	Apriete la tuerca de bloqueo del conector de la sonda. Desconecte la sonda y después conectela de nuevo.
					Software sin actualizar.	Actualice el software del medidor a la versión más actual: www.hach.com/softwaredownloads.
					Problema con la sonda.	Conecte una sonda IntelliCAL diferente para verificar si el problema es con la sonda o con el medidor.
		1.3.	Medición lenta.	Lectura incorrecta	Sonda sucia.	Limpia la sonda.
Software del dispositivo	Programas de interfaz con el medidor y para lectura del oxígeno disuelto a través de la sonda.	2.1.	Error X.X.XX.XX de cargador de arranque.	No se puede realizar el proceso de medición.	Software sin actualizar.	Actualice el software del medidor a la versión más actual: www.hach.com/softwaredownloads.
		2.2.	Mensaje quedan 0 días			
		2.3.	El medidor no se enciende o se enciende intermitentemente.			
		2.4.	No se puede acceder a la pantalla OPCIONES de acceso completo o de operador.			
Baterías	Se encargan de suministrar la energía para el funcionamiento del medidor.	3.1.	Dispositivo encendido, pero no hay señal en la pantalla.	No hay lectura de medición.	Baterías mal instaladas.	Verificar la polaridad y limpiar los terminales de las baterías.
					Baterías agotadas.	Reemplace las baterías.
		3.2.	Indicador de baterías centellea.	No se puede realizar el proceso de medición.	Baterías agotadas.	Reemplace las baterías.
General		4.1.	Mensaje quedan 0 días	No se puede realizar el proceso de medición.	Medidor ajustado con fecha y hora incorrectas.	Reajuste la hora y fecha en el dispositivo.
MENSAJES DE ERROR EN LA PANTALLA DEL DISPOSITIVO						
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

No. INVENTARIO: 108888	EQUIPO:	AUTOCLAVE DE OLLA ELÉCTRICA A VAPOR 50X MARCA ALL AMERICAN-USA				PAGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Diversos componentes		1.1.	Material esterilizado sale humedo.	No hay una correcta esterilización.	Válvula de control defectuosa	Verificar la válvula de control.
					Tubo del aire de escape obstruido.	Limpiar el tubo del aire de escape.
					Autoclave muy cargado.	Reducir la carga del autoclave. Repetir esterilización
					El autoclave no está nivelado.	Nivelar autoclave.
Diversos componentes		2.1.	Presión de vapor muy baja.	No hay una correcta esterilización.	Sellos metal-metal en mal estado.	Verificar el estado de los sellos metal-metal.
					Fuga de vapor interna en otro dispositivo del autoclave.	Revisar válvulas, tapon de sobre-presión.
General		3.1.	Presión de vapor excesiva.	Daño de componentes.	Autoclave descalibrado.	Calibrar autoclave.
Válvula de seguridad de exceso de presión.	Impide que la presión de vapor aumente de determinado valor.	4.1.	Válvula de seguridad se activa y el autoclave sigue calentando.	Daño de componente.	Válvula de seguridad bloqueada.	Limpiar la válvula de seguridad.
					Falla de válvula de seguridad.	Reemplazar la válvula de seguridad.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 109140	EQUIPO:	ESPECTROFOTÓMETRO GENESYS 10S UV/VIS ULTRAVIOLETA VISIBLE				PAGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra la corriente eléctrica al equipo.	1.1.	El espectrofotómetro no se energiza.	No se puede poner en funcionamiento el equipo.	Interrupción de encendido no está accionado.	Mover el el interruptor a la posición de encendido.
					No hay energía eléctrica en la toma de corriente,	Verificar el voltaje en la toma de corriente.
					Cable de poder mal conectado.	Conectar firmemente el cable de poder.
Teclado	Dispositivo para el ingreso de funciones.	2.1.	Los botones del teclado no responden.	No se puede ingresar los parámetros del ensayo e instrucciones al equipo.	Inicialización incompleta del equipo durante el arranque.	Apagar el equipo y encenderlo nuevamente.
Pantalla LCD	Pantalla de interacción con el laboratorista.	3.1.	Pantalla LCD difícil de leer.	Lectura de ingreso de los parámetros de función y líneas espectrales imposibilitado.	Contraste desajustado.	Ajustar el contraste.
					Sistema de iluminación del fondo quemado.	Comunicarse con el proveedor.
Impresora	Dispositivo para la salida de información impresa en papel.	4.1.	Impresora atascada.	No se puede obtener los resultados del ensayo en papel.	El papel terminó arrugado dentro de la impresora al cortar el papel.	Remover el exceso de papel con unas pinzas de punta fina. Apagar el equipo y reinstalar nuevamente.
					Papel de la impresora instalado incorrectamente.	Apagar el equipo y reinstalar nuevamente.
		4.2.	El papel de la impresora no avanza.		Borde delantero del papel no alineado o doblado.	Apagar el equipo y reinstalar nuevamente.
					Control de alimentación de papel no funciona.	Comunicarse con el proveedor.
Compartimiento para muestras.	Cámara de ubicación de muestras para los ensayos.	5.1.	El recipiente no entra en el compartimiento para muestras.	Retraso en el inicio del ensayo.	Recipiente de tamaño equivocado.	Usar recipientes del tamaño recomendado por el proveedor.
					Mecanismo de ajuste del recipiente mal posicionado.	Corregir posición del mecanismo de ajuste.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 109140	EQUIPO:	ESPECTROFOTÓMETRO GENESYS 10S UV/VIS ULTRAVIOLETA VISIBLE				PAGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Sistema óptico	Conjunto de lentes para la dirección de los haces de luz.	6.1.	La lectura presenta fluctuaciones.	Lecturas erradas, ensayo no realizado correctamente.	Hay interferencias en el recorrido del haz de luz.	Revisar que el recipiente no tenga rayones.
						Verificar la presencia de partículas extrañas en el recipiente.
						Verificar que el rango de trabajo seleccionado es adecuado para la muestra bajo análisis.
General		7.1.	La lectura presenta valores negativos. No hay lectura de absorbancia.	Lectura de líneas espectrales erradas.	No hay muestra.	Añadir una muestra a la solución.
					Colocación incorrecta del recipiente.	Verificar la orientación de la ventana del recipiente.
					Selección incorrecta de la longitud de onda.	Ajustar la longitud de onda al rango compatible al análisis.
					Equipo calibrado erróneamente con una muestra en vez de una solución estándar.	Calibrar el dispositivo con una solución estándar o con agua destilada.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Anexo B. Cuadros AMFE del Laboratorio de Microscopía.

NO. INVENTARIO: 98633	EQUIPO:	MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO QUANTA FEG 650				PÁGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Sstema óptico	Formar la imagen de la muestra sobre una pantalla sensible al impacto de los electrones que transfiere la imagen formada a la pantalla del PC.	1.1.	No hay señal o iluminación.	No se pueden analizar las muestras.	Mala elección del valor de enfoque.	Seleccionar la mayor apertura del lente. Diámetro 1 mm.
		1.2.	No hay señal o iluminación.			El Beam Blank está encendido(Ctrol+B).
		1.3.	Astigmatismo excede los límites de control(mala imagen, no es posible enfocar).	Se presenta una imagen borrosa de la muestra.	Mala elección del valor de enfoque.	Usar un detector diferente.
		1.4.	Desplazamiento de la imagen al enfocar.			Usar una apertura final de lente, diferente. (Ver tabla 2.1, página 2.6 del manual del usuario).
Softw are	Controla las operaciones del sistema de información.	2.1.	El servidor se bloquea en el arranque.	No se pueden analizar las muestras.	Mal cerrado el sistema.	Reiniciar el PC.
	Controla las operaciones del sistema de información.	2.2.	Imagen ETD pobre.			Valores de voltaje inadecuados.
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	3.1.	No es posible encender el microscopio o el PC.	No se pueden analizar las muestras.	Equipo desconectado.	Ejecutar el programa de auto diagnóstico. Start/ Programs/ FEI Company/Users tools/Diagnostics auto report. Clic en inicio.
						No hay electricidad en el circuito de alimentación.
	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	3.2.	No hay señal o iluminación.		Emisión de corriente inadecuada.	Cambiar la tensión de voltaje desde un valor mínimo hasta un máximo permitido.
						Verificar el interruptor general (breaker).
						Chequear el módulo de estado. La emisión de corriente debe estar entre 50 - 400 µA. Cap 4 del manual del usuario.

NO. INVENTARIO: 98633	EQUIPO:	MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO QUANTA FEG 650				PÁGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Diversos componentes		4.1.	Se alternan imágenes claras y oscuras de la muestra en el monitor.	No se pueden analizar las muestras.	Presión incorrecta.	Ejecutar el proceso de purga.
		4.2.	Aparece un mensaje de falla en el PC, con respecto a la refrigeración. (4.5 manual).	Se presenta una imagen borrosa de la muestra.	No circula el fluido refrigerante.	Comprobar que el fluido refrigerante está en movimiento.
		4.3.	Aparece un mensaje de falla en el PC, con respecto a la ausencia de aire comprimido o presión baja.	No se pueden analizar las muestras.	No circula el aire comprimido.	Comprobar y ejecutar que la presión de aire en la entrada del microscopio esté entre 5,5 - 8 bar.
		4.4.	Pérdida de emisión después del fallo de energía.		Fallo de energía.	Entrar en alineaciones. Seleccionar gun vacuum page, presionar IGP ON.
		4.5.	Pérdida de emisión.		No se ha iniciado la emisión de electrones.	Entrar en alineaciones. Seleccionar gun vacuum page, presionar IGP ON. Si esto no funciona, reiniciar todo el sistema e intentar de nuevo. Si aún no funciona, ejecutar el programa de auto diagnóstico.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 111013064	EQUIPO:	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN THERMO SCIENTIFIC THERMOFLEX900				PÁGINA 1 DE 6
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	La unidad no funciona.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	Equipo desconectado.	Verificar conexión de la unidad.
		1.2.			No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica.
		1.3.				Verificar el interruptor general (breaker).
Compresor	Hacer circular al refrigerante a través de los diferentes componentes del sistema de refrigeración.	2.1.	Suenan la alarma del equipo.	Posible mal funcionamiento de la bomba centrífuga, que requiere una velocidad de flujo mínimo de 3,8 gpm (14,4 lpm).	La velocidad del fluido es mayor que la programada en el equipo.	Verificar el rango de velocidad del flujo. Recomendado 0,5 - 20 gpm, por defecto el equipo está programado con el rango 0,5 - 5 gpm.
		2.2.				Programar la velocidad de flujo del equipo, oprima 2 veces la tecla modo, luego enter hasta que aparezca HiFLO, oprima la tecla flecha hasta el valor deseado (mayor a 3,8 gpm), oprima enter.
		2.3.	Suenan la alarma del equipo.	Possible daño del compresor.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	Verificar el rango de presión de descarga de la bomba. Recomendado 4 - 100 psi, por defecto el equipo está programado con 100 psi.(HiP1).
		2.4.	Suenan la alarma del equipo.	Possible mal funcionamiento de la bomba centrífuga, que requiere una velocidad de flujo mínimo de 3,8 gpm (14,4 lpm).	La velocidad del fluido es mayor que la programada en el equipo.	Contactar a ventas y servicio al cliente de NESLAB Thermo Flex.
		2.5.	La unidad no funciona.	Possible daño del compresor.	La temperatura del gas refrigerante excede los 50C.	Contactar a ventas y servicio al cliente de NESLAB Thermo Flex.
		2.6.	Suenan la alarma del equipo.	Possible daño del compresor.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Llamar al servicio técnico de Thermo Fisher.
		FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO				

NO. INVENTARIO: 111013064	EQUIPO:	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN THERMO SCIENTIFIC THERMOFLEX900				PÁGINA 2 DE 6
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Termostato	Ajusta la temperatura interna del refrigerador.	3.1.	La unidad no funciona.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	El cartucho de deionización (DI) está trabajando mal.	Chequear el sensor Puralite ubicado en la parte posterior de la unidad. Si la luz es verde reajustar el valor, presionando 3 veces la tecla modo, 2 veces la tecla enter(aparece di), ahora la tecla de la flecha hacia arriba reajustando el valor a 0, oprima enter.
		3.2.	La unidad no funciona.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	El cartucho de deionización (DI) está trabajando mal.	Chequear el sensor Puralite ubicado en la parte posterior de la unidad. Si la luz es roja, cambiar el cartucho DI.
Controlador básico	Controla las distintas variables del sistema usando un algoritmo de derivación integral proporcional(PID).	4.1.	La unidad no funciona.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	Los filtros de aire y líquidos están funcionando mal.	Verificar el estado de los filtros, si no necesitan mantenimiento, presione 3 veces la tecla modo, mantenga presionada la tecla enter y ahora presione la tecla flecha hacia arriba hasta reajustar el valor a 0, oprima enter.
		4.2.	Suena la alarma del equipo.	Posible mal funcionamiento de la bomba centrifuga, que requiere una vel. de flujo mín. de 3,8 gpm (14,4 lpm).	La velocidad del fluido es mayor que la programada en el equipo.	Presionar enter para ver si el código desapareció (HIFLO), si la unidad continúa trabajando.
		4.3.	Suena la alarma del equipo.	Posible bloqueo o daño en tubería y válvula.	La velocidad del fluido es menor que la programada en el equipo.	Presionar enter para ver si el código desapareció (LoFLo), si la unidad continúa trabajando.
		4.4.	Suena la alarma del equipo.	Posible bloqueo o daño en tubería y válvula.	La velocidad del fluido es menor que la programada en el equipo.	Programar la velocidad de flujo del equipo, oprima 2 veces la tecla modo, luego enter hasta que aparezca LoFLo, oprima la tecla flecha hasta el valor deseado(recomendado 0,5 gpm), oprima enter.
		4.5.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	Presionar enter para ver si el código desapareció (HP1), si la unidad continúa trabajando.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 111013064	EQUIPO:	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN THERMO SCIENTIFIC THERMOFLEX900				PÁGINA 3 DE 6
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Controlador básico	Controla las distintas variables del sistema usando un algoritmo de derivación integral proporcional(PID).	4.6.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	Programar la alta presión de descarga del equipo, oprima 2 veces la tecla modo (SetuP), luego enter hasta que aparezca HiP1, oprima la tecla flecha hasta el valor deseado.
		4.7.	Suena la alarma del equipo.	El cartucho de deionización (DI) está trabajando mal.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	Desconectar el cartucho DI y añadir 0,5 gpm a la velocidad de flujo, para mejorar funcionamiento la bomba.
		4.8.	Suena la alarma del equipo.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	El valor de la presión de la descarga de la bomba es menor que el programado.	Presionar enter para ver si el código desaparece (LoP1), si la unidad continúa trabajando.
		4.9.	Suena la alarma del equipo.		El valor de la presión de la descarga de la bomba es menor que el programado.	Verificar el rango de presión de descarga de la bomba. Recomendado 4 - 40 psi, por defecto el equipo está programado con 4 psi.(LoP1).
		4.10.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Presionar enter para ver si el código desapareció (Hi t), si la unidad continúa trabajando.
		4.11.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Verificar el rango de temperatura superior del fluido. Recomendado + 4C - + 42C, por defecto el equipo está programado con + 42C
		4.12.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Asegurar que el sensor de temperatura del proceso(RTD1) está calibrado correctamente.
		4.13.	Suena la alarma del equipo.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	La temperatura del fluido del proceso es menor que la programada.	Presionar enter para ver si el código desapareció (Lo t), si la unidad continúa trabajando.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 111013064	EQUIPO:	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN THERMO SCIENTIFIC THERMOFLEX900				PÁGINA 4 DE 6
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Controlador básico	Controla las distintas variables del sistema usando un algoritmo de derivación integral proporcional(PID).	4.14.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Verificar y ajustar los valores del controlador PID. Después de hallar la temperatura en el controlador, presione 3 veces la tecla modo, aparece Pro que trabaja en un rango de 0,0 a 99,9 siendo su valor preseleccionado 10,0, enter. Aparece int con un rango de 0,00 a 9,99 siendo el valor programado 0,50, enter. Aparece dEr con un rango de 0,0 a 9,9, seleccione un valor con las teclas flecha, enter, aparece StorE y luego la temperatura calculada por el sistema.
		4.15.	Suena la alarma del equipo.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	La temperatura del fluido del proceso es menor que la programada.	Verificar el rango de temperatura inferior del fluido. Recomendado + 4C - + 40C, por defecto el equipo está programado con + 4C.
		4.16.	Suena la alarma del equipo.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	La temperatura del fluido del proceso es menor que la programada.	Verificar y ajustar los valores del controlador PID.
		4.17.	Suena la alarma del equipo.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	La temperatura del fluido del proceso es menor que la programada.	Asegurar que el sensor de temperatura del proceso(RTD1) está calibrado correctamente.
		4.18.	La unidad no funciona.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido en el depósito excede el valor preseleccionado de + 42C.	Verificar y ajustar los valores PID en el controlador.
Diversos componentes		5.1.	La unidad no funciona.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	Los filtros de aire y líquidos están funcionando mal.	Verificar el estado de los filtros, si necesitan mantenimiento, límpielos.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 111013064	EQUIPO:	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN THERMO SCIENTIFIC THERMOFLEX900				PÁGINA 5 DE 6
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Diversos componentes		5.2.	La unidad no funciona.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	Los filtros de aire y líquidos están funcionando mal.	Verificar el estado de los filtros, si están muy gastados, cámbielos.
		5.3.	Suena la alarma del equipo.	Posible bloqueo o daño en tubería y válvula.	La velocidad del fluido es menor que la programada en el equipo.	Asegurar que las válvulas y mangueras no estén cerradas o hayan sido cambiadas. Cambiarlas.
		5.4.	Suena la alarma del equipo.	Posible bloqueo o daño en tubería y válvula.	La velocidad del fluido es menor que la programada en el equipo.	Contactar a ventas y servicio al cliente de NESLAB Thermo Flex.
		5.5.	Suena la alarma del equipo.	Posible daño en válvula.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	Asegurar que las válvulas y mangueras no estén cerradas o hayan sido cambiadas.
		5.6.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	Verificar y limpiar las líneas de las bombas y filtros.
		5.7.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	El valor de la presión alta de la descarga de la bomba es mayor que el programado.	curvas excesivas, largas tuberías y reducciones de diámetro, ya que afecta la presión de descarga de la bomba.
		5.8.	Suena la alarma del equipo.	El microscopio no posee la temperatura adecuada, por lo tanto, las imágenes son borrosas.	El valor de la presión de la descarga de la bomba es menor que el programado.	Verificar y llenar el depósito de la unidad con la bolsa del filtro en su lugar, con fluido limpio usando el embudo.
		5.9.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Limpiar los filtros de aire.
		5.10.	Suena la alarma del equipo.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido del proceso es mayor que la programada.	Asegurar una adecuada ventilación de la unidad.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: 111013064	EQUIPO:	EQUIPO DE REFRIGERACIÓN THERMO SCIENTIFIC THERMOFLEX900				PÁGINA 6 DE 6
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Diversos componentes		5.11.	La unidad no funciona.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido en el depósito excede el valor preseleccionado de + 42C.	Limpiar los filtros de aire.
		5.12.	La unidad no funciona.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido en el depósito excede el valor preseleccionado de + 42C.	Brindar aire fresco rápidamente con un ventilador auxiliar.
		5.13.	La unidad no funciona.	Señal defectuosa en el microscopio.	La temperatura del fluido en el depósito excede el valor preseleccionado de + 42C.	Verificar y ajustar los valores PID en el controlador.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: CZC1089WS4	EQUIPO:	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION HP				PÁGINA 1 DE 3
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Fuente de potencia	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	La fuente funciona intermitente.	Pérdida de información o errores de esa información.	Fuente funciona mal.	Reemplazar la fuente.
		1.2.	Las imágenes en el monitor, de la muestra, son borrosas. Funcionamiento defectuoso de la fuente. Parpadeo cada dos segundos del led de encendido.	Posible pérdida de información o errores de dicha información.	Fuente posiblemente está sobrecargada.	Desconectar la unidad de la fuente de alimentación local.
		1.3.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Remover todos los dispositivos anclados.
		1.4.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Encender la unidad. Si enciende haga lo siguiente.
		1.5.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Apagar la unidad.
		1.6.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Insertar un dispositivo a la vez, hasta hallar la falla.
		1.7.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Reemplazar el dispositivo causante de la falla.
		1.8.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Continuar añadiendo dispositivos, uno a la vez, para verificar que todos están funcionando.
		1.9.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Verificar que la fuente funciona, desconéctela de la tarjeta y conéctela a la red local. (Este proceso se realiza inicialmente, desconectando la unidad de la red local).
		1.10.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Reemplazar la tarjeta si en el paso anterior, el ventilador de la fuente gira y el led enciende.
		1.11.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Reemplazar la fuente si en el paso anterior, el ventilador no gira o el led no enciende.
		1.12.	Parpadeo del LED rojo al apagar la unidad, seguida de una pausa de dos segundos.	Pérdida de información o errores de esa información.	La protección térmica del procesador está activada.	Asegurar que las ventanas de aire de la unidad no estén bloqueadas.
		1.13.	Un ventilador está bloqueado o no está girando.		Abrir el panel de acceso y presionar el botón de encendido de la unidad.	

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: CZC1089WS4	EQUIPO:	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION HP				PÁGINA 2 DE 3
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Fuente de potencia	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.14.	Parpadeo del LED rojo al apagar la unidad, seguida de una pausa de dos segundos.	Posible pérdida de información.	El disipador de calor del procesador(CPU) no está fijado adecuadamente a él.	Verificar que los ventiladores del sistema estén funcionando.
		1.15.			El disipador de calor del procesador(CPU) no está fijado adecuadamente a él.	Verificar que si no está funcionando el ventilador del CPU, esté conectado este ventilador a la tarjeta.
		1.16.				Reemplazar el ventilador del CPU.
Disco duro	Almacenamiento de datos mediante un sistema de grabación magnética.	2.1.	Aviso de error ocurrido en el disco duro.	Pérdida de información.	El disco duro tiene sectores malos o ha fallado.	Localizar y bloquear el uso de los sectores malos. Es necesario reformatar el disco duro. Si el BIOS lo detecta, corra el auto test DPS.
		2.2.	Aviso de error de transacción en el disco.	No se puede realizar análisis de muestras.	La estructura del directorio está dañada o hay un problema con algún archivo.	Oprimir clic derecho, inicio, seleccione explorar y seleccione un disco.
		2.3.				Seleccionar archivo, propiedades, herramientas.
		2.4.				Seleccionar chequear ahora, bajo el error chequeado.
		2.5.			Cable de conexión no adecuado.	Verificar que todas las conexiones estén bien ubicadas y sean las correctas.
		2.6.			Anclaje incorrecto del disco duro.	Verificar que todas las conexiones estén bien ubicadas y sean las correctas, del disco duro y del chasis.
		2.7.	Aviso de disco no identificado.	Sin acceso a la información.		Oprimir F10.
		2.8.			El sistema puede que no tenga reconocimiento automático de un nuevo dispositivo instalado.	Verificar que el nuevo dispositivo está listado en el equipo. Si está listado, la causa probable es un problema del disco duro. Si no está listado, la causa probable es un problema del hardware.
		2.9.	La unidad no inicia.	Pérdida de información.	El disco duro está dañado.	Reemplazar el disco duro.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: CZC1089WS4	EQUIPO:	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION HP				PÁGINA 3 DE 3
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Diversos componentes		3.1.	No hay video, la pantalla está en blanco.	Sin acceso a información.	Los cables de conexión no son los correctos.	Verificar los cables de conexión desde el monitor hasta la unidad y la fuente eléctrica local.
		3.2.			El monitor está apagado.	Encender el monitor.
		3.3.			Está activado el borrado de pantalla o la función de ahorro de energía.	Presionar una tecla cualquiera o un botón del ratón, entrar su clave.
		3.4.			Computador está en modo hibernación.	Presionar el botón de encendido para salir de hibernación.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: CZC1018ZP7	EQUIPO:	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION HP				PÁGINA 1 DE 3
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Fuente de potencia	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	La fuente funciona intermitente.	Pérdida de información o errores de esa información.	Fuente funciona mal.	Reemplazar la fuente.
		1.2.	Las imágenes en el monitor, de la muestra, son borrosas. Funcionamiento defectuoso de la fuente. Parpadeo cada dos segundos del led de encendido.	Posible pérdida de información o errores de dicha información.	Fuente posiblemente está sobrecargada.	Desconectar la unidad de la fuente de alimentación local.
		1.3.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Remover todos los dispositivos anclados.
		1.4.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Encender la unidad. Si enciende haga lo siguiente.
		1.5.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Apagar la unidad.
		1.6.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Insertar un dispositivo a la vez, hasta hallar la falla.
		1.7.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Reemplazar el dispositivo causante de la falla.
		1.8.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Continuar añadiendo dispositivos, uno a la vez, para verificar que todos están funcionando.
		1.9.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Verificar que la fuente funciona, desconéctela de la tarjeta y conéctela a la red local. (Este proceso se realiza inicialmente, desconectando la unidad de la red local).
		1.10.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Reemplazar la tarjeta si en el paso anterior, el ventilador de la fuente gira y el led enciende.
		1.11.			Fuente posiblemente está sobrecargada.	Reemplazar la fuente si en el paso anterior, el ventilador no gira o el led no enciende.
		1.12.	Parpadeo del LED rojo al apagar la unidad, seguida de una pausa de dos segundos.	Pérdida de información o errores de esa información.	La protección térmica del procesador está activada.	Asegurar que las ventanas de aire de la unidad no estén bloqueadas.
		1.13.			Un ventilador está bloqueado o no está girando.	Abrir el panel de acceso y presionar el botón de encendido de la unidad.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: CZC1018ZP7	EQUIPO:	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION HP				PÁGINA 2 DE 3	
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA	
Fuente de potencia	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.14.	Parpadeo del LED rojo al apagar la unidad, seguida de una pausa de dos segundos.	Posible pérdida de información.	El disipador de calor del procesador(CPU) no está fijado adecuadamente a él.	Verificar que los ventiladores del sistema estén funcionando.	
		1.15.			El disipador de calor del procesador(CPU) no está fijado adecuadamente a él.	Verificar que si no está funcionando el ventilador del CPU, esté conectado este ventilador a la tarjeta.	
		1.16.				Reemplazar el ventilador del CPU.	
Disco duro	Almacenamiento de datos mediante un sistema de grabación magnética.	2.1.	Aviso de error ocurrido en el disco duro.	Pérdida de información.	El disco duro tiene sectores malos o ha fallado.	Localizar y bloquear el uso de los sectores malos. Es necesario reformatar el disco duro. Si el BIOS lo detecta, corra el auto test DPS.	
		2.2.	Aviso de error de transacción en el disco.	No se puede realizar análisis de muestras.	La estructura del directorio está dañada o hay un problema con algún archivo.	Oprimir clic derecho, inicie, seleccione explorar y seleccione un disco.	
		2.3.				Seleccionar archivo, propiedades, herramientas.	
		2.4.				Seleccionar chequear ahora, bajo el error chequeado.	
		2.5.				Cable de conexión no adecuado.	Verificar que todas las conexiones estén bien ubicadas y sean las correctas.
		2.6.				Anclaje incorrecto del disco duro.	Verificar que todas las conexiones estén bien ubicadas y sean las correctas, del disco duro y del chasis.
		2.7.	Aviso de disco no identificado.	Sin acceso a la información.		Oprimir F10.	
		2.8.			El sistema puede que no tenga reconocimiento automático de un nuevo dispositivo instalado.	Verificar que el nuevo dispositivo está listado en el equipo. Si está listado, la causa probable es un problema del disco duro. Si no está listado, la causa probable es un problema del hardware.	
		2.9.	La unidad no inicia.	Pérdida de información.	El disco duro está dañado.	Reemplazar el disco duro.	
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO							

NO. INVENTARIO: CZC1018ZP7	EQUIPO:	PC ESCRITORIO Z400 WORKSTATION HP				PÁGINA 3 DE 3
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Diversos componentes		3.1.	No hay video, la pantalla está en blanco.	Sin acceso a información.	Los cables de conexión no son los correctos.	Verificar los cables de conexión desde el monitor hasta la unidad y la fuente eléctrica local.
		3.2.			El monitor está apagado.	Encender el monitor.
		3.3.			Está activado el borrado de pantalla o la función de ahorro de energía.	Presionar una tecla cualquiera o un botón del ratón, entrar su clave.
		3.4.			Computador está en modo hibernación.	Presionar el botón de encendido para salir de hibernación.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: 119460210	EQUIPO:	BOMBA DE VACÍO RV8 EDWARDS				PÁGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	La bomba al encender, no funciona.	El equipo no genera vacío, por lo tanto, el microscopio no funciona.	El fusible eléctrico de la bomba ha fallado.	Cambiar el fusible eléctrico.
					No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica. Verificar el interruptor general (breaker).
		1.2.	La bomba no funciona pero consume energía.		La tensión eléctrica es baja.	Verificar la tensión.
Motor	Generar potencia a la bomba.	2.1.	Alta temperatura de la bomba.	Parada del motor.	Ventilación inadecuada del motor de la bomba.	Limpiar las aspas de disipación de calor del motor de la bomba.
Válvula	Controlar la presión.	3.1.	La bomba no entrega el vacío adecuado.	El equipo no genera vacío, por lo tanto, el microscopio no funciona.	El aceite está contaminado	Drenar el aceite contaminado y surtir con aceite nuevo.
		3.2.			La válvula de aspiración está sucia.	Limpiar la válvula.
Impulsor	Comunica energía cinética al fluido.	4.1.	La bomba no funciona pero consume energía.	Se puede quemar el equipo.	Rodamientos, paletas, dañados o trabados.	Revisar y reemplazar las partes defectuosas.
Sellos mecánicos	Impedir fugas del fluido.	5.1.	La bomba no entrega el vacío adecuado.	Derrames del fluido.	Sellos dectuosos.	Cambiar sellos.
Diversos componentes		6.1.	La bomba es muy ruidosa.	La bomba trabaja forzada y puede fallar.	Rodamientos deteriorados.	Cambiar los rodamientos y sellos.
		6.2.	La bomba no entrega el vacío adecuado.	El equipo no genera vacío, por lo tanto, el microscopio no funciona.	Se producen fugas o pérdidas en el sistema.	Revisar la tubería para hallar posibles fugas.
		6.3.			El filtro de aire se encuentra tapado.	Desarmar la caja de válvula en la bomba para revisar los filtros.
		6.4.			El cárter no tiene aceite o nivel inadecuado.	Llenar o cambiar el aceite.
		6.5.			El filtro de aceite está sucio o tapado.	Cambiar el filtro.
		6.6.	La bomba no funciona pero consume energía.	Puede fallar la bomba.	El aceite está muy espeso.	Cambiar el aceite por uno menos viscoso.
		6.7.	La bomba es muy ruidosa.		Acoplamiento gastado, dañado o flojo.	Reemplazar el acoplamiento entre el motor y la bomba.
		6.8.	Alta temperatura de la bomba.		Filtro de aceite tapado.	Cambiar el filtro de aceite.
		6.9.	Alta temperatura de la bomba.		Aceite contaminado o bajo nivel.	Llenar o cambiar el aceite. Si se cambia el aceite, también el filtro.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Anexo C. Cuadros AMFE del Laboratorio de Difracción de Rayos X.

NO. INVENTARIO: 101416	EQUIPO:	DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X D8 ADVANCE				PÁGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	El generador no emite rayos x.	No se pueden analizar las muestras.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del refrigerador.
		1.2.			No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica.
		1.3.				Verificar el interruptor general (breaker).
Tubo de rayos x	Contienen el material necesario para la radiación electromagnética del proceso.	2.1.	El obturador de rayos x no abre.	No se pueden analizar las muestras.	Los paneles de la puerta no están cerrados adecuadamente.	Cerrar adecuadamente los paneles protectores.
		2.2.	El obturador de rayos x no abre.	Señal defectuosa.	La señal del generador de rayos x es defectuosa.	Verificar las conexiones de los rayos y el bulbo. Reemplazar el bulbo.
		2.3.	El obturador de rayos x no abre.	No se pueden analizar las muestras.	El goniómetro euleriano está en una posición angular de elevación.	Mover el goniómetro con un ángulo de depresión, a la posición de bloqueo de rayos x.
		2.4.	El obturador de rayos x no abre.	Señal defectuosa.	El obturador abre y/o cierra, inadecuadamente.	Verificar las conexiones de los rayos y el bulbo. Reemplazar el bulbo.
Bomba de vacío	Proporciona el vacío necesario para la focalización de los rayos x.	3.1.	La bomba de vacío no está trabajando.	Señal defectuosa.	La bomba de vacío no está conectada al generador de rayos x.	Conectar la bomba de vacío al generador.
		3.2.	La bomba de vacío presenta bastante ruido.	Señal defectuosa.	No se genera el vacío adecuado en el equipo de difracción.	Verificar que todo el sistema de vacío esté libre de obstrucciones. Verificar que los sensores de vacío estén funcionando adecuadamente.

NO. INVENTARIO: 101416	EQUIPO:	DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X D8 ADVANCE				PÁGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Generador	Proporcionar un flujo constante de rayos x.	4.1.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	El tubo de rayos x está sobre su máxima temperatura. Se mostrará un error en el panel frontal del generador.	Reajustar el generador oprimiendo el botón de encendido del panel frontal. Contactar al servicio técnico.
		4.2.			Parada del equipo.	La parada de emergencia ha sido presionada, pero no se realizó.
Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura adecuada del equipo.	5.1.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Encender el sistema de refrigeración.
		5.2.			No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Verificar que todas las mangueras estén conectadas adecuadamente.
		5.3.			No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Confirmar que no hay errores en el panel frontal del refrigerador.
		5.4.			No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Confirmar las conexiones adecuadas entre el refrigerador y el generador.
Goniómetro euleriano	Permite tres ángulos de giro independientes y desplazamiento de tres direcciones ortogonales, para la muestra.	6.1.	Sonidos intermitentes desde la cabina.	Señal defectuosa.	El goniómetro euleriano está en una posición angular de elevación.	Mover el goniómetro con un ángulo de depresión, a la posición de bloqueo de rayos x.
Diversos componentes		7.1.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	El sistema de advertencia luminoso de la consola está desconectado o no está funcionando.	Confirmar que esté conectado el sistema de advertencia (dentro del gabinete de protección en la parte superior del marco de la puerta delantera derecha).
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X D8 DISCOVER				PÁGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	El generador no emite rayos x.	No se pueden analizar las muestras.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del refrigerador.
		1.2.			No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica.
		1.3.				Verificar el interruptor general (breaker).
Tubo de rayos x	Contienen el material necesario para la radiación electromagnética del proceso.	2.1.	El obturador de rayos x no abre.	No se pueden analizar las muestras.	Los paneles de la puerta no están cerrados adecuadamente.	Cerrar adecuadamente los paneles protectores.
		2.2.	El obturador de rayos x no abre.	Señal defectuosa.	La señal del generador de rayos x es defectuosa.	Verificar las conexiones de los rayos y el bulbo. Reemplazar el bulbo.
		2.3.	El obturador de rayos x no abre.	Señal defectuosa.	El obturador abre y/o cierra, inadecuadamente.	Verificar las conexiones de los rayos y el bulbo. Reemplazar el bulbo.
Bomba de vacío	Proporciona el vacío necesario para la focalización de los rayos x.	3.1.	La bomba de vacío no está trabajando.	Señal defectuosa.	La bomba de vacío no está conectada al generador de rayos x.	Conectar la bomba de vacío al generador.
		3.2.	La bomba de vacío presenta bastante ruido.	Señal defectuosa.	No se genera el vacío adecuado en el equipo de difracción.	Verificar que todo el sistema de vacío esté libre de obstrucciones. Verificar que los sensores de vacío estén funcionando adecuadamente.
Generador	Proporcionar un flujo constante de rayos x.	4.1.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	El tubo de rayos x está sobre su máxima temperatura. Se mostrará un error en el panel frontal del generador.	Reajustar el generador oprimiendo el botón de encendido del panel frontal. Contactar al servicio técnico.
		4.2.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	La parada de emergencia ha sido presionada, pero no se realizó.	Reajustar el generador oprimiendo el botón de encendido del panel frontal.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X D8 DISCOVER				PÁGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Sistema de refrigeración	Mantener la temperatura adecuada del equipo.	5.1.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Encender el sistema de refrigeración.
		5.2.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Verificar que todas las mangueras estén conectadas adecuadamente.
		5.3.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Confirmar que no hay errores en el panel frontal del refrigerador.
		5.4.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	No hay agua de refrigeración en el generador de rayos x.	Confirmar las conexiones adecuadas entre el refrigerador y el generador.
Diversos componentes		6.1.	El generador no emite rayos x.	Parada del equipo.	El sistema de advertencia luminoso de la consola está desconectado o no está funcionando.	Confirmar que esté conectado el sistema de advertencia (dentro del gabinete de protección en la parte superior del marco de la puerta delantera derecha).
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	ESPECTRÓMETRO S8 TIGER				PÁGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	El espectrómetro no funciona.	No se pueden analizar las muestras.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del espectrómetro.
					No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica. Verificar el interruptor general (breaker).
					Subida de tensión eléctrica.	Apagar y desconectar el equipo, para verificar que los contactos del fusible de protección estén limpios y en buen estado. Reemplazar el fusible.
		1.2.	El espectrómetro funciona con brillo variable.		Posible fuga de corriente.	Verificar el polo a tierra y la polaridad correcta. Verificar la polaridad correcta sin polo a tierra. Verificar la polaridad inversa sin polo a tierra.
		1.3.				
		1.4.				
		1.5.				
1.6.						
Software	Controla las operaciones del sistema de información.	2.1.	El espectrómetro no funciona.	No se pueden analizar las muestras.	No enciende la lámpara de rayos x.	Verificar que la lámpara esté limpia y en buen estado. Instalar una nueva lámpara.
Diversos componentes		3.1.	El espectrómetro funciona con brillo variable.	Resultados confusos de los valores de la muestra.	Las variables de trabajo no son precisas.	Calibrar el panel frontal del espectrómetro.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	PERLADORA KATANAX K1				PÁGINA 1 DE 1
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	El equipo no funciona.	No se puede realizar el análisis de la muestra.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del equipo.
					No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica. Verificar el interruptor general (breaker).
		1.2.	No se alcanzó la temperatura adecuada.	La muestra no se solidificó totalmente.	Mal contacto eléctrico luego del montaje del crisol.	Apretar con firmeza los tornillos de las terminales y las arandelas.
Crisol	Sirve de depósito de la muestra fundida.	2.1.	No se alcanzó la temperatura adecuada.	La muestra no se solidificó totalmente.	Crisol en mal estado.	Cambiar el crisol.
		2.2.	Placa no homogénea.	Resultados poco precisos.	Crisol con material anterior o sucio.	Realizar nuevamente la prueba.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	CHILLER BRO48T-52				PÁGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	La chiller no funciona.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del equipo.
		1.2.	El compresor no funciona.		No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica. Verificar el interruptor general (breaker).
					Cable suelto.	Verificar y conectar cableado.
		1.3.	Compresor apaga y prende intermitentemente.		Rango de presión en los controles es bajo.	Conexiones erráticas.
		1.4.	El compresor no funciona.		Poco refrigerante.	Bajo voltaje.
1.5.	Contactor o embobinado defectuoso.	Verificar y cambiar contactor y embobinado.				
Compresor	Hacer circular al refrigerante a través de los diferentes componentes del sistema de refrigeración.	2.1.	Alta presión de descarga.	Posible pérdida del equipo.	Válvula de descarga parcialmente cerrada.	Abrir la válvula.
		2.2.	El compresor no funciona.	No se alcanza el valor requerido de enfriamiento.	Mal seleccionadas las variables de trabajo.	Verificar y ajustar los valores de control.
		2.3.	Compresor vibrando y ruidoso.		Cárter saturado con refrigerante.	Verificar y ajustar válvula.
		2.4.	Compresor vibrando y ruidoso.	Posible pérdida del equipo.	Compresor defectuoso.	Reemplazar compresor.
		2.5.	Compresor no carga o descarga.		Control de capacidad defectuoso.	Reemplazar compresor.
		2.6.	Compresor no carga o descarga.		Mecanismo de descarga defectuoso.	Reemplazar compresor.
		2.7.	Alta presión de succión.		Alta temperatura del agua o carga excesiva.	Reducir la carga o instalar un equipo adicional.
Condensador	Convertir el vapor del estado gaseoso al estado líquido.	3.1.	Alta presión de descarga.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	No condensables en el sistema.	Evacuar y cargar.
		3.2.	Alta presión de descarga.		Condensador sucio.	Limpiar condensador.
		3.3.	Baja presión de succión.		Baja temperatura a la salida del condensador.	Aumentar la temperatura.

No. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	CHILLER BRO48T-52				PÁGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Evaporador	Enfriar el aire del proceso.	4.1.	Baja presión de succión.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Evaporador sucio.	Limpiar evaporador.
		4.2.			Insuficiente flujo de agua al evaporador.	Verificar la caída de presión en el evaporador y ajustar gpm.
Diversos componentes		5.1.	Alta presión de descarga.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Ventiladores no funcionan.	Verificar los controles y circuitos.
		5.2.			Control de ventilador fuera de ajuste.	Verificar el ajuste del ventilador.
		5.3.			Sistema sobrecargado de refrigerante.	Remover el exceso de refrigerante.
		5.4.			Restricción del aire a la unidad.	Despejar la zona del equipo.
		5.5.	Baja presión de succión.		Filtro secador obstruido.	Reemplazar.
		5.6.			Cantidad de refrigerante inadecuada.	Verificar el nivel y fugas en la unidad.

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	CHILLERS BRO40T- 40				PÁGINA 1 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Conexión eléctrica	Suministra el flujo de corriente eléctrica al dispositivo.	1.1.	La chiller no funciona.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Equipo desconectado.	Verificar conexión del equipo.
					No hay electricidad en el circuito de alimentación.	Comprobar acometida eléctrica.
						Verificar el interruptor general (breaker).
		1.2.	El compresor no funciona.		Cable suelto.	Verificar y conectar cableado.
		1.3.	Compresor apaga y prende intermitentemente.		Rango de presión en los controles es bajo.	Conexiones erráticas.
		1.4.			Poco refrigerante.	Bajo voltaje.
1.5.	El compresor no funciona.	Contactador o embobinado defectuoso.	Verificar y cambiar contactor y embobinado.			
Compresor	Hacer circular al refrigerante a través de los diferentes componentes del sistema de refrigeración.	2.1.	Alta presión de descarga.	Possible pérdida del equipo.	Válvula de descarga parcialmente cerrada.	Abrir la válvula.
		2.2.	El compresor no funciona.	No se alcanza el valor requerido de enfriamiento.	Mal seleccionadas las variables de trabajo.	Verificar y ajustar los valores de control.
		2.3.	Compresor vibrando y ruidoso.		Cárter saturado con refrigerante.	Verificar y ajustar válvula.
		2.4.	Compresor vibrando y ruidoso.		Compresor defectuoso.	Reemplazar compresor.
		2.5.	Compresor no carga o descarga.		Control de capacidad defectuoso.	Reemplazar compresor.
		2.6.	Compresor no carga o descarga.	Possible pérdida del equipo.	Mecanismo de descarga defectuoso.	Reemplazar compresor.
		2.7.	Alta presión de succión.		Alta temperatura del agua o carga excesiva.	Reducir la carga o instalar un equipo adicional.
Condensador	Convertir el vapor del estado gaseoso al estado líquido.	3.1.	Alta presión de descarga.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	No condensables en el sistema.	Evacuar y cargar.
		3.2.	Alta presión de descarga.		Condensador sucio.	Limpiar condensador.
		3.3.	Baja presión de succión.		Baja temperatura a la salida del condensador.	Aumentar la temperatura.

NO. INVENTARIO: NO	EQUIPO:	CHILLERS BRO40T- 40				PÁGINA 2 DE 2
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Evaporador	Enfriar el aire del proceso.	4.1.	Baja presión de succión.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Evaporador sucio.	Limpia evaporador.
		4.2.			Insuficiente flujo de agua al evaporador.	Verificar la caída de presión en el evaporador y ajustar gpm.
Diversos componentes		5.1.	Alta presión de descarga.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las muestras almacenadas.	Ventiladores no funcionan.	Verificar los controles y circuitos.
		5.2.			Control de ventilador fuera de ajuste.	Verificar el ajuste del ventilador.
		5.3.			Sistema sobrecargado de refrigerante.	Remover el exceso de refrigerante.
		5.4.			Restricción del aire a la unidad.	Despejar la zona del equipo.
		5.5.	Baja presión de succión.		Filtro secador obstruido.	Reemplazar.
		5.6.			Cantidad de refrigerante inadecuada.	Verificar el nivel y fugas en la unidad.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

Anexo D. Cuadros AMFE del Sistema de Aire Acondicionado.

No. INVENTARIO: ENF-01/02	EQUIPO:	ENFRIADOR DE AGUA POR CONDENSACIÓN POR AIRE, MARCA YORK MODELO YLAA115 - 460/30/60				PAGINA 1 DE 5
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema enfriador refrigerado por aire con compresores.	1.1.	No aparece nada en el display, La unidad no funciona.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Alimentación General desconectada.	Verificar conexión a la línea general de forma segura.
					Dspositivo de paro de emergencia desactivado.	Verifique que el paro de emergencia está DESACTIVADO. En ese caso actívese de forma segura.
					No tiene alimentación en T1.	Verifique el cableado a T1 i el fusible F1.
					No llegan los 24 Vca al panel de control.	Verifique el cableado de F1 al panel de control J14.
					El trasformador T1 no dá la salida de 24 Vca.	Cambiar T1.
					Cortocircuito en las conexiones con los transductores de presión o con los sensores de temperatura.	Desconecte las conexiones del panel de control para aislarlos.
					Microprocesador o display defectuoso.	Cambie el panel de control después de contactar con la división de mantenimiento.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

No. INVENTARIO: ENF-01/02	EQUIPO:	ENFRIADOR DE AGUA POR CONDENSACIÓN POR AIRE, MARCA YORK MODELO YLAA115 - 460/30/60			PAGINA 2 DE 5	
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema enfriador refrigerado por aire con compresores.	1.2.	INT FLUJO / REM PARO OPERACION NO AUTORIZADA mostrado	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	No hay flujo de líquido a través de evaporador.	Asegure que las bombas de fluido están en marcha, que las válvulas están correctamente colocadas.
					No están instalados los contactos del interruptor de flujo.	Verifique que el interruptor de caudal es funcional y está instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Nota: El arrancador de la bomba debe estar conectado en la unidad y controlado para ser arrancado por la unidad.
		Interruptor de flujo defectuoso.	Cambiar el interruptor de flujo.			
		1.3.	FALLA UNIDAD: TEMP BAJO AMBIENTE mostrado		La temperatura ambiente es inferior a la programada en el límite de la unidad.	Use el botón 'DATOS DE OPERACIÓN' para mostrar la temperatura y confirmar que el valor mostrado es aproximadamente correcto. La alerta desaparecerá cuando la temperatura ambiente alcance el límite. Verifique que la configuración programada coincide con las opciones de la unidad.
					La temperatura medida es incorrecta.	Verifique la calibración de los sensores, la localización y el cableado.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

No. INVENTARIO: ENF-01/02		EQUIPO: ENFRIADOR DE AGUA POR CONDENSACIÓN POR AIRE, MARCA YORK MODELO YLAA115 - 460/30/60			PAGINA 3 DE 5	
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema enfriador refrigerado por aire con compresores.	1.4.	FALLA UNIDAD: BAJA TEMP LÍQUIDO mostrado	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Ajuste inapropiado de la consigna de corte de líquido enfriado (solo glicol).	Reprograme la temperatura de consigna de la válvula automática diferencial.
					Punto de consigna/rango indebidamente introducidos en el panel de control.	Reajuste punto de consigna/rango.
					Caudal de fluido enfriado demasiado bajo.	Incremente el flujo de agua enfriada.
					Sensor BLCT o BECT defectuoso (Verifique que el sensor está debidamente instalado en la parte inferior del cilindro con una cantidad generosa de fluido conductor).	Comparar la lectura del sensor con una lectura fiable. Referirse a las tablas de calibración.
		1.5.	FALLA UNIDAD: 115 VAC BAJO VOLTAJE mostrado		Pobre suministro eléctrico general.	Verificar que el suministro general es estable y con límites permisibles. Verificar la tensión de inmersión al arranque del compresor.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

No. INVENTARIO: ENF-01/02	EQUIPO:	ENFRIADOR DE AGUA POR CONDENSACIÓN POR AIRE, MARCA YORK MODELO YLAA115 - 460/30/60			PAGINA 4 DE 5	
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema enfriador refrigerado por aire con compresores.	1.6.	SIS X ALTA PRES DESC mostrado	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Consigna de presión de descarga incorrectamente configurada.	Ajustar de acuerdo con la configuración necesaria.
					Poco flujo de aire a través de la batería del condensador.	Inspeccionar las restricciones de flujo de aire causados por bloqueos en las caras de admisión de las bobinas de aire. Verificar en las aletas dañadas.
					Los ventiladores no funcionan correctamente, o funcionan al revés.	Revisar motores de los ventiladores, fusibles y contactores. Verificar que el flujo de los ventiladores es ascendente.
					Aire presente en el circuito de refrigerante.	Verificar la presencia de no condensables (aire) en el sistema. Vaciar y recargar el sistema.
					Carga de refrigerante excesiva.	Extraiga el refrigerante.
		Presión medida incorrecta.	Compruebe la calibración del transductor de descarga y el cableado.			
		1.7.	SIS X BAJA PRES SUCC mostrado		Consigna de presión de succión incorrectamente configurada.	Ajustese de acuerdo con la configuración recomendada.
					Válvula de expansión defectuosa.	Reemplazar válvula.
					Reducción de eficiencia del condensador.	Verificar si el flujo de fluido está restringido.
					Poca carga de refrigerante.	Verificar fugas.
Flujo de refrigerante restringido.	Verificar que el filtro/secador no esté bloqueado. Verificar que la válvula YLLSV funciona correctamente. Verificar la humedad en el sistema.					

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: ENF-01/02	EQUIPO:	ENFRIADOR DE AGUA POR CONDENSACIÓN POR AIRE, MARCA YORK MODELO YLAA115 - 460/30/60				PAGINA 5 DE 5
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema enfriador refrigerado por aire con compresores.	1.7.	SIS X BAJA PRES SUCC mostrado	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Presión medida incorrecta.	Verificar la presión del interruptor de flujo asociado al transductor de presión de aspiración.
		1.8.	SIS X FALLA MP / HPCO mostrado		Protector interno del motor abierto.	Verificar que la carga de refrigerante no es baja. Verificar que el sobrecalentamiento está entre 5.6-8.3°C. Verificar la correcta rotación de los compresores. Verificar el compresor.
					Sobrecarga externa.	Determinar la causa y reiniciar.
					Interruptor -FHP (HIGH PRESSURE CUTOOUT) abierto.	Revisar "Fallo por alta presión de descarga" 1.6.
					Interruptor -FHP defectuoso	Reemplazar el interruptor -FHP.
					No hay suficiente demanda.	Ningún problema.
		1.9.	El compresor no arranca.		Sensor de temperatura defectuoso.	Comparar el display con un termómetro. Debería no variar mas de 2 grados. Mírese las tablas de calibración.
					Fallo del contactor/sobrecarga.	Reemplazar las partes defectuosas.
		1.10.	Poco efecto frigorífico.		Fallo del compresor.	Identificar la causa del fallo y reemplazar.
					Condensador sucio. (Se podrá apreciar menor presión de aspiración)	Contactar con el representante local del servicio de división mantenimiento.
					Flujo inapropiado en el condensador.	Reducir el flujo de cada unidad dentro del especificado de diseño.
1.11.	!!BATERIA BAJA!! VERIF PROG / AJUS / OPCN mostrado	Poca carga de refrigerante. (Se podrá observar menor presión de aspiración).	Verificar el subenfriamiento y añadir carga si es necesario. Verificar fugas.			
		Batería RTC (U5) descargada.	Cambiar U5 y reprogramar los puntos de consigna, los valores, opciones, hora y horarios.			

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: ACW-01-04, ACW- 15-16 Y ACW-09- 27	EQUIPO:	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA YORK MODELOS YSM y TIPO SOLUTION - 220/3/60				PAGINA 1 DE 4
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema Manejador de aire	1.1.	La unidad no arranca.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	No hay suministro de corriente	Revise suministro de corriente
					Voltaje inapropiado o más allá de los límites permitidos.	Revise fusibles, interruptores y cortacircuitos.
					Fusibles de control quemados.	Revise contactos eléctricos.
					Elementos de protección abiertos.	Revise y repare. Revise un posible corto circuito, una conexión incorrecta, o elementos defectuosos .Corrija y reemplace los fusibles. Revise controles de presión, controles de flujo, relevos y contactos auxiliares.
		1.2.	El ventilador no trabaja.		Contactador o relevo de protección térmica defectuoso.	Compruebe y reemplace.
					Motor defectuoso.	Compruebe y reemplace.
					Correa partida.	Compruebe y reemplace.
		1.3.	Fugas de agua.		Contactos eléctricos o conexiones defectuosas.	Verifique y reapriete.
					Conexiones de agua de condensación defectuosas.	Verificar y corregir.
					Drenajes obstruidos.	Verificar y limpiar.
Línea de drenaje conectada incorrectamente.	Verificar conexión y corregirla. y Instalar sifón o trampa.					
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

No. INVENTARIO: ACW-01-04, ACW- 15-16 Y ACW-09- 27	EQUIPO:	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA YORK MODELOS YSM y TIPO SOLUTION - 220/3/60				PAGINA 2 DE 4
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema Manejador de aire.	1.4.	Unidad manejadora con ruido.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Polea (s) no apretadas sobre el eje (s) (motor o ventilador)	Apretar la(s) polea(s).
					Correas golpean protector de la correa.	Ajustar o apretar montajes de la guarda de la correa.
					Correas Seltas.	Ajuste a la tensión adecuada. Correas no deben ser comprobados en dos ocasiones durante la operación primeros días y posteriormente de forma periódica.
					Correas de masiado apretadas	Ajustar con la tension adecuada.
					Las correas estan mal posicionadas en su seccion transversal en las poleas.	Instalar las correas apropiadas.
					Las correas no coinciden en la longitud en la unidad multi- banda.	Instale correas coincidentes.
					Poleas desalineadas.	Alinear las poleas correctamente.
					Correas desgastadas	Cambie las correas.
					El motor, la base o el ventilador no están bien anclados.	Sujete los componentes sueltos como lo requieren.
					Correas con grasa o sucias.	Limpie o reempalce las correas.
		1.5.	Ruido en rodamiento.	Rodamiento defectuoso.	Reparar o reemplazar los rodamientos.	
		Rodamiento necesita lubricación.	Lubricar rodamiento según sea necesario.			
		Rodamiento suelto en el cojinete de apoyo.	Apriete los pernos de apoyo en el rodamiento.			
		Rodamiento desalineados (Verifique la alineación de la union.).	Alinear apropiadamente.			
Rodamiento suelto en el eje.	Apriete el rodamiento al eje.					

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27		EQUIPO: UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA YORK MODELOS YSM y TIPO SOLUTION - 220/3/60			PAGINA 3 DE 4	
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema Manejador de aire.	1.5.	Ruido en rodamiento.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Material extraño en el interior del rosamiento.	Desensamble, inspeccione y limpie o reemplace como sea requerido.
					Corrosión de contacto entre el anillo interior del cojinete y el eje.	Limpie o reemplace el rodamiento como sea requerido.
		1.6.	Ruido del aire por alta velocidad.		Conductos demasiado pequeños.	Aumentar tamaño del conducto para obtener la velocidad del aire adecuada.
					Ventilador funcionando muy rápido.	Compruebe las RPM del ventilador adecuadas.
					La presión estática menor de lo esperado.	Reducir la velocidad del ventilador para obtener el flujo deseado.
					Objetos que se instalan en una corriente de aire a gran velocidad pueden generar ruido.	Inspeccionar esto incluye sensores de flujo, deflectores, etc
					Amortiguadores obstruidos.	Eliminar la obstrucción.
		1.7.	Traqueteo o silbido en la corriente de aire.		Difusores obstruidos.	Eliminar la obstrucción.
					Amortiguadores o divisores sueltos.	Apretar según sea necesario.
					Rejillas sueltas.	Apriete las rejillas según se requiera.
					Codo agudo (s)	Instale el codo (s) con un radio de giro más grande.
					Expansión repentina o contracción de los conductos.	Instale las transiciones de los conductos adecuadamente .
		1.8.	CFM inferiores a los requeridos		Giro en los álabes suelto o no está instalado correctamente.	Apretar y / o volver a instalar cuando sea necesario.
					Rueda del ventilador instalado al revés.	Sujete los componentes sueltos como lo requieren.
					Rueda del ventilador rotando hacia atrás.	Invierta dos cables de corriente en el ventilador, para cambiar la rotación
La velocidad del ventilador es demasiado lento.	Compruebe las RPM del ventilador adecuadas.					

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: ACW-01-04, ACW- 15-16 Y ACW-09- 27	EQUIPO:	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA YORK MODELOS YSM y TIPO SOLUTION - 220/3/60				PAGINA 4 DE 4
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema Manejador de aire.	1.8.	CFM inferiores a los requeridos	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de los laboratorios dependientes del sistema.	Los filtros de aire sucios u obstruídos.	Eliminar la obstrucción de escombros y / o limpie los filtros.
					Bobinas sucias u obstruídas.	Limpiar la obstrucción de escombros y / o bobinas limpias.
					El sistema no está correctamente balanceado.	Sistema de balance de acuerdo con las especificaciones de diseño. Prestar mucha atención a la presión estática externa de "Diseño" Vs "Real" .
					Presencia de obstrucciones en el conducto de descarga del ventilador.	Eliminar las obstrucciones.
		1.9.	CFM Superiores a los requeridos		Conductos de gran tamaño.	Reducir el tamaño de los conductos o disminuir las RPM del ventilador para obtener el caudal deseado.
					Puerta a la unidad abierta.	Cerrar todas las puertas de acceso a la unidad.
					El sistema no está correctamente balanceado.	Sistema de balance de acuerdo con las especificaciones de diseño. prestar mucha atención a la presión estática externa de "Diseño" Vs "Real" .
					Los filtros de aire de la unidad no está en su lugar.	Instalar filtros de aire.
FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO						

No. INVENTARIO: SRV-01	EQUIPO:	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO POR REFRIGERANTE VARIABLE, MARCA LG MODELOS LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras. - 220/3/60				PAGINA 1 DE 5
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema de Aire Acondicionado Por Refrigerante Variable.	1.1.	La unidad no arranca.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	No hay suministro de corriente	Revise suministro de corriente
					Voltaje inapropiado o más allá de los límites permitidos.	Revise fusibles, interruptores y cortacircuitos.
					Fusibles de control quemados.	Revise contactos eléctricos.
					Cables en corto o rotos.	Pruebe los circuitos con un OHMETRO.
		Compresor atascado.	Use cables de prueba.			
		1.2.	El compresor no arranca; el ventilador funciona		Cables en corto o rotos.	Pruebe los circuitos con un OHMETRO.
					Condensador en corto o abierto	Pruebe el capacitor.
					Sobrecarga interna del compresor abierta.	Pruebe la continuidad de la sobrecarga.
					Compresor en corto o a tierra.	Pruebe los bobinados de los motores.
		1.3.	El compresor y el ventilador del condensador no arrancan		Contacto de compresor defectuoso.	Pruebe la continuidad de la serpentina y los contactos.
					Cables en corto o rotos.	Pruebe los circuitos con un OHMETRO.
					Termostato defectuoso.	Pruebe la continuidad del termostato y el cableado.
					Capacitor defectuoso	Controle el circuito de control con el voltímetro
		1.4.	El ventilador del evaporador no arranca.		Contacto de compresor defectuoso.	Pruebe la continuidad de la serpentina y los contactos.
					Control de alta presión abierto	Reinicie y pruebe el control
					Conexión floja.	Inspeccione la conexión. Asegúrela.
Sobrecarga abierta.	Pruebe la continuidad de las sobrecargas.					
Termostato defectuoso.	Pruebe la continuidad del termostato y el cableado.					
Condensador en corto o abierto.	Pruebe el capacitor.					
Circuito de control abierto.	Pruebe la continuidad de la serpentina y los contactos					
Motor del ventilador del evaporador defectuoso.	Repáre o reemplácelo.					
Motor de ventilador en corto o a tierra.	Pruebe los bobinados de los motores					

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: SRV-01	EQUIPO:	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO POR REFRIGERANTE VARIABLE , MARCA LG MODELOS LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras. - 220/3/60			PAGINA 2 DE 5	
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema de Aire Acondicionado Por Refrigerante Variable.	1.5.	El ventilador del condensador no arranca.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	Conexión floja.	Inspeccione la conexión - Asegúrela.
					Cables en corto o rotos	Pruebe los circuitos con un OHMETRO
					Sobrecarga abierta.	Pruebe la continuidad de las sobrecargas.
					Condensador en corto o abierto.	Pruebe el capacitor.
					Motor de ventilador en corto o a tierra	Pruebe los bobinados de los motores
		1.6.	El compresor funciona; se apaga cuando hay sobrecarga.		Conexión floja.	Inspeccione la conexión - Asegúrela.
					Cables en corto o rotos.	Pruebe los circuitos con un OHMETRO.
					Condensador en corto o abierto.	Pruebe el capacitor.
					Compresor en corto o a tierra.	Pruebe los bobinados de los motores.
					Cables en corto o rotos.	Pruebe los circuitos con un OHMETRO.
					Compresor atascado.	Use cables de prueba.
					Contacto de compresor defectuoso.	Pruebe la continuidad de la serpentina y los contactos.
					Bajo voltaje.	Pruebe el voltaje.
					Sobrecarga de refrigerante.	Recupere parte de la carga.
					Energía no equilibrada, HP.	Reinicie y pruebe el control.
					Válvula de expansión del tipo equivocado.	Reemplace la válvula.
		1.7.	El compresor cumple su ciclo con sobrecarga.		Bajo voltaje.	Pruebe el voltaje.
					Falta de refrigerante.	Busque pérdidas, agregue refrigerante.
					Conducto de líquidos restringido.	Reemplace la parte restringida.
					Sobrecarga de refrigerante.	Recupere parte de la carga.
					Incondensables.	Recupere la carga, evacúe, recargue.
Recirculación de aire condensado.	Quite la obstrucción del flujo de aire.					

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

No. INVENTARIO: SRV-01	EQUIPO:	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO POR REFRIGERANTE VARIABLE, MARCA LG MODELOS LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras. - 220/3/60			PAGINA 3 DE 5	
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Equipo en General	Sistema de Aire Acondicionado Por Refrigerante Variable.	1.7.	El compresor cumple su ciclo con sobrecarga.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	Energía no equilibrada, HP.	Reinicie y pruebe el control.
					Válvula de expansión del tipo equivocado.	Reemplace la válvula.
					Válvula de expansión restringida.	Reemplace la válvula.
					Válvula de expansión de menor tamaño.	Reemplace la válvula.
		1.8.	El sistema funciona continuamente: poca refrigeración		Falta de refrigerante.	Busque pérdidas, agregue refrigerante.
					Conducto de líquidos restringido.	Reemplace la parte restringida.
					Conducto de líquidos de menor tamaño.	Reemplace el conducto.
					No hay suficiente aire a través de la serpentina de interior.	Controle la presión estática del conducto.
					Infiltración del aire del exterior.	Controle las ventanas, puertas, ventiladores, etc.
					Sistema de menor tamaño.	Reconsidere la carga de refrigeración.
					Compresor ineficiente.	Pruebe la eficiencia del compresor.
					Válvula de expansión restringida.	Reemplace la válvula.
		1.9.	Demasiado frío y luego demasiado caluroso.		Válvula de expansión de menor tamaño.	Reemplace la válvula.
					Válvula de expansión que no funciona.	Controle el funcionamiento de la válvula.
1.10.	No refrigera lo suficiente los días de mucho calor.	Termostato defectuoso.	Pruebe la continuidad del termostato y el cableado.			
		Anticipador de refrigeración inadecuado.	Controle la resistencia del anticipador.			
		Termostato ubicado inadecuadamente.	Reubique el termostato.			
		Flujo de aire desequilibrado.	Reajuste la compuerta de volumen de aire.			
				Conducto de líquidos de menor tamaño	Reemplace el conducto.	
				No hay suficiente aire a través de la serpentina de interior	Controle la presión estática del conducto.	

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO



No. INVENTARIO: SRV-01	EQUIPO:	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO POR REFRIGERANTE VARIABLE, MARCA LG MODELOS LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras. - 220/3/60			PAGINA 4 DE 5	
COMPONENTE	FUNCION DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFEECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCION CORRECTORA
Equipo en General	Sistema de Aire Acondicionado Por Refrigerante Variable.	1.10.	No refrigera lo suficiente los días de mucho calor.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	Incondensables.	Recupere la carga, evacúe, recargue.
					Recirculación de aire condensado.	Quite la obstrucción del flujo de aire.
					Infiltración del aire del exterior.	Controle las ventanas, puertas, ventiladores, etc.
					Sistema de menor tamaño.	Reconsidere la carga de refrigeración.
					Válvula de expansión del tipo equivocado.	Reemplace la válvula.
					Válvula de expansión restringida.	Reemplace la válvula.
					Válvula de expansión de menor tamaño.	Reemplace la válvula.
					Sobrecarga de refrigerante.	Recupere parte de la carga.
					Piezas internas rotas.	Reemplace el compresor.
					Válvulas rotas.	Pruebe la eficiencia del compresor.
		1.11.	El compresor hace ruidos.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	Válvula de expansión de mayor tamaño.	Reemplace la válvula.
					Bulbo de la válvula de expansión suelto.	Ajuste el soporte del bulbo.
					Pernos para sujetar hacia abajo sueltos.	Ajuste los pernos.
					Motor del ventilador del evaporador defectuoso.	Repare o reemplace.
					Falta de refrigerante.	Busque pérdidas, agregue refrigerante.
					Conducto de líquidos restringido.	Reemplace la parte restringida.
					Conducto de líquidos de menor tamaño.	Reemplace el conducto.
					Conducto de aspiración de menor tamaño.	Reemplace el conducto.
					No hay suficiente aire a través de la serpentina de interior.	Controle la presión estática del conducto.
					Válvula de expansión restringida.	Reemplace la válvula.
1.12.	Baja presión de absorción.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	Válvula de expansión de menor tamaño.	Reemplace la válvula.		
			Válvula de expansión que no funciona.	Controle el funcionamiento de la válvula.		



FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO



No. INVENTARIO: SRV-01	EQUIPO:	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO POR REFRIGERANTE VARIABLE , MARCA LG MODELOS LG multi V con condensadoras ARUV y evaporadoras. - 220/3/60				PAGINA 5 DE 5
COMPONENTE	FUNCIÓN DEL COMPONENTE	No.	MODO DE FALLA	EFECTO DEL MODO DE FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ACCIÓN CORRECTORA
Equipo en General	Sistema de Aire Acondicionado Por Refrigerante Variable.	1.13.	Baja presión de cabeza.	Pérdida del ambiente refrigerado y posible compromiso de las secciones dependientes del sistema.	Falta de refrigerante.	Busque pérdidas, agregue refrigerante.
					Conducto de líquidos restringido.	Reemplace la parte restringida.
					Compresor ineficiente.	Pruebe la eficiencia del compresor.
		1.14.	Alta presión de absorción.		Válvula de expansión restringida.	Reemplace la válvula.
					Demasiado aire a través de la serpentina de interior.	Reduzca la velocidad del soplador.
					Sobrecarga de refrigerante.	Recupere parte de la carga.
					Compresor ineficiente.	Pruebe la eficiencia del compresor.
					Válvula de expansión de mayor tamaño.	Reemplace la válvula.
					Bulbo de la válvula de expansión suelto.	Ajuste el soporte del bulbo.
					Motor de ventilador en corto o a tierra.	Pruebe los bobinados de los motores.
		1.15.	Alta presión de cabeza		Sobrecarga de refrigerante.	Recupere parte de la carga.
					Incondensables.	Recupere la carga, evacúe, recargue.
					Recirculación de aire condensado.	Quite la obstrucción del flujo de aire.



FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO





Anexo E. Formularios De Información Técnica - GIMBA.



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Refrigeradora		
No. Inventario:	793	Marca:	Hannover
Modelo:	Altern	Serie:	231 462
Voltaje:	120V	Potencia:	
Frecuencia:	60hz	Uso:	Se almacenan a bajas
temperaturas todo tipo de muestras que llegan al laboratorio para análisis. El tiempo de almacenamiento es de alrededor de seis meses.			
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Espectrofotómetro de Absorción Atómica		
No. Inventario:	6020	Marca:	Perkin Elmer
Modelo:	2380	Serie:	131101
Voltaje:	110V - 220/240V	Potencia:	50W
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Ensayo de lectura de metales ya
sea por acetileno u oxido nitroso y para lecturas de mercurio.			
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Análítica y Redes	Av.Cra.40#25-52 Of.301, Bogotá	3377534	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	





 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Formulario de Información Técnica	
Equipo:	Horno Tubular de Tres Zonas		
No.Inventario:	7310	Marca:	Lindberg
Modelo:	59744-A	Serie:	
Voltaje:	208/240V	Potencia:	
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Calcinar muestras sólidas para determinación de materiales.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Formulario de Información Técnica	
Equipo:	Molino de anillos		
No.Inventario:	18030	Marca:	Naef
Modelo:		Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Pulverización de minerales.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Bodega de equipos de material particulado - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Cabina Extractora de Gases		
No. Inventario:	33638	Marca:	IFV Industrias
Modelo:	C-180 X	Serie:	19507
Voltaje:	220V	Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Controla vapores generados en ensayo, puede trabajar a extracción o a inyección (creando una cortina de aire).
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Sistema de extracción de gases para absorción atómica		
No. Inventario:	33639	Marca:	
Modelo:		Serie:	
Voltaje:	220V	Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Apoya a los espectrofotómetros de absorción atómica retirando el calor y los vapores de estos dispositivos.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Bomba de Vacío		
No. Inventario:	44327	Marca:	Thomas
Modelo:	900-13-58E	Serie:	192
Voltaje:	115V	Potencia:	
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Se utiliza para la determinación de sólidos para la extracción, hacer sólidos disueltos y suspendidos, mediante la aplicación de vacío.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Espectrofotómetro de Absorción Atómica		
No. Inventario:	52564	Marca:	Buck Scientific
Modelo:	210VGP	Serie:	
Voltaje:	110V - 220/240V	Potencia:	50W
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Ensayo de lectura de metales, ya sea por acetileno u oxido nitroso y para lecturas de mercurio.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Análítica y Redes	Av.Cra.40#25-52 Of.301, Bogotá	3377534	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Titulador Automático		
No. Inventario:	52570	Marca:	Metrohm
Modelo:	751 GPD	Serie:	CH-9101 Herisau
Voltaje:	100/240V	Potencia:	15W
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Ensayos de medidas de cianuro
u otros métodos como óxido-reducción y cloruros.			
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Baño de ultrasonido con calentamiento		
No. Inventario:	86376	Marca:	Branson
Modelo:	1510R-MTH	Serie:	
Voltaje:	120V	Potencia:	80W
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Limpieza de material de laboratorio
aplicando ultrasonido y calor generado.			
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	pH-metro de mesa		
No. Inventario:	90571	Marca:	Schott
Modelo:	Lab850	Serie:	09250770
Voltaje:	100/240V	Potencia:	
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Medición de pH de muestras.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Potenciostato Galvanostado		
No. Inventario:	101312	Marca:	Gamry Instruments
Modelo:	ZRA	Serie:	600
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Ensayos para medidas electroquímicas para proyectos electroquímicos y de gases.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Terrigeno	Cra.51B#12Sur-55, Medellín	4484209 / 2854209	



 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
	Formulario de Información Técnica		

Equipo:	pH-metro de mesa		
No. Inventario:	103997	Marca:	Hanna Instruments
Modelo:	HI2211	Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Medición de pH de muestras.

Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		

Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> PRESTADO	<input type="checkbox"/> ALMACENADO	<input type="checkbox"/> DAÑADO
--------------------	-------------------------------------	---	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------

Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	



 	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER		
	Formulario de Información Técnica		



Equipo:	Generador de hidruros		
No. Inventario:	104354	Marca:	Buck Scientific
Modelo:	1018	Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Lecturas de muestras de mercurio por el método de vapor frío.



Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		



Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE	<input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> PRESTADO	<input type="checkbox"/> ALMACENADO	<input type="checkbox"/> DAÑADO
--------------------	-------------------------------------	---	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------



Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Molino de bolas		
No. Inventario:	106423	Marca:	Denver
Modelo:		Serie:	378
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Trituración de minerales.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Bodega de equipos de material particulado - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Molino de discos (Pulverizador)		
No. Inventario:	106425	Marca:	Bico Inc.
Modelo:		Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Trituración de minerales.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Bodega de equipos de material particulado - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Medidor de oxígeno		
No. Inventario:	107408	Marca:	Hach
Modelo:	HQ30D	Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Medición de oxígeno disuelto en muestras (sólidas-digestadas, líquidas-solución).
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Autoclave de olla eléctrica		
No. Inventario:	108888	Marca:	All-American-USA
Modelo:	50X	Serie:	
Voltaje:	120V	Potencia:	1650W
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Esterilización.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Proveo Ltda.	Cll.16#24-41, Bucaramanga	6458034	
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	



 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Espectrofotómetro de ultravioleta sensible		
No. Inventario:	109140	Marca:	Thermo Scientific
Modelo:	Genesys 10S UV/Vis	Serie:	
Voltaje:	100/240V	Potencia:	
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Ensayos para medidas colorimétricas específicamente hierro, nitratos, nitritos y fosfatos.
Asignado a:	Grupo de Investigación en Minería Biohidrometalurgia y Ambiente - GIMBA		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dra. Elcy María Cordoba	Extensión:	3535/3504
Ubicación:	Antiguo Edificio de Investigaciones - Segundo Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
INSOLTEC Ltda.	Cra.23#31A-04, Muralla 1, Girón	6464128 / 3124822324	
Equipos y Laboratorios de Colombia	Calle 47D#72-83, Medellín	4480388	



Anexo F. Formularios De Información Técnica - Microscopía.

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Formulario de Información Técnica	
Equipo:	Microscopio de barrido electrónico		
No. Inventario:	98633	Marca:	FEI
Modelo:	Quanta Feg	Serie:	650
Voltaje:	220V	Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Proporcionar imágenes de alta resolución a alto vacío, bajo vacío y vacío extendido (ambiental) para la caracterización de muestras conductoras y no conductoras, la realización de pruebas in-situ y el análisis químico mediante la técnica EDS.
Asignado a:	Laboratorio de Microscopía		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Carlos Alberto Ríos Reyes	Extensión:	3514/2515
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co





 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Formulario de Información Técnica	
Equipo:	Equipo de refrigeración		
No. Inventario:	111013064	Marca:	Thermo Scientific
Modelo:	Thermoflex	Serie:	900
Voltaje:	230V	Potencia:	
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Se usa para mantener las bajas temperaturas requeridas para el buen funcionamiento del microscopio.
Asignado a:	Laboratorio de Microscopía		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Carlos Alberto Ríos Reyes	Extensión:	3514/2515
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co


 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Equipo de Cómputo		
No.Inventario:	CZC1018ZP7	Marca:	Hewlett Packard
Modelo:	Z400 Workstation	Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Soporte tecnológico para el
microscopio.			
Asignado a:	Laboratorio de Microscopía		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Carlos Alberto Ríos Reyes	Extensión:	3514/2515
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Equipo de Cómputo		
No.Inventario:	CZC1089WS4	Marca:	Hewlett Packard
Modelo:	Z400 Workstation	Serie:	
Voltaje:		Potencia:	
Frecuencia:		Uso:	Soporte tecnológico para el
microscopio.			
Asignado a:	Laboratorio de Microscopía		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Carlos Alberto Ríos Reyes	Extensión:	3514/2515
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Bomba de vacío		
No. Inventario:	119460210	Marca:	Edwards
Modelo:	RV8	Serie:	
Voltaje:	220V	Potencia:	450W
Frecuencia:	50Hz	Uso:	Entregar la presión de vacío
necesario para el correcto funcionamiento del microscopio.			
Asignado a:	Laboratorio de Microscopía		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Carlos Alberto Ríos Reyes	Extensión:	3514/2515
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatimar		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co

Anexo G. Formularios De Información Técnica - Difracción de Rayos X.

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Difractómetro de Rayos X		
No. Inventario:	101416	Marca:	Bruker
Modelo:	D8 Advance	Serie:	
Voltaje:	200/240V	Potencia:	3000W
Frecuencia:	47/63Hz	Uso:	Permite, a través de distintas técnicas, el estudio de fases cuantitativo y cualitativo, análisis de estructura de cristal, alta resolución, reflectometría, mapeo de espacio recíproco, difracción de Rayos X a incidencia rasante en plano (IP-GID), dispersión de Rayos X.
Asignado a:	Laboratorio de Difracción de Rayos X		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Jose Antonio Henao	Extensión:	3512
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Análítica y Redes	Av. Cra. 40#25-52 Of. 301, Bogotá	3377534	divmnt@uis.edu.co
 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Difractómetro de Rayos X		
No. Inventario:	No posee	Marca:	Bruker
Modelo:	D8 Discover	Serie:	
Voltaje:	200/240V	Potencia:	3000W
Frecuencia:	47/63Hz	Uso:	Permite, a través de distintas técnicas, el estudio de fases cuantitativo y cualitativo, análisis de estructura de cristal, alta resolución, reflectometría, mapeo de espacio recíproco, difracción de Rayos X a incidencia rasante en plano (IP-GID), dispersión de Rayos X.
Asignado a:	Laboratorio de Difracción de Rayos X		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Jose Antonio Henao	Extensión:	3512
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra. 27 Cll. 9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext. 2835	divmnt@uis.edu.co



		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
		Formulario de Información Técnica	

Equipo:	Espectrómetro de Rayos X		
No. Inventario:	No posee	Marca:	Bruker
Modelo:	S8 Tiger	Serie:	
Voltaje:	230/400V	Potencia:	4000W
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Presenta los nuevos cristales analizadores para diferentes elementos y aplicaciones específicas que mejoran los límites de detección, la precisión y la resolución.

Asignado a:	Laboratorio de Difracción de Rayos X		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Jose Antonio Henao	Extensión:	3512
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		

Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO
--------------------	---

Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co





		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
		Formulario de Información Técnica	

Equipo:	Perladora		
No. Inventario:	No posee	Marca:	Katanax
Modelo:	K 1 Prime	Serie:	
Voltaje:	120V	Potencia:	1300W
Frecuencia:	50/60Hz	Uso:	Equipo automatizado de fusión eléctrica con Borato para muestras atípicas, capaz de realizar de 5-7 muestras/hora.


Asignado a:	Laboratorio de Difracción de Rayos X		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Jose Antonio Henao	Extensión:	3512
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		


Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO
--------------------	---



Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cl.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Chiller		
No. Inventario:	No posee	Marca:	Lahntechnik
Modelo:	BR048T- 52	Serie:	
Voltaje:	440V	Potencia:	3770W
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Enfriar los difractómetros para su correcto funcionamiento.
Asignado a:	Laboratorio de Difracción de Rayos X		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Jose Antonio Henao	Extensión:	3512
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co
 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	Chiller		
No. Inventario:	No posee	Marca:	Lahntechnik
Modelo:	BR040T- 40	Serie:	
Voltaje:	440V	Potencia:	3770W
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Enfriar los difractómetros para su correcto funcionamiento.
Asignado a:	Laboratorio de Difracción de Rayos X		
Facultad:	Físico - Química	Escuela:	Ingeniería Metalúrgica
Nombre del Director de Laboratorio:	Dr. Jose Antonio Henao	Extensión:	3512
Ubicación:	Edificio Nuevo de Investigaciones - Primer Piso - Sede Guatiguará		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
División de Mant. Tecnológico UIS	Cra.27 Cll.9, Bucaramanga UIS Sede Principal	6344000 Ext.2835	divmnt@uis.edu.co

Anexo H. Formularios De Información Técnica – Aire Acondicionado.

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	ENFRIADOR DE AGUA POR CONDENSACIÓN POR AIRE		
Identificación:	ENF-01 / 02	Marca:	YORK
Modelo:	YLAA115	Serie:	2LWM009357 / 2LWM008358
Voltaje:	460V	Potencia:	109,4W
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Sistema de enfriamiento de los laboratorios del edificio de investigaciones, el cual provee de un ambiente climatizado y controlado a los laboratorios y al personal a cargo de estos.
Asignado a:	Universidad Industrial de Santander - Sede Guatiguará		
Nombre del Responsable:	Ing. Carlos Sierra	Extensión:	3581
Ubicación:	Edificio de Investigaciones - Sede Parque Tecnológico Guatiguará - UIS		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Proyectos y Servicios Ltda.	Cra. 22 #21-26, Bucaramanga	6350833 / 6348821	info@proyectosyservicios.net

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE		
Identificación:	ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27	Marca:	YORK
Modelo:	YSM25 - SOLUTION XTO	Serie:	50531n09368468 - CLWMTXT0247
Voltaje:	208V	Potencia:	1500W
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Se suministraron e instalaron unidades acondicionadoras de aire para volumen constante de uso interior, que cumplen con exigencias ARI 410, ARI 430, ensambladas totalmente en fábrica; se utiliza para mantener el aire en recirculación y a la vez filtrarlo.
Asignado a:	Universidad Industrial de Santander - Sede Guatiguará		
Nombre del Responsable:	Ing. Carlos Sierra	Extensión:	3581
Ubicación:	Edificio de Investigaciones - Sede Parque Tecnológico Guatiguará - UIS		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Proyectos y Servicios Ltda.	Cra. 22 #21-26, Bucaramanga	6350833 / 6348821	info@proyectosyservicios.net

 		UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
Formulario de Información Técnica			
Equipo:	SISTEMA DE REFRIGERANTE VARIABLE		
Identificación:	SRV-01	Marca:	LG
Modelo:	Multi V	Serie:	001KAHF00001 / 001KACA00003
Voltaje:	460V	Potencia:	343kW
Frecuencia:	60Hz	Uso:	Sistema de enfriamiento de los
pisos 1, 2, 3 y 4, además de la administración del edificio de investigaciones.			
Asignado a:	Universidad Industrial de Santander - Sede Guatiguará		
Nombre del Responsable:	Ing. Carlos Sierra	Extensión:	3581
Ubicación:	Edificio de Investigaciones - Sede Parque Tecnológico Guatiguará - UIS		
Estado del Equipo:	<input type="checkbox"/> DISPONIBLE <input type="checkbox"/> EN MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> PRESTADO <input type="checkbox"/> ALMACENADO <input type="checkbox"/> DAÑADO		
Empresas Contratistas para Mantenimiento			
Nombre	Dirección	Teléfono(s)	Correo Electrónico
Proyectos y Servicios Ltda.	Cra. 22 #21-26, Bucaramanga	6350833 / 6348821	info@proyectosyservicios.net

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	18030	EQUIPO:	MOLINO DE ANILLOS NAEF																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpiar el exterior del equipo.	Mensual																																																
Revisar el estado de los anillos de pulverización.	Trimestral																																																
Revisar el sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisar el voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Ajustar el sistema de vibración de resortes.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	33638	EQUIPO:	CABINA EXTRACTORA DE GASES, TIPO ADD-AIR. MODELO: C-180 X																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Descontaminar la superficie de trabajo e interiores con etanol al 70%.	Semanal																																																
Limpiar el cristal de la ventana frontal.	Semanal																																																
Verificar la lectura del manómetro con el dispositivo en funcionamiento.	Semanal																																																
Limpiar el cuerpo de la cabina.	Mensual																																																
Verificar las válvulas y los conductos de extracción y retorno.	Mensual																																																
Revisar las conexiones eléctricas y la lámpara.	Trimestral																																																
Revisar el estado del filtro.	Trimestral																																																
Verificar el motor eléctrico y el ventilador.	Semestral																																																
Revisión completa y certificación.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	33639	EQUIPO:	SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES PARA ABSORCIÓN ATÓMICA																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpiar el cuerpo de las campanas.	Mensual																																																
Verificar los conductos de ventilación.	Mensual																																																
Revisar las conexiones eléctricas y el fusible.	Trimestral																																																
Verificar el motor eléctrico y el ventilador.	Semestral																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	44327	EQUIPO:	BOMBA DE VACÍO THOMAS 191 REF. BV-T MOD.900-13-58E SERIE.192																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Limpiar el equipo y filtros.	Mensual																																																
Revisar el sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisar el voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Revisión del motor eléctrico.	Semestral																																																
Desarme y mantenimiento total.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	52564	EQUIPO:	ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA MOD. 210VGP																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza exterior de los equipos.	Mensual																																																
Verificar el sistema del quemador.	Mensual																																																
Limpiar el nebulizador.	Mensual																																																
Revisar el nivel del tanque de acetileno. No de ser inferior a 75psi.	Mensual																																																
Revisión del sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisión del voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Revisión del fusible.	Trimestral																																																
Inspección del filtro de drenaje automático	Semestral																																																
Revisión del sistema óptico.	Semestral																																																
Mantenimiento general.	Anual																																																
Calibración (si fuese necesario).	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	52570	EQUIPO:	TITULADOR AUTOMÁTICO REF. E-751/728 CON CONDUCTÓMETRO DE PRECISIÓN																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza exterior de los equipos.	Mensual																																																
Limpieza de las unidades de dosificación.	Mensual																																																
Revisión del sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisión del voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Calibración por parte del proveedor.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	86376	EQUIPO:	BAÑO DE ULTRASONIDO CON CALENTAMIENTO BRANSON REF.1510																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpiar el equipo.	Semanal																																																
Revisar la válvula de purga.	Trimestral																																																
Verificar el sistema eléctrico y el fusible.	Trimestral																																																
Revisar el voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Inspeccionar el sistema electrónico y el sistema de calentamiento.	Semestral																																																
Revisar el estado del temporizador y del botón de encendido del calentador.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	90571	EQUIPO:	PH-METRO DE MESA LAB.850 SCHOTT																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisar la conexión y estado del electrodo.	Trimestral																																																
Limpiar el electrodo.	Trimestral																																																
Ajustar el brazo de soporte.	Trimestral																																																
Revisar el estado del medidor.	Semestral																																																
Calibración.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	101312	EQUIPO:	POTENCIOSTATO GALVANOSTATO ZRA REF.600 GAMRY INSTRUMENTS																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpeza exterior del equipo.	Mensual																																																
Revisión del sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisión del voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Inspeccionar el estado de los electrodos.	Semestral																																																
Revisar los cables de conexión.	Semestral																																																
Mantenimiento general.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	103997	EQUIPO:	PH-METRO DE MESA HANNA REF. HI2211-01																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisar la conexión y estado del electrodo.	Trimestral																																																
Limpiar el electrodo.	Trimestral																																																
Ajustar el brazo de soporte.	Trimestral																																																
Revisar el estado del medidor.	Semestral																																																
Calibración.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	104354	EQUIPO:	GENERADOR DE HIDRUROS TIPO BATCH HYDRIDE AND COLD VAPOR FOR HG/AS/SE MODELO 1018																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Limpeza del cuerpo.	Mensual																																																
Revisión de los medidores de presión de flujo.	Trimestral																																																
Revisión del sistema de válvulas.	Trimestral																																																
Inspección de boquillas de entrada y salida.	Trimestral																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	106423	EQUIPO:	MOLINO DE BOLAS SERIE 378 DENVER																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Verificar el estado de los cojinetes y lubricación.	Mensual																																																
Limpieza del exterior del equipo.	Mensual																																																
Revisar el sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisar el voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Inspeccionar correas de transmisión	Trimestral																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	106425	EQUIPO:	MOLINO DE DISCOS (PULVERIZADOR) BICO INC.																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Verificar el estado de los cojinetes y lubricación.	Mensual																																																
Limpieza del exterior del equipo.	Mensual																																																
Limpieza de filtros.	Mensual																																																
Revisar el sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																
Revisar el voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																
Lavado interno (desmonte y lubricación).	Semestral																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	107408	EQUIPO:	MEDIDOR DE OXÍGENO MARCA HACH MODE HQ30D FLEX1																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Verificar el estado de energía de las baterías.	Trimestral																																																
Limpia los terminales de las baterías.	Trimestral																																																
Revisar la conexión y estado de la sonda.	Trimestral																																																
Limpia la sonda.	Trimestral																																																
Revisar el estado del medidor.	Semestral																																																
Calibración.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

Anexo K. Cronograma Mantenimiento Preventivo – Difracción Rayos X.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:		EQUIPO:	DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X. D8 DISCOVER																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisión de niveles de radiación.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Revisar filtros de agua propios y de las chiller.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Verificar los conductos de ventilación.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Ajuste del detector Vantec.	Trimestral																																																
Revisar conexiones electrónicas y de control.	Trimestral																																																
Revisar las conexiones eléctricas y el fusible.	Trimestral																																																
Revisar el sistema óptico.	Semestral																																																
Revisar el generador.	Semestral																																																
Calibración (si fuese necesario) y lubricación.	Anual																																																
Mantenimiento general.	Anual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																					
No. INVENTARIO:	101416	EQUIPO:	DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X. D8 ADVANCE																																																		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Revisión de niveles de radiación.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Revisar filtros de agua propios y de las chiller.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Verificar los conductos de ventilación.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Ajuste del detector Vantec.	Trimestral																																																				
Revisar conexiones electrónicas y de control.	Trimestral																																																				
Revisar las conexiones eléctricas y el fusible.	Trimestral																																																				
Revisar el sistema óptico.	Semestral																																																				
Revisar el generador.	Semestral																																																				
Revisar el Goniómetro de Euler.	Anual																																																				
Calibración (si fuese necesario) y lubricación.	Anual																																																				
Mantenimiento general.	Anual																																																				

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																					
No. INVENTARIO:		EQUIPO:	ESPECTRÓMETRO DE RAYOS X. S8 TIGER																																																		
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Revisión de niveles de radiación.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Limpieza exterior de los equipos.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Llenar el cilindro con nitrógeno.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Revisar los sellos de las conexiones.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Revisar el nivel del tanque de acetileno. No de ser inferior a 75psi.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Revisión del sistema eléctrico y cable de poder.	Trimestral																																																				
Revisión del voltaje y el amperaje.	Trimestral																																																				
Revisión del fusible.	Trimestral																																																				
Revisar válvulas de la bala de gas.	Semestral																																																				
Mantenimiento general.	Anual																																																				
Calibración (si fuese necesario) y lubricación.	Anual																																																				

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	ACW-01-04, ACW-15-16 Y ACW-09-27	EQUIPO:	UNIDAD MANEJADORA DE AIRE, MARCA YORK MODELOS YSM y TIPO SOLUTION - 220/3/60																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Verificar la limpieza de los filtros y reemplazar o limpiar como sea necesario.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█			
Inspeccione el drenaje para asegurar que esté limpio y permita el flujo de condensado a través de las líneas de drenaje.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
Verifique el medidor del filtro y / o la función de interruptor correctamente.	Mensual	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█				█							
Revise los marcos de filtro (pistas de filtro) para los contaminantes residuales y limpiar si es necesario.	Trimestral																																																
Compruebe daños, piezas sueltas, el desgaste, la suciedad, la alineación y la tensión de la correa.	Trimestral																																																
Comprobar el estado de de los conductos de lubricación extendidos cuando se presenten.	Trimestral																																																
Inspeccione campanas de aire y rejillas de aire por daños y residuos.	Semestral																																																
Inspeccione las rejillas en busca de aves por daños, sucio y residuos.	Semestral																																																
Revise, limpie y calibre los controles.	Semestral																																																
Limpiar amortiguadores.	Semestral																																																
Inspeccione las puertas, manijas, cerraduras y bisagras para un funcionamiento correcto.	Anuual																																																
Inspeccione las juntas de las puertas en busca de daños y selle bien.	Anuual																																																
Inspeccione los paneles en busca de daños.	Anuual																																																
Limpiar segmento de ventilador y ventilador ensamblado (suministro, retorno, escape).	Anuual																																																
Compruebe la caja del ventilador, rueda, el eje, el marco, los álabes y los cojinetes en busca de daños, desgaste, piezas sueltas, suciedad y escombros.	Anuual																																																
Compruebe base del ventilador, aisladores de vibración y las restricciones de empuje en busca de daños, desgaste, piezas sueltas, suciedad y escombros.	Anuual																																																
Compruebe el conector Flex por desgaste y deterioro.	Anuual																																																
Limpiar las aspas de entrada variables.	Anuual																																																
Compruebe la base ajustable del motor del ventilador y los accesorios de montaje por piezas sueltas.	Anuual																																																
Compruebe la base del motor ajustable del ventilador en busca de daños.	Anuual																																																
Revise el motor del ventilador por sellos del cojinete por fugas.	Anuual																																																
Verifique el ventilador por daño al motor.	Anuual																																																
Limpiar el exterior del gabinete del manejador de aire	Anuual																																																
Compruebe si hay suciedad, polvo y escombros en las salidas de aire de la caja del motor del ventilador.	Anuual																																																
Limpiar los serpentines de deshumidificación.	Anuual																																																
Limpiar bandeja de condensados, trampa, línea de drenaje y superficies húmedas adyacentes.	Anuual																																																

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
No. INVENTARIO:	SRV-01	EQUIPO:	SISTEMA DE REFRIGERAMIENTO VARIABLE CON CONDENSADORAS ARUV Y EVAPORADORAS, MARCA LG MODELO MULTI V PLUS.																																														
ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Inspeccionar el estado del capacitor y termostato	Mensual				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar conexión eléctrica.	Trimestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Verificar voltaje y amperaje.	Trimestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar el estado de las válvulas (expansión).	Trimestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar estado del compresor.	Trimestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar el estado evaporador.	Trimestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar el estado condensador.	Trimestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar los conductos de flujo de aire.	Semestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Inspeccionar los conductos de líquidos.	Semestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar los motores eléctricos.	Semestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar el serpentín.	Semestral				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				
Revisar pintura y latonería.	Anual				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				

FUENTE: AUTORES DEL PROYECTO