



**UNIVERSIDAD LIBRE FACULTAD DE INGENIERÍA  
MECÁNICA**



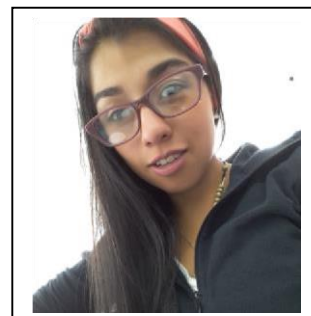
AUTOR DEL PROYECTO: JUDY CAROLINA VILLANUEVA  
SANDOVAL

CÓDIGO: 065121037

CEDULA: 1019094560

TELÉFONO DE CONTACTO: 3165518633

CORREO INSTITUCIONAL [judyc-villanuevas@unilibre.edu.co](mailto:judyc-villanuevas@unilibre.edu.co)



**MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS  
DEL BLOQUE L DE LA UNIVERSIDAD LIBRE**

DIRECTOR DEL PROYECTO: DRA. MARIA GABRIELA MAGO RAMOS

PROFESION: Ingeniera electricista.

CORREO INSTITUCIONAL: [mariag.magor@unilibre.edu.co](mailto:mariag.magor@unilibre.edu.co)



**MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS  
DEL BLOQUE L DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR**

AUTORA:

JUDY CAROLINA VILLANUEVA SANDOVAL

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTÁ D.C  
2019

**MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS  
DEL BLOQUE L DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR**

**AUTORA:**

**JUDY CAROLINA VILLANUEVA SANDOVAL**

**DIRECTOR:**

**MARIA GABRIELA MAGO RAMOS**

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BOGOTA D.C  
2019**



## HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado: “MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DEL BLOQUE L DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR” realizado por la estudiante Judy Carolina Villanueva Sandoval código 065121037 cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Mecánico.

---

EVALUADOR 1

---

EVALUADOR 2

## DEDICATORIA

A mis padres y familiares por brindarme su apoyo incondicional y creer siempre en mí

## **AGRADECIMIENTO**

A la universidad libre y los docentes calificados que durante todo este tiempo estuvieron a mi lado, permitiendo que este sueño se convirtiera en realidad.

A mis padres por su tiempo y sacrificios que me dieron la oportunidad para ser profesional.

A mi novio Andrés por ayudarme apoyarme y acompañarme en todos los años de carrera.

## RESUMEN

Esta investigación trata sobre un modelo de gestión de mantenimiento que debe diseñarse para los equipos de laboratorios ubicados en el Bloque L de la Universidad Libre sede Bogotá, teniendo en cuenta que para realizar estrategias de mantenimiento efectivo se requiere de información de los activos, características de los equipos, historia de mantenimientos, estándares, tiempo inactivo, operación, servicio etc., aplicar técnicas de preservación que incluyan actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

Las técnicas de mantenimiento que se apliquen a los equipos y/o sistemas, permiten tomar decisiones que mejoren la productividad y el tiempo de servicio, sin embargo, para realizar este tipo de análisis hay que estrategias y normativas que se enmarcan en la metodología de aplicación, que permitan mejorar el funcionamiento de los equipos apoyando el diseño de un adecuado plan de mantenimiento.

Este trabajo permitió realizar una trazabilidad a las actividades de mantenimiento que han sido realizadas a los equipos del laboratorio del bloque L de la Universidad Libre en la sede Bosque Popular, así como también, algunos gastos efectuados en los activos (equipos), que presentan fallas debido al uso, sin embargo, aunque existe un control de estas actividades, han ocurrido eventos donde la persona encargada de laboratorios es transferida o no se encuentra, por lo cual, la información no siempre está disponible, siendo necesario garantizar la confiabilidad de los equipos en las actividades de enseñanza-aprendizaje de los programas ingenieriles que se llevan cabo. Utilizar AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas), evaluando la relación costos-beneficios y luego, utilizando un formato en Excel para dar respuesta a la programación de actividades y reportes requeridos mejorar la preservación de estos equipos, realizando un aporte desde el Programa de Ingeniería Mecánica, teniendo en cuenta que las investigaciones futuras deben orientarse al uso de plataformas tecnológicas o Softwares que incorporen estándares y otras características de aplicación.

**Palabras Claves:** Modelo de gestión de mantenimiento, Los laboratorios del Bloque L, Universidad Libre

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                              | 14 |
| 2. JUSTIFICACIÓN .....                             | 15 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....                  | 16 |
| 4. OBJETIVOS .....                                 | 17 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL .....                        | 17 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                   | 17 |
| 5. DELIMITACIONES .....                            | 18 |
| 6. MARCOS REFERENCIALES .....                      | 19 |
| 6.1. ESTADO DEL ARTE .....                         | 19 |
| 6.2. MARCO TEÓRICO .....                           | 20 |
| 6.2.1. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGÍA .....          | 20 |
| 6.2.1.1. MEJORES PRÁCTICAS .....                   | 20 |
| 6.2.1.2. FASE DEL MODELO .....                     | 21 |
| 6.2.1.2.1. Mantenimiento planificado: .....        | 21 |
| 6.2.1.2.2. Mantenimiento proactivo: .....          | 21 |
| 6.2.1.2.3. Gestión óptima de activos: .....        | 22 |
| 6.2.1.2.4. Diseño centrado en confiabilidad: ..... | 22 |
| 6.2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO .....          | 22 |
| 6.2.1.3.1. Organización: .....                     | 22 |
| 6.2.1.3.2. Planeación: .....                       | 22 |
| 6.2.1.3.3. Programación: .....                     | 22 |
| 6.2.1.3.4. Ejecución: .....                        | 23 |
| 6.2.1.3.5. Control y seguimiento: .....            | 23 |
| 6.2.1.3.6. Evaluación: .....                       | 23 |
| 6.2.1.3.7. Mejora continua: .....                  | 23 |
| 6.2.1.3.8. Tecnología de información: .....        | 23 |
| 6.3. APLICACIÓN DE UN MODELO .....                 | 23 |
| 6.3.1. HERRAMIENTAS DEL MODELO .....               | 24 |
| 6.3.1.1. CHECKLIST .....                           | 24 |
| 6.3.1.2. PLANES DE ACCIÓN .....                    | 24 |
| 6.3.1.3. ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO .....       | 24 |



|          |  |    |
|----------|--|----|
| 6.3.1.4. | MANUAL DE MANTENIMIENTO.....                           | 24 |
| 6.3.1.5. | ROLES DE LA CADENA DE VALOR.....                       | 24 |
| 6.3.1.6. | SISTEMA EJECUTIVO.....                                 | 25 |
| 7.       | MARCO CONCEPTUAL.....                                  | 31 |
| 7.1.     | TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....                           | 31 |
| 8.       | MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....                           | 33 |
| 8.1.     | ISO 14224.....   | 33 |
| 8.2.     | OREDA.....   | 34 |
| 8.3.     | 55000(2014).....                                       | 34 |
| 8.4.     | ISO 9001.....  | 34 |
| 9.       | MARCO METODOLÓGICO.....                                | 34 |
| 9.1.     | DISEÑO METOLÓGICO.....                                 | 35 |
| 9.2.     | LISTA DE EQUIPOS.....                                  | 35 |
| 9.3.     | CODIFICACIÓN DE COMPONENTES Y FALLAS.....              | 38 |
| 9.4.     | PARA QUE SE REALIZA UNA JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS..... | 41 |
| 9.5.     | CRITERIOS DE AFECTACIÓN Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....  | 41 |
| 9.5.1.   | COMO DEFINIR LA CRITICIDAD.....                        | 42 |
| 9.5.2.   | COMO CALCULAR EL NIVEL DE CRITICIDAD.....              | 43 |
| 9.6.     | CAUSA Y EFECTO.....                                    | 44 |
| 9.7.     | AMEF.....  | 47 |
| 10.      | RESULTADOS.....  | 49 |
| 10.1.    | HOJAS DE VIDA Y ORDENES DE TRABAJO.....                | 49 |
| 10.2.    | JERARQUIZACION EQUIPOS DE LABORATORIO.....             | 50 |
| 10.3.    | PLAN DE MANTENIMIENTO.....                             | 51 |
| 10.4.    | PUNTO DE EQUILIBRIO.....                               | 53 |
| 10.5.    | MODELO DE GESTION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....       | 54 |
| 11.      | CONCLUSIONES.....                                      | 55 |
| 12.      | RECOMENDACIONES.....                                   | 56 |
| 13.      | INFOGRAFÍA.....  | 57 |
| 14.      | ANEXOS.....  | 59 |
| 14.1.    | HOJAS DE VIDA EQUIPOS.....                             | 59 |
| 14.3.    | ANALISIS DE CRITICIDAD.....                            | 82 |
| 14.4.    | INFORMACIÓN DE EQUIPOS.....                            | 84 |

## TABLA DE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| <b>ILUSTRACIÓN 1. MODELO DE GESTIÓN MULTIDIMENSIONAL</b>   | 23 |
| <b>ILUSTRACIÓN 2. SECUENCIA DE USO DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN</b>                                    | 25 |
| <b>ILUSTRACIÓN 3. METOLOGÍA</b>  | 35 |
| <b>ILUSTRACIÓN 4. CRITERIOS DE CONSECUENCIAS E IMPACTO FUENTE:<br/>APRENDIZAJE.VIRTUAL@PEMEX.COM</b> | 42 |
| <b>ILUSTRACIÓN 5. MATRIZ DE CRITICIDAD FUENTE:<br/>APRENDIZAJE.VIRTUAL@PEMEX.COM</b>                 | 44 |
| <b>ILUSTRACIÓN 6. CRITICIDAD DE UN TORNO PARALELO FUENTE: J.<br/>VILLANUEVA</b>                      | 44 |
| <b>ILUSTRACIÓN 7. FORMATO HOJA DE VIDA FUENTE: J. VILLANUEVA</b>                                     | 49 |
| <b>ILUSTRACIÓN 8. FORMATO ORDEN DE TRABAJO FUENTE: J. VILLANUEVA</b>                                 | 49 |
| <b>ILUSTRACIÓN 9. JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS FUENTE: J. VILLANUEVA</b>                                | 50 |

## LISTA DE TABLAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TABLA 1. LISTA DE EQUIPOS FUENTE: J.VILLANUEVA,2019</b>                                 | <b>38</b> |
| <b>TABLA 2 CODIFICACIÓN DE COMPONENTES FUENTE: J.VILLANUEVA,2019</b>                       | <b>40</b> |
| <b>TABLA 3 CODIFICACIÓN DE FALLAS FUENTE: J.VILLANUEVA,2019</b>                            | <b>41</b> |
| <b>TABLA 4. FRECUENCIA DE FALLAS FUENTE:<br/>APRENDIZAJE.VIRTUAL@PEMEX.COM</b>             | <b>42</b> |
| <b>TABLA 5. CAUSA Y EFECTO FUENTE: J. VILLANUEVA 2019</b>                                  | <b>46</b> |
| <b>TABLA 6. AMEF FUENTE: J. VILLANUEVA 2019</b>  | <b>48</b> |
| <b>TABLA 7 EJEMPLO PLAN DE MANTENIMIENTO FUENTE: J. VILLANUEVA<br/>2019</b>                | <b>52</b> |
| <b>TABLA 8 CURVA COSTOS - BENEFICIOS FUENTE: J. VILLANUEVA 2019</b>                        | <b>53</b> |
| <b>TABLA 9. MODELO DE GESTIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO FUENTE:<br/>J. VILLANUEVA 2019</b> | <b>54</b> |

## LISTA DE ANEXOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ANEXO 1. HV TORNO DE MADERA</b>                   | <b>59</b> |
| <b>ANEXO 2. HV SIERRA DE ÁNGULO COMPUESTO</b>        | <b>59</b> |
| <b>ANEXO 3. HV SIERRA CIRCULAR</b>                   | <b>60</b> |
| <b>ANEXO 4. HV SIERRA CALADORA DE BANCO</b>          | <b>60</b> |
| <b>ANEXO 5. HV TALADRO DE BANCO</b>                  | <b>61</b> |
| <b>ANEXO 6. HV EQUIPO DE RAYOS X</b>                 | <b>61</b> |
| <b>ANEXO 7. HV BANCO HIDRÁULICO</b>                  | <b>62</b> |
| <b>ANEXO 8. HV TEOREMA DE BERNOULLI</b>              | <b>63</b> |
| <b>ANEXO 9. HV DESCARGA POR ORIFICIOS</b>            | <b>63</b> |
| <b>ANEXO 10. HV CÁMARA SALINA</b>                    | <b>64</b> |
| <b>ANEXO 11. HV MOLINO DE BOLAS</b>                  | <b>64</b> |
| <b>ANEXO 12. HV MOLINO DE MARTILLOS</b>              | <b>65</b> |
| <b>ANEXO 13. HV TRITURADOR DE MANDÍBULAS</b>         | <b>65</b> |
| <b>ANEXO 14. HV PULVERIZADOR</b>                     | <b>66</b> |
| <b>ANEXO 15. HV PLANTA DE SIMULACIÓN</b>             | <b>66</b> |
| <b>ANEXO 16. HV CENTRO DE MECANIZADO</b>             | <b>67</b> |
| <b>ANEXO 17. HV IMPRESORA 3D</b>                     | <b>67</b> |
| <b>ANEXO 18. HV CALDERA PIRO TUBULAR</b>             | <b>68</b> |
| <b>ANEXO 19. HV INTERCAMBIADORES</b>                 | <b>68</b> |
| <b>ANEXO 20. HV SOLDADURA ARCO</b>                   | <b>69</b> |
| <b>ANEXO 21. HV SOLDADURA MIG</b>                    | <b>69</b> |
| <b>ANEXO 22. HV EXTRACTOR DE HUMO</b>                | <b>70</b> |
| <b>ANEXO 23. HV HORNO MUFLA</b>                      | <b>71</b> |
| <b>ANEXO 24. HV MUFLA M10</b>                        | <b>71</b> |
| <b>ANEXO 25. HV DURÓMETRO DIGITAL</b>                | <b>72</b> |
| <b>ANEXO 26. HV PULIDORA METALGRÁFICA</b>            | <b>72</b> |
| <b>ANEXO 27. HV PÉNDULO SHARPY</b>                   | <b>73</b> |
| <b>ANEXO 28. HV MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS</b>     | <b>73</b> |
| <b>ANEXO 29. HV MICROSCOPIO METALGRÁFICO</b>         | <b>74</b> |
| <b>ANEXO 30. HV PANEL DE CONTROL ELECTRICO</b>       | <b>74</b> |
| <b>ANEXO 31. HV COMPRESOR</b>                        | <b>75</b> |
| <b>ANEXO 32. HV MOTOR DE ANILLOS ROZANTES</b>        | <b>75</b> |
| <b>ANEXO 33. HV MOTOR ASINCRÓNICO TRIFÁSICO</b>      | <b>76</b> |
| <b>ANEXO 34. HV MOTOR MONOFÁSICO</b>                 | <b>76</b> |
| <b>ANEXO 35. HV MOTOR DE EXCITACIÓN</b>              | <b>77</b> |
| <b>ANEXO 36. HV MOTOR MONOFÁSICO UNIVERSAL</b>       | <b>77</b> |
| <b>ANEXO 37. HV CORTADORA DE DISCO</b>               | <b>78</b> |
| <b>ANEXO 38. HV FRESADORA</b>                        | <b>78</b> |
| <b>ANEXO 39. HV TALADRO DE BANCO</b>                 | <b>79</b> |
| <b>ANEXO 40. HV TALADRO FRESADOR</b>                 | <b>79</b> |
| <b>ANEXO 41. HV TORNO PARALELO</b>                   | <b>80</b> |
| <b>ANEXO 42. ORDEN DE TRABAJO</b>                    | <b>81</b> |
| <b>ANEXO 43. CRITICIDAD FRESADORA E IMPRESORA 3D</b> | <b>82</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ANEXO 44. CRITICIDAD MECANISMO HASS</b>  | <b>82</b> |
| <b>ANEXO 45. CRITICIDAD TALADRO FRESADOR Y CORTADORA DE DISCO</b>                           | <b>82</b> |
| <b>ANEXO 46. CRITICIDAD TALADRO, PANEL DE CONTROL Y COMPRESOR</b>                           | <b>82</b> |
| <b>ANEXO 47. CRITICIDAD MOTOR MONOFÁSICO, ASINCRÓNICO TRIFÁSICO Y ANILLOS ROZANTES</b>      | <b>82</b> |
| <b>ANEXO 48. CRITICIDAD MOTOR MONOFÁSICO UNIVERSAL Y DE EXCITACIÓN</b>                      | <b>82</b> |
| <b>ANEXO 49. CRITICIDAD MULTIBOMBAS, B. HIDRÁULICO, BERNOULLI, D. POR ORIFICIOS</b>         | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 50. CRITICIDAD PULIDORA METALGRÁFICA, Y MUFLAS</b>                                 | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 51. CRITICIDAD PÉNDULO SHARPY, UNIVERSAL DE ENSAYOS Y MICROSCOPIO METALGRÁFICO</b> | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 52. CRITICIDAD DURÓMETRO Y CELDA DE MANUFACTURA</b>                                | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 53. CRITICIDAD EQUIPO RAYOS X, SOLDADURA MIG, SOLDADURA ARCO</b>                   | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 54. CRITICIDAD INTERCAMBIADORES, CALDERA Y EXTRACTOR DE HUMO</b>                   | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 55. CRITICIDAD CÁMARA SALINA, MOLINO DE BOLAS Y PULVERIZADORA</b>                  | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 56. CRITICIDAD SIERRA CIRCULAR, CALADORA DE ARCO Y ANGULO COMPUESTO</b>            | <b>83</b> |
| <b>ANEXO 57. CRITICIDAD TALADRO DE BANCO Y TORNO DE MADERA</b>                              | <b>84</b> |
| <b>ANEXO 58. CRITICIDAD TRITURADORA DE MANDÍBULAS</b>                                       | <b>84</b> |
| <b>ANEXO 59. . INFORMACIÓN DE EQUIPOS BRINDAD POR LA UNIVERSIDAD</b>                        | <b>84</b> |
| <b>ANEXO 60. CATÁLOGOS DE EQUIPOS BRINDADOS POR LA UNIVERSIDAD</b>                          | <b>86</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento basado en confiabilidad, es una estrategia o metodología usada para realizar un seguimiento a los activos de las empresas permitiendo optimizar y agilizar la gestión de mantenimiento, ya que permite recolección de información y planeación de actividades teniendo un análisis riguroso de fallas, todo esto se puede llevar a cabo por medio de la taxonomía de equipos, análisis de criticidad etc., que aplican el AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas) realizando el cálculo del NPR (Número Ponderado de Riesgo) que luego, que servirá para identificar las tareas que requieran los equipos en el diseño del plan de mantenimiento.

Para utilizar este tipo de metodología, se deben relacionar todos los equipos y componentes de una manera lógica y flexible (de acuerdo al uso que apliquen para estos equipos de laboratorio), a pesar de ser equipos completamente diferentes, se apliquen técnicas de ingeniería de mantenimiento que permitan mejorar la vida útil y el uso de dichos equipos, disminuyendo así, las posibles fallas, averías o cambios de piezas que se puedan presentar, mejorando la disponibilidad.

La institución en la que fue basada este proyecto es la UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA, sede Bosque Popular de la localidad de Engativá, la cual en los laboratorios del bloque L posee equipos que son aptos para la aplicación de dicha metodología y mejoramiento continuo. Dichos equipos son tipo semi-industriales, a pesar del tiempo de uso y fabricación, todavía permiten grandes posibilidades de estudio y aprendizaje.

La finalidad de este proyecto fue realizar un modelo de gestión de mantenimiento para dichos equipos, con el fin de disminuir costos de reparaciones, tiempos perdidos y aumentar el tiempo de uso de los mismos, permitiendo que los estudiantes y profesores se beneficien con su uso para tesis o actividades extra curriculares. La implementación de este plan de mantenimiento se deja como aplicación futura, así como también, el diseño propuesto para ser aplicado en otros laboratorios que posee la Universidad Libre en la sede Bosque Popular.

## 2. JUSTIFICACIÓN

En los Laboratorios en las Universidades e Institutos de Investigación, se requieren equipos o activos especiales para realizar prácticas fundamentadas indicadas en los contenidos temáticos, complementado los espacios de aprendizaje para los estudiantes participantes, sin embargo, los costos de adquisición y mantenimiento de estos deben incorporarse para mantener la calidad de los procesos, caso contrario, no pueden llevarse a cabo estas actividades o son más complejas sus aplicaciones en detrimento del proceso de enseñanza.

Hay aspectos de tipo educativo, investigativo, logístico y económico que deben revisarse en los laboratorios disponibles, a fin de hacer más confiable para los estudiantes sus ejecuciones, por lo cual este proyecto de investigación pretende con el modelo de gestión de mantenimiento en los laboratorios de la Universidad Libre, que pueda garantizar calidad de servicio prestado, fácil y mejor ejecución de estas actividades de mantenimiento a los equipos que hacen parte de estos procesos, disminuyendo costos y adecuando las implementaciones que sean necesarias, de manera que los docentes y estudiantes puedan proponer mejores actividades de aprendizaje sin depender de tiempos perdidos por fallas no programadas o por reparaciones no realizadas por falta de recursos para tal fin.

El modelo de gestión de mantenimiento propuesto contara con una gama de herramientas que van desde el mantenimiento preventivo, predictivo, y correctivo, enfocadas al uso correcto de acuerdo a un cronograma de actividades con tiempos adecuados para rutinas y frecuencias de inspección, a fin de que no se interrumpen las prácticas que sean realizadas por docentes y estudiantes, además de reducir costos y otros relacionados con las fallas imprevistas, que sin embargo, puedan ser corregidas por el asistente de laboratorios. Lo apropiado sería que no se presentaran estas las fallas y que estas pudieran detectarse antes de que ocurran.

El diseño del modelo de gestión de mantenimiento que se propone pretende mejorar la preservación de estos equipos, a través de un programa de sencilla aplicación que permita llevar mejores registros e indicadores que mejoren la disponibilidad y calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El concepto de plan de mantenimiento desde un modelo de gestión es aplicado principalmente a empresas de gran tamaño, cuyos costos de operación son muy elevados, sin embargo, también debe llevarse a cabo en pequeñas y medianas industrias o incluso sectores Mini Pymes o similar, donde hacen parte empresas de servicio, laboratorios, entre otros, cuyas razones sociales y costos de operación afectan su funcionamiento a medida que se implementan mejores estrategias de mantenimiento, en ese marco se plantea desde el Programa de Ingeniería mecánica de la Universidad Libre diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para los equipos de laboratorio utilizados en las prácticas de aprendizaje, cuyo fin es que mejoren las técnicas de uso, así como también mejore la vida útil de estos activos. Con este proyecto se pretende mostrar que dicho concepto puede ser aplicado a cualquier empresa, lugar o universidad, permitiendo la recopilación de la información de manera organizada, concisa y de fácil acceso, reduciendo gastos y tiempos perdidos, ya que con la aplicación de la ingeniería se facilitara un formato de Excel vinculando la información que pueda ser usada por cualquier persona apta, dejando así estructurado una serie de actividades y tiempos.

Los equipos de los laboratorios de la Universidad Libre presentan un grado de depreciación y deterioro, dado el tiempo que la mayoría de ellos llevan en servicio dentro de la universidad, por lo tanto con este proyecto se pretende diseñar un plan de mantenimiento a partir de un modelo de gestión que tome en cuenta la relación costo-beneficios, además de los modos de falla, calibraciones, y/o mantenimientos preventivos o correctivos (condición de preservación), que hayan sido realizados en el transcurso del tiempo, para de esta manera presentar las mejoras requeridas de acuerdo a la información brindada por la Universidad que incluye: catálogos, fotos y tiempos de uso de los equipos.

Desde el punto de vista académico las buenas prácticas de mantenimiento darían lugar a una mejora en cuanto a las condiciones de uso de los equipos de cada laboratorio, ya que habrá más activos al servicio de los estudiantes, con mejor estado, permitiendo así, que estas sean de mejor calidad, incentivando de esta manera el buen uso de los laboratorios por parte de docentes y estudiantes. En ese orden de ideas, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo la propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para los Laboratorios de la Universidad Libre sede Boque Popular de Bogotá, mejorará la calidad del funcionamiento de los equipos, también el proceso de enseñanza – aprendizaje de una forma eficiente y efectiva?



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer un modelo de gestión de mantenimiento de los Laboratorios del Bloque L de la Universidad Libre sede Bosque Popular, con la finalidad de mejorar las prestaciones de los activos en pro de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar las normativas para la realización de planes de mantenimiento en los Laboratorios con la finalidad de recolectar las hojas de vida de cada máquina y establecer condiciones requeridas por el plan de mantenimiento que se desea implementar.

Identificar la taxonomía de las maquinarias dispuestas en cada a fin de determinar la matriz de criticidad que permitirá realizar el AMEF (Análisis de modo y efecto de falla) de acuerdo a los indicadores RAM (Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad).

Diseñar un plan de mantenimiento basado en el modelo de gestión propuesto aplicando herramientas computacionales que ofrece Office en su programa Excel.

## 5. DELIMITACIONES

- **DELIMITACIÓN ESPACIAL (GEOGRÁFICA):** Este proyecto de investigación será realizado en los laboratorios del bloque L de la Universidad Libre ubicada en la Avenida 70 No 53-40 en la sede del Bosque Popular de la ciudad de Bogotá, en Colombia.
- **DELIMITACIÓN TEMPORAL:** El proyecto de investigación será realizado desde el mes de noviembre de 2019 hasta el mes de mayo de 2020. El mismo está centrado en necesidades específicas.
- **DELIMITACIÓN DE CONTENIDO:** El proyecto de investigación tendrá limitaciones en el acceso de información financiera, facturas y otros de proveedores de la Universidad Libre, sin embargo, se mostrará como aporte en los modelos de gestión un análisis costo-beneficios con algunos documentos relacionados que permitirá estimar el presupuesto de mantenimiento.

## **6. MARCOS REFERENCIALES**

### **6.1. ESTADO DEL ARTE**

Para iniciar el desarrollo del anteproyecto planteado en esta investigación, se necesita seguir una serie de pasos y actividades para llegar a su objetivo final, para esto se debe tener conocer y estudiar información lo más detalladamente posible, de cómo se ha venido realizando este tipo de proyectos o modelos de gestión de mantenimiento con el fin de obtener pautas y lineamientos que permitirán la finalidad del trabajo.

La Universidad Libre institución en la cual está basada este proyecto ha presentado cambios estructurales como compra y renovación de equipos para así cumplir con la demanda de estudiantes y requerimientos para su buen desarrollo educativo.

En esta institución se han presentado varios dilemas a través de los años ya que no se tiene un sistema de reporte ni control de actividades o daños presentados en los equipos, para llevar un adecuado mantenimiento de los equipos, sin embargo, se plantea esta oportunidad de mejora desde el Programa de Ingeniería Mecánica tal que, deben tenerse en cuenta los constructos teóricos relacionados con la misma.

### **INICIO DEL MANTENIMIENTO**

Al inicio el mantenimiento tuvo que competir con la mano de obra ya que este término se empezó a usar finales del siglo XVII donde el uso de una maquina aun no era una situación muy bien vista, tiempo después cuando el término empezó a ser usado existió una transición entre el mantenimiento correctivo al mantenimiento productivo el cual consistió en involucrar a las personas encargadas de la producción y a las de mantenimiento para así la acción de estos dos trabajos juntos nos arrojan buenos resultados especialmente en industrias de punta.[3]

### **PASOS PARA REALIZAR UN ADECUADO PLAN DE MANTENIMIENTO**

Los pasos para realizar un plan de mantenimiento consisten en primero conocer la maquina o servidor, luego si hablamos de un equipo sistematizado debemos conocer el software, comprobar y optimizar las unidades con lubricación o limpiezas, para sí proceder a realizarle un mantenimiento al equipo sin correr ningún riesgo para el operario como para el software o hardware del equipo. [2]

## **CÓMO SE REALIZO EL PLAN DE MANTENIMEINTO DE UNA FRESADORA EN LA UNIVERSIDAD EAFIT**

En este artículo se habla del plan de mantenimiento realizado para una fresadora de una la universidad EAFIT el cual nos indica paso a paso que se debe hacer y realizar para llegar a la finalidad esperada, describiendo los sub sistemas de cada equipo, realizando el análisis de fallas que sean más relevantes en cada maquinaria y así elaborar el plan de mantenimiento. [1]

### **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

Como principal medida se requiere hacer visible la gestión del mantenimiento dentro de empresas universidades y organizaciones, reconociendo el impacto que genera en cuanto a costos y productividad, en segunda medida se busca incorporar buscando herramientas que mejoren la gestión y agregar elementos que soporten las estrategias, como tercera medida se busca materializar las tácticas que han sido planteadas. [4]

## **6.2. MARCO TEÓRICO**

Este estudio dio origen al Proyecto de Sistema de Mantenimiento, para apoyar el mejoramiento de la disponibilidad y productividad de los activos a través de:

Modelo de Administración del Mantenimiento.

Ofrecer información explotable que mejore la toma de decisiones.

Preparar la Universidad Libre para alcanzar las mejores prácticas.

### **6.2.1. DESARROLLO DE UNA ESTRATEGÍA**

#### **6.2.1.1. MEJORES PRÁCTICAS**

El Sistema para administrar el Mantenimiento involucra a personal de todos los niveles y con todos los conocimientos posibles sobre la organización y sus diferentes áreas y departamentos que abarcan toda la empresa, con un fin único que es mejorar y optimizar la eficiencia en la gestión de los activos y, de la misma forma, la satisfacción y la optimización en el trabajo al poner en práctica de mantenimiento. A continuación, se nombran las diez mejores prácticas para realizar un buen Modelo de Gestión:

- Organización centrada en equipos de trabajo
- Apoyo y visión de la dirección de laboratorios
- Integración con proveedores de materiales y servicios
- Planificación y programación proactiva.
- Contratistas orientados a la productividad
- Procesos orientados al mejoramiento continuo. vii. Gestión disciplinada de suministro de materiales
- Gerencia disciplinada de mantenimientos correctivos de los equipos.
- Indicadores RAM.
- Integración de sistemas

### **6.2.1.2. FASE DEL MODELO**

El modelo se basa en estándares mantenimiento como:

- Mantenimiento Planificado
- Mantenimiento Proactivo
- Gestión Óptima de Activos
- Diseño Centrado en Confiabilidad

#### **6.2.1.2.1. Mantenimiento planificado:**

En este mantenimiento se tienen planes básicos q están siendo llevados a cabo con control

Los trabajos de esta fase consisten en realizan intervenciones como restauraciones sustitución o reparación de partes equipos o elementos en tiempos establecidos con el fin de disminuir el tiempo entre fallas o disminuir las consecuencias. Existe programación de mantenimiento predictivo

#### **6.2.1.2.2. Mantenimiento proactivo:**

En este mantenimiento se hace énfasis en la optimización y mejoramiento de que plan que ya se está aplicando, donde usando mantenimiento predictivo se logran optimizar las frecuencias y los alcances de los mantenimientos preventivos.

Los trabajos en esta fase se caracterizan por la planeación y programación de actividades basadas en prevención, predicción o eliminación total de las fallas o disminución de las consecuencias de las fallas. Dentro de este tipo de Mantenimiento se incluye al mantenimiento predictivo, el preventivo y el detectivo.

### **6.2.1.2.3. Gestión óptima de activos:**

En esta fase de modelo todos los personajes de la planta se vuelven uno solo ya que el tema se convierte en asunto de todo logrando una integración entre todas las áreas. Aquí se inicia aplicando metodologías tales como TPM, IBR y RCM porque la organización aprendió a trabajar en equipo. En esta fase el mantenimiento se basa en la optimización de los costos de mantenimiento y asegurar que los activos físicos continúen cumpliendo satisfactoriamente su función.

### **6.2.1.2.4. Diseño centrado en confiabilidad:**

Normalmente el estado ideal es la fase anterior porque se aprendió a conocer los equipos y se les saca el máximo provecho, pero para entonces comienzan a estar obsoletos o inservibles y la idea es no tener que volver a pasar años aprendiéndolos a conocer, por eso la última fase es la de Diseño Centrado en Confiabilidad donde el mantenimiento a ser hecho se proyecta y se concibe desde las etapas de especificación de compra y/o ingeniería básica en los casos de construcción o fabricación. Aquí aplican los conceptos de mantenibilidad (facilidad para mantener) y confiabilidad (probabilidad de falla) y se determina cuál es el mantenimiento que se quiere hacer en los nuevos equipos. En esta fase se establecen los parámetros requeridos de disponibilidad y confiabilidad durante la etapa de diseño y, a la vez, se establecen las estrategias de mantenimiento y los recursos necesarios para garantizar la funcionalidad de sus activos con antelación.

## **6.2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO**

### **6.2.1.3.1. Organización:**

Estructura organizacional, tipo de liderazgo, funciones y responsabilidades de los diferentes niveles jerárquicos de la organización, flujos de información y canales de comunicación entre cada uno de ellos, misión y visión de la gestión de mantenimiento, interacciones del personal de mantenimiento con las áreas involucradas en la gestión de mantenimiento y clientes, alineamiento de procedimientos de acuerdo a las políticas definidas, políticas y planes de entrenamiento y capacitación, interrelación con las entidades de apoyo, evaluación de desempeño, trabajo en equipo, comunicación. [16]

### **6.2.1.3.2. Planeación:**

Planeación del Mantenimiento, Censo general de instalaciones y equipos, políticas y estrategias de mantenimiento, interrelación de los sistemas de Calidad y Seguridad con las actividades de mantenimiento, procedimientos manejo de inventarios, almacenamiento y estandarización de repuestos, presupuesto.

### **6.2.1.3.3. Programación:**

Programas de mantenimiento, priorización de órdenes de trabajo, paros de plantas, asignación del trabajo, backlog.

#### 6.2.1.3.4. Ejecución:

Ejecución del mantenimiento, tiempos de ejecución de trabajos, utilización de horas extras, métodos y equipos de supervisión, entrega y recepción de trabajos.

#### 6.2.1.3.5. Control y seguimiento:

Indicadores de gestión y desempeño de equipos, fallas, costos, control de avance y mano de obra.

#### 6.2.1.3.6. Evaluación:

Procesos y métodos de evaluación del negocio, efectividad total del equipo, rentabilidad del mantenimiento, ciclo de vida de los activos, condición actual del mantenimiento, calidad de los servicios, sistema de costo del mantenimiento.

#### 6.2.1.3.7. Mejora continua:

Procesos y cultura de mejora continua, integración del mantenimiento con los sistemas de calidad, intercambio de información entre el personal de distintas plantas, estructura de análisis de fallas de equipos, estrategias y metodologías de mantenimiento

#### 6.2.1.3.8. Tecnología de información:

Uso correcto de los sistemas informáticos, registro de planes, programas, recursos y ejecución del mantenimiento, generación de indicadores de desempeño, infraestructura tecnológica, soporte a usuarios, integración del sistema de mantenimiento con otros sistemas, disponibilidad de la tecnología de información.



Ilustración 1. MODELO DE GESTIÓN MULTIDIMENSIONAL

### 6.3. APLICACIÓN DE UN MODELO

Mover cada característica de una fase a otra implica el desarrollo de planes de acción específicos que en suma constituyen el corazón del proceso de mejora y la evolución hacia la excelencia de cada organización. Por supuesto no todas las características de todos los ejes están en la misma fase y es ese desarrollo

desarmonizado y desintegrado que inicialmente se encontró en el diagnóstico lo que le dio sentido a la implantación de un Modelo de Gestión que le diera orden a las iniciativas de mejoramiento. La idea es que la organización no sea reactiva a las opciones de mejora que cada nuevo proveedor le ofrezca, sino que evalúe el beneficio que la opción le ofrece y la oportunidad que representa dentro del contexto de su propio estado de madurez.

### **6.3.1. HERRAMIENTAS DEL MODELO**

#### **6.3.1.1. CHECKLIST**

Cuestionarios prediseñados que sirven para determinar el estado de cada característica en cada fase del modelo y que finalmente determina el estado de madurez de la organización. El grado de madurez permitirá definir los Planes de Acción que deberán ser consideradas para evolucionar en las fases del Modelo de gestión de mantenimiento para cada una de las características

#### **6.3.1.2. PLANES DE ACCIÓN**

Acciones específicas ya prediseñadas de manera genérica que incluye las actividades, los tiempos, responsables y recursos asociados necesarios para evolucionar una característica de su estado actual a la siguiente fase dentro del modelo.

#### **6.3.1.3. ANÁLISIS DE IMPACTO ECONÓMICO**

El modelo de impacto económico permite determinar hasta qué fase del modelo es negocio avanzar en función del costo del desarrollo de los planes de acción y los beneficios proporcionados por el avance

#### **6.3.1.4. MANUAL DE MANTENIMIENTO**

Guía para la Gestión que incluye temas como Políticas, Estrategias, Metas, Filosofía, Visión y Misión del Mantenimiento, Censo de Equipos, Criticidad, Administración de la Orden de Trabajo, Procesos de Planeación, Programación y Ejecución de Mantenimiento, Paros de Planta, Presupuestos y Costos, Administración de Materiales, Indicadores de Desempeño y Mejora Continua

#### **6.3.1.5. ROLES DE LA CADENA DE VALOR**

Se definen 4 roles en mantenimiento para satisfacer a Operación apoyados por las áreas soporte: Planeación (Qué y Cómo), Programación (Cuándo y Con quién),



Ejecución (Aseguramiento de Calidad en el servicio) e ingeniería de Mantenimiento (Diagnóstico y Análisis).

En la Ingeniería de Mantenimiento y en la Planeación es donde se recogen las mayores oportunidades de mejoramiento, pero es en la programación y ejecución donde se implementan estas y donde se genera la materia prima para el análisis y la definición de estrategias. Cuando las organizaciones ponen énfasis a lo segundo, los costos son altos, pero sin rumbo: no hay mejora. Cuando es lo contrario, no existe capacidad de materializar las buenas ideas.

### 6.3.1.6. SISTEMA EJECUTIVO

Incluye el seguimiento a los Planes de Acción y los Indicadores de Gestión.

Herramientas del Modelo de Gestión de Mantenimiento

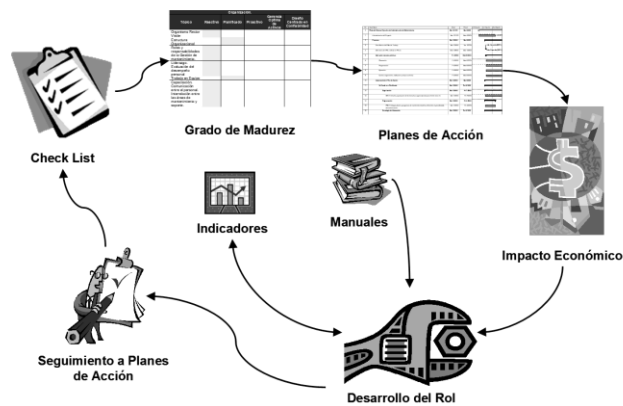


Ilustración 2. SECUENCIA DE USO DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN

Para la aplicación del Modelo inicialmente se hace un diagnóstico a través de un checklist ya diseñado que mide el estado de cada característica, el resultado final es el grado de madurez de la organización evaluada. Con base en el grado de madurez se determinan los Planes de Acción para evolucionar a las siguientes fases cada característica (existen ya las plantillas para estos planes), la herramienta de impacto económico define la viabilidad de los planes de acción en términos de valor costo beneficio, una vez aprobado lo que hay que hacer, se procede a su ejecución a través de que cada rol dentro de la cadena de valor de mantenimiento aplique sus funciones de acuerdo al Manual de Mantenimiento, el cual es una guía para hacer gestión, y apoyándose en un paquete de indicadores diseñados para su contexto operativo y el sistema ejecutivo que sirve para seguir el desarrollo de los planes de acción y el cumplimiento de las promesas.

Finalmente, el ciclo se cierra haciendo evaluaciones periódicas con el checklist para medir el grado de avance en la evolución hacia la excelencia y ajustando o desarrollando nuevos planes de acción y nuevas metas de negocio.

Un plan de mantenimiento consiste en un conjunto de tareas programadas, en equipos pertenecientes a una planta, empresa o laboratorio. Los planes de

mantenimientos engloban tres tipos de actividades, las cuales se indican a continuación:

Las actividades de rutina que se realizan al equipo en operación.

Las actividades que se llevan a cabo a lo largo del año.

Las actividades que se realizan durante las paradas que se programan a cada máquina, Estas tareas son las bases de un plan de mantenimiento, las formas de realizar este tipo de planes no son más que maneras de determinar las tareas de mantenimiento que harán parte de este plan.

Al determinar estas tareas se debe además determinar cinco informaciones que las referencien, las cuales son: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso para trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

#### ▪ TIPOS DE MANTENIMIENTO

La preservación de los equipos requiere que se lleven a cabo actividades que involucren mantenimientos preventivos y correctivos, las cuales se evalúan de manera importante para el diseño del plan de mantenimiento que se propone en este proyecto de opción de grado.

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Es el mantenimiento planeado, la meta es mantener el equipo en buena condición operativa. Se programa el mantenimiento en un intervalo de tiempo, aunque no se necesite. Es necesario conocer el equipo, o tener una idea clara del funcionamiento.

### ACCIONES REQUERIDAS PARA APLICAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

¿**Qué tengo?**: Cuáles equipos con los que cuenta el laboratorio

¿**Qué les debo hacer?**: Actividades a elaborar de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes.

¿**Cuánto tiempo?**: Se define en la operación de la máquina. Que se estima para las actividades académicas y posterior mantenimiento.

¿**Qué requiero?**: Recursos humanos, Materiales, otros.

¿**En qué momento?**: Se define en conjunto con las prácticas y otros establecidos por los usuarios.

- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** Una vez haya fallado el equipo, se debe restaurar de manera rápida, segura y confiable. Se quiere evitar reparaciones provisionales.
  - *Correctivo Accidental:* Falla repentina que ocasiona paros y fallas.
  - *Correctivo Emergencia:* Falla en la que se requiere ser corregida de inmediato.
  - *Correctivo por norma:* Cuando la reparación es más costosa que los equipos.

## **ACCIONES REQUERIDAS PARA APLICAR EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

**Personal:** Trabajo en conjunto y planeado.

**Equipos y Herramientas:** En buen estado y las necesarias.

**Suministros y repuestos:** Disponibles y de calidad.

**Documentación:** Trabajo de oficina.

### **FRECUENCIA:**

Existen dos formas: las que son fijas.

Las que se realizan siguiendo periodicidades establecidas.

La aplicación de cualquiera de las formas de frecuencia es válida; incluso puede suceder que en ciertas tareas sea más conveniente usar un tipo de frecuencia y no el otro, incluso perteneciendo al mismo equipo se pueden referir a horas efectivas de funcionamiento, ambas formas o tareas aplicadas a un plan tiene ventajas e inconvenientes.

Así, bien realizando las tareas o actividades de mantenimiento siguiendo las periodicidades, se pueden realizar mantenimientos a equipos que no se encuentren en funcionamiento y que por este motivo no han tenido el mismo desgaste durante cierto periodo de tiempo. por eso el hecho de basar el mantenimiento en horas de funcionamiento, programar dichas actividades va a ser mas complicado, al no fijar con anterioridad exactamente cuánto tiempo específicamente tendría q usarse para llevarlo a cabo.

### **ESPECIALIDAD:**

Para realizar los planes de mantenimiento es conveniente realizar una diferenciación de las tareas que van a realizar los profesionales, de forma así que cuando se vayan a realizar y organizar las ordenes de trabajo, no sean enviadas al profesional o especialista que no corresponda, seria muy riesgoso enviar la especialista en hidráulica a lo que debería enviarse el especialista en mecánica, se debe tener en cuenta las habilidades las experiencias y especialidades del personal de mantenimiento.

Las especialidades más usadas en las tareas de un plan de mantenimiento son las siguientes:

- *Operación:* Dichas tareas de este tipo son realizadas por el personal que esta designado para la operación de la instalación, tratándose de inspecciones sensoriales, lecturas de datos y en ocasiones rutas de lubricación.
- *Mecánica:* Tareas de este tipo requieren personal especializado en montaje y desmontaje de equipos, ejempló (ajustes, alineaciones, comprensión de planos entre otros)

- *Electricidad:* Las tareas de este tipo exigen que los profesionales que las van llevar a cabo tengan una formación en electricidad, bien en baja, media o alta tensión
- *Predictivo:* Para estas actividades se requiere personal con especialidad en termografías, boroscopias, análisis de vibraciones, etc.

### **DURACIÓN:**

Para estimar la duración de las tareas ayuda para tener información complementaria en un plan de mantenimiento, dicha estimación es realizada de manera aproximada y se asume que como es estimada lleva un porcentaje de error por defecto.

### **PERMISO DE TRABAJO:**

Para ejecutar ciertas tareas es necesario contar con un permiso especial, otorgado por el siso o coordinador del área de trabajo, como los son: corte de soldadura, riesgo eléctrico, confinamiento ya que generan un riesgo mayor para el personal a cargo.

### **MÁQUINA PARADA O EN MARCHA:**

La mayoría de veces para llevar a cabo una actividad en algún equipo, es conveniente que el sistema o la planta a la que pertenece se paren ya que facilita su manipulación.

Para la elaboración de un plan de mantenimiento hay muchas cosas que se deben tener en cuenta y así evitar cometer ciertos errores que son necesarios conocer anticipadamente, sin embargo, se debe tener en cuenta que es mejor tener un plan de mantenimiento con algunos errores que no tener dicho plan.

Estos planes de mantenimiento se pueden hacer de tres maneras diferentes:

- Se debe recopilar información que brinden los fabricantes de las maquinarias o equipos que compongan la empresa o laboratorio, esto para realizar de manera elaborada un plan don ventajas y desventajas.
- Se realiza basado en protocolos de mantenimiento, partiendo de que los equipos se agrupan en tipos así correspondiendo a una serie de tareas.
- Se debe tener en cuenta un plan basado en análisis de fallas siendo sin duda la manera más completa y eficaz para realizar dicho plan de mantenimiento.

Los pasos 1 y 2 son realizados por un personal de la planta con los conocimientos que posean en el tema, el paso 3 que es el estudio con más detalle de todas las fallas que pueden existir, ya que es necesario más tiempo y conocimientos especializados, por esta razón si se desea y se necesita realizar un buen plan de mantenimiento es necesario seguir dos fases:

**Fase 1:** Se debe realizar un plan inicial, basado en instrucciones del fabricante instrucciones básicas según el tipo de equipo, complementados siempre por la experiencia de los técnicos o operarios que trabajan en la planta, de nuevo recordar que es mejor un plan de mantenimiento incompleto o que contenga errores que trabajar sin un plan de mantenimiento.

**Fase 2:** En el momento que se allá elaborado el plan inicial y con este ya en funcionamiento (es decir, los técnicos y todo el personal de planta este aplicando y se ajusten a la idea de que la revisión periódica), se realiza un plan más avanzado basado en el análisis de las fallas que allá presentado cada uno de los sistemas que componen la planta. Con dicho análisis permite no sólo el diseño del plan de mantenimiento, sino que además permite proponer y generar mejoras que eviten que dichos fallos se presenten de nuevo, esto va desde crear procesos de mantenimiento o de operación hasta incluso seleccionar el repuesto necesario.

Los protocolos o procesos de mantenimiento consisten en realizar un listado de tareas a realizar en un equipo concreto. La metodología determinando tareas para componer un plan de mantenimiento basada en recomendaciones de los fabricantes tienen ventajas, pero también graves inconvenientes, por lo tanto, existe una segunda metodología que es basada en protocolos generales de mantenimiento por tipo de equipo.

En el protocolo para el mantenimiento de un equipo debe anexarse la siguiente información para cada tarea incluida en el protocolo:

- Especialidad del trabajo.
- Frecuencia con la que debe realizarse.
- Duración estimada de la realización de la tarea.
- Necesidad de un permiso de trabajo especial.
- Si el equipo debe estar parado o en marcha para la realización de la tarea

El primer paso para realizar el protocolo de mantenimiento de un equipo es determinar las tareas que se van llevar a cabo con él. Y dichas tareas son las siguientes:

- Inspecciones sensoriales: Son revisiones que se realizan con los sentidos, sin instrumentos de medida o medios técnicos o tecnológicos adicionales.
- Tareas o rutinas de lubricación.
- Revisiones mecánicas, como medición de holguras, alineación, espesores, etc. Puede que se requiera de una intervención para que determinados parámetros se ajusten a valores preestablecidos.
- Verificaciones eléctricas, como medición de intensidad de corriente, funcionamiento de paradas de emergencia, verificación de conexiones, etc.
- Análisis y mediciones de vibraciones, termografías, etc.
- Limpiezas, sencillas o con cierta complejidad técnica.

- Sustitución o reacondicionamiento de piezas sujetas o propensas al desgaste.

Las gamas de mantenimiento consisten en un conjunto de tareas que tienen elementos en común que permiten y justifican dicha agrupación, que permite y dotan de facilidad el plan para poder ser llevado a cabo y su gestión.

Los tres criterios empleados para agrupar las tareas como gamas de mantenimiento son los siguientes:

- Sistema o tarea a la que se asocia el equipo
- Especialidad y capacidades del técnico que debe desempeñarlo.
- Frecuencia con la que se debe llevar a cabo.

Con la agrupación de tareas se puede generar un conjunto de gamas de mantenimiento por cada sistema, que al mismo tiempo estarán divididos en gamas por especialidad, y por frecuencias. Así:

- Gama de operación diaria.
- Gama mecánica mensual.
- Gama mecánica anual en parada.
- Gama eléctrica mensual.
- Gama eléctrica anual distribuida.
- Gama eléctrica anual en parada.

La agrupación de dichas tareas primero por especialidad y después por frecuencia puede realizarse de forma manual, pero también existen algunos programas informáticos sencillos que lo permiten de forma rápida. Así, siendo las hojas de cálculo y las bases de datos las mejores para dichas bases de datos ya que disponen de filtros que permiten realizar una agrupación de forma muy eficiente.

### **AMEF (Failure Mode Effect Analysis):**

Es una de las metodologías aplicadas actualmente con el propósito de evaluar la confiabilidad de los equipos, determinando así los efectos de las fallas de los mismos, el AMEF puede ser aplicado a:

- **Productos:** sirve como herramienta predictiva para detectar las fallas en el diseño, permitiendo anticiparse a los efectos que puede tener el proceso de producción
- **Procesos:** sirve como herramienta predictiva para determinar posibles fallas en las etapas de la producción
- **Sistemas:** sirve como herramienta predictiva para detectar posibles fallas en diseños de software, anticipando los efectos que pueden tener en su funcionamiento

- **Otros:** puede ser aplicado a cualquier proceso en general, en el que se quiera identificar, clasificar, y prevenir posibles fallas mediante efectos o causas.

Dentro de las ventajas de este encontramos la aplicación de la metodología que es destacada por lo siguiente:

- Identificar las posibles fallas
- Conocer con detalle el sistema o producto
- Identificar los efectos de las posibles fallas
- Evaluar el nivel de criticidad
- Identificar las causas de las posibles fallas
- Establecer niveles de confiabilidad
- Evaluar con indicadores (severidad, ocurrencia, y detectabilidad)
- Documentar plan de acción para minimizar riesgos
- Identificar oportunidades de mejora

## **NÚMERO PONDERADO DE RIESGO (RPN)**

Metodología usada para cuantificar el riesgo o la criticidad de la falla de un equipo y que afecta al sistema que pertenece. Este factor es ponderado mediante valores numéricos y resulta del producto de la detectabilidad, ocurrencia y severidad, si el producto de estos tres términos esta entre 1 y 70 la falla no es crítica, pero si se encuentra entre 71 y 300 ya es semi crítica y si supera los 301 se considera crítica. Cada término es ponderado de 1 a 10.

## **7. MARCO CONCEPTUAL**

### **7.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

En esta parte se incluyen los términos utilizados durante el proceso de elaboración de este proyecto

**Árbol de fallas:** Sistema lógico secuencial de acontecimientos, utilizado por el análisis de confiabilidad de una entidad, puede ser grafico o estructural.

**Análisis de averías:** Examen lógico y sistemático de una entidad para identificar y analizar la probabilidad, las causas y las consecuencias de las averías posibles.

**Análisis de fallas:** Examen lógico y sistemático de un elemento después de una falla, para identificar y analizarla causa del mecanismo de la falla y las consecuencias de esta

**Avería:** Daño o deterioro que impide el funcionamiento de algo

**Confiabilidad:** Capacidad de una entidad para efectuar su función específica en unas condiciones y con un rendimiento definidos durante un periodo de tiempo determinado.

**Defecto:** Imperfección de algún elemento en alguna parte o característica del mismo

**Diagnóstico:** Análisis que se realiza para determinar cualquier situación se realiza sobre bases de datos o hechos recogidos que nos permiten juzgar mejor lo que está pasando

**Error:** Discrepancia entre un valor o una condición calculada, observada o medida y el valor o la condición verdadera, especificada o teóricamente correcta.

**Error humano:** Acción humana que produce un resultado distinto del que se busca.

**Estado de funcionamiento:** En el que un elemento realiza una función requerida.

**Estado de no funcionamiento:** En el que un elemento no realiza una función requerida.

**Falla:** Pérdida de la capacidad de una entidad para realizar su función específica.

**Falla a considerar:** Falla a tener en cuenta para interpretar resultados de ensayo resultados de operación, o en característica de confiabilidad.

**Falla catastrófica:** Repentina, que produce una inaptitud total del elemento para realizar todas las funciones requeridas.

**Falla, causa de:** Conjunto de circunstancias durante el diseño, fabricación o utilización que han conducido a la falla.

**Falla completa:** Que produce una inaptitud de un elemento para realizar todas las funciones requeridas.

**Falla crítica:** Considerada susceptible de afectar la integridad de las personas, materiales significativos u otros de consecuencias inaceptables.

**Falla de fabricación:** Debida a una fabricación no conforme al diseño o a los procesos de fabricación especificados.

**Falla no crítica:** Considerada no susceptible de afectar la integridad de las personas, materiales significativos u otros de consecuencias inaceptables.

**Falla oculta:** Falla provocada por una, o combinación compleja de varias causas difícilmente identificables.

**Falla parcial:** Que produce la inaptitud de un elemento para realizar algunas funciones requeridas, pero no todas.

**Mantenimiento:** Conservación de un elemento en buen estado con el fin de evitar su degradación o falla en un tiempo determinado

**Mantenimiento preventivo:** Destinado a la conservación de equipos mediante la realización de revisiones o reparaciones que garanticen su buen funcionamiento

**Mantenimiento predictivo:** Acciones y técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos en maquinaria, evitando que generen paros por emergencia

**Mantenimiento correctivo:** Este está destinado a corregir los defectos observados en equipos o instalaciones, consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos



**Prevención de fallas:** Característica de diseño de un elemento que impide que sus fallas provoquen averías críticas.

**Tolerancia de averías:** Característica de un elemento que le permite realizar una función requerida en presencia de ciertas averías determinadas en los subelementos.

## **8. MARCO LEGAL Y NORMATIVO**

Para que el proyecto sea viable y ejecutable, debe estar basado en una serie de normativas y requisitos legales basados en mantenimiento. En este trabajo las normas a utilizar son:

### **8.1. ISO 14224**

Esta normativa nos permite observar una base o una manera para la recolección de los datos de mantenimiento y confiabilidad especialmente para producción, perforación, gas natural entre otras, pero gracias a los criterios que aplica puede ser usada en otras actividades e industrias ya que se basa en RCM. Los principales objetivos de esta normativa son:

- Diseño y configuración de los sistemas

- Costo del ciclo de vida
- Seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y equipos o Planeamiento y ejecución del mantenimiento

## **8.2. OREDA**

(*Offshore Reliability Data*) Analysis of OREDA Data for Maintenance Optimization.

## **8.3. 55000(2014)**

Gestión de activos- sistemas de gestión Establece actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas a través una organización logra administrar de manera óptima y sostenible, sus activos, su desempeño, riesgos y costos durante el ciclo de vida

## **8.4. ISO 9001**

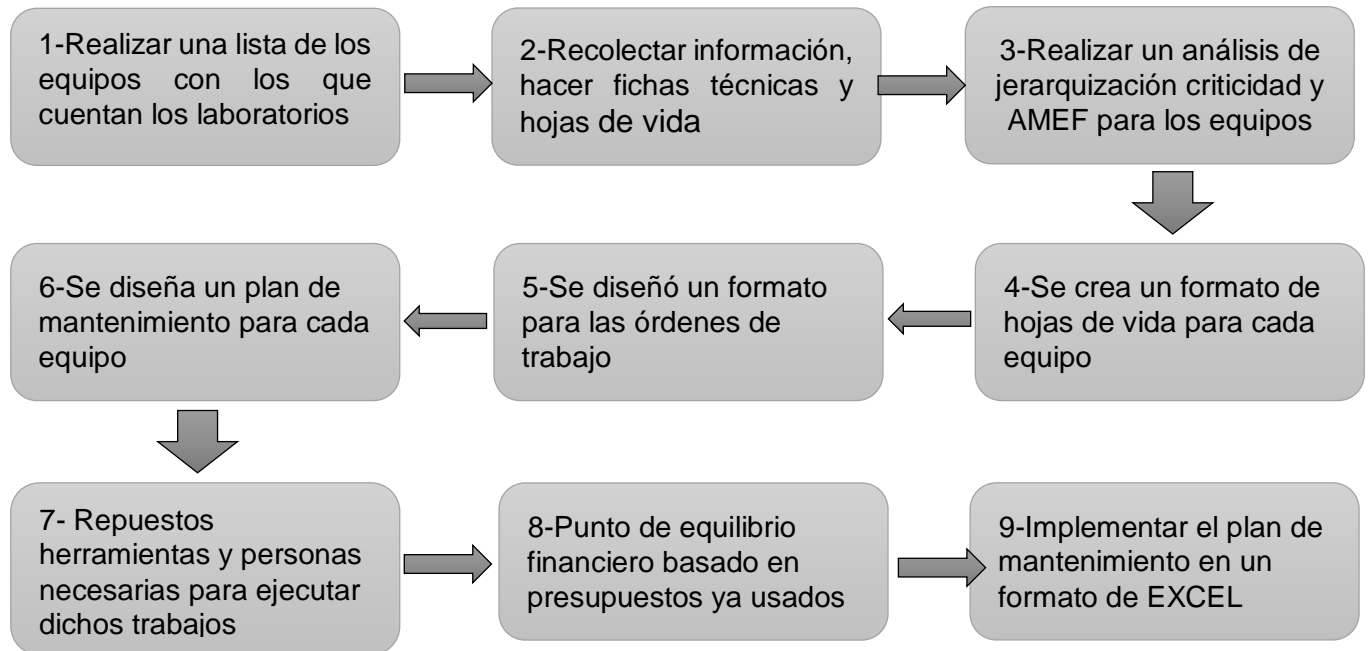
Sistemas de Gestión de Calidad – Requisitos.

## **9. MARCO METODOLÓGICO**

La investigación se define como investigación aplicada, cuantitativa y cualitativa ya que generara datos obteniendo información que puede ser convertida en valores concretos que definirán las características del proyecto. La investigación desarrollada en este proyecto cumple con dos clases de investigación dado el proceso cuidadoso y sistematizado que busca resolver las problemáticas que los Laboratorios del Bloque L de la Universidad Libre, recopilando conocimiento que permitan crear alternativas viables de solución. La metodología cualitativa para la propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento tiene objeto por la descripción de las cualidades de un fenómeno, que para este caso se puntualizan en la taxonomía de los equipos y sus respectivos modos y efectos de falla, además de todas las condiciones de operación y control, especificaciones mecánicas y acciones o tareas, descubriendo tantas cualidades como sea posible ya que cada equipo se desintegra hasta su mínimo componente. En esta investigación no se

probarán teorías o hipótesis ya que se procura ajustar crudamente a las condiciones reales de operación de los equipos incorporando los no previstos como lo son las tareas propiamente correctivas que nunca son nulas. La metodología cuantitativa “tiene un concepto lineal, que contengan definiciones, para así limitarlos y saber con exactitud donde se inicia el problema; también es importante saber qué tipo de incidencia existe entre sus elementos”.

### 9.1. DISEÑO METOLÓGICO



*Ilustración 3. METODOLOGÍA*

### 9.2. LISTA DE EQUIPOS

En la tabla 1 se muestra de manera organizada los equipos en los cuales se basó el proyecto.

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| LABORATORIO DE PLANTAS TERMICAS | INTERCAMBIADOR DE CALOR (3) |
|                                 | CALDERA DE VAPOR            |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>LABORATORIO MAQUINAS<br/>HERRAMIENTAS I</b>              | TORNO PARALELO (1)              |
|   | FRESADORA (2)                   |
|   | TALADRO DE BANCO (1)            |
|   | TALADRO FRESADOR (1)            |
|   | CORTADORA DE DISCO (1)          |
| <b>LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y<br/>AUTOMATIZACION</b> | MOTOR MONOFASICO (1)            |
|   | MOTOR ASINCRONICO TRIFASICO (1) |
|   | MOTOR DE ANILLOS ROZANTES       |
|   | MOTOR MONOFASICO UNIVERSAL (2)  |
|   | MOTOR C.C DE EXITACION (1)      |
|   | PANEL DE CONTROL ELECTRICO (1)  |
|   | COMPRESOR (1)                   |
| <b>LABORATORIO DE<br/>SOLDADURA</b>                         | SOLDADURA MIG (1)               |
|   | SOLDADURA DE ARCO (1)           |
|   | EXTRACTOR DE HUMO (5)           |
| <b>LABORATORIO DE MADERAS</b>                               | SIERRA CIRCULAR                 |
|   | SIERRA CALADORA DE BANCO        |
|   | SIERRA DE ANGULO COMPUESTO      |
|   | TALADRO DE BANCO                |
|   | TORNO DE MADERA                 |

|  |   |
|--|---|
| <b>LABORATORIO MAQUINAS<br/>HIDRAULICAS</b>                          | BANCO DE PRUEBAS MULTIBOMBAS (1)          |
|  | BANCO HIDRAULICO (1)                      |
|  | DEMOSTRACION DEL TEOREMA DE BERNOULLI (1) |
|  | DESCARGA POR ORIFICIOS (1)                |
| <b>MAQUINAS Y<br/>HERRAMIENTAS<br/>2</b>                             | CENTRO DE MECANIZADO HASS (1)             |
|  | IMPRESORA 3D (1)                          |
| <b>LABORATORIO DE ENSAYOS MECANICOS Y ANALISIS DE<br/>MATERIALES</b> | PULIDORA METALOGRAFICA (2)                |
|  | MUFLA M10 (1)                             |
|  | MUFLA M12 (1)                             |
|  | HORNO MUFLA (2)                           |
|  | MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS (1)          |
|  | PENDULO DE IMPACTO SHARPY E IZOD (1)      |
|  | MICROSCOPIO METALOGRAFICO (1)             |
|  | DUROMETRO DIGITAL (1)                     |
| <b>LABORATORIO DE MOLINDOS</b>                                       | MOLINO DE BOLAS                           |
|  | TRITURADOR DE MANDIBULAS                  |
|  | MOLINO DE MARTILLOS                       |
|  | CAMARA SALINA                             |
|  | PULVERIZADORA                             |
| <b>CELDA DE<br/>MANUFACTUR<br/>A</b>                                 | PLANTA DE SIMULACION HASS 200             |

|                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| ENSAYOS NO<br>DESTRUCTIVO<br>S | EQUIPO DE RAYOS X |
|--------------------------------|-------------------|

Tabla 1. LISTA DE EQUIPOS FUENTE: J.Villanueva,2019

### 9.3. CODIFICACIÓN DE COMPONENTES Y FALLAS

En la tabla 2 se puede observar la codificación de componentes, la facilidad para el uso y manejo de dicha información recolectada tanto como en las hojas de vida como la que será brindada con el plan de mantenimiento se ha decidido generar una codificación para el reconocimiento y búsqueda fácil en el software, dicha codificación será mostrada en las siguientes tablas:

La codificación acá realizada fue realmente muy básica se encuentra las dos iniciales del laboratorio un numero consecutivo y las iniciales del equipo.

| LABORATORIO ENSAYOS MECÁNICOS (EM1)        |                              |
|--|------------------------------|
| EM1DD                                      | Durometro Digital            |
| EM1HM                                      | Horno Mufra                  |
| EM1H10                                     | Mufra M10                    |
| EM1H12                                     | Mufra M12                    |
| EM1PM                                      | Pulidora Metalográfica       |
| EM1PS                                      | Pendolo Sharpy               |
| EM1MUE                                     | Maq. Universal de ensayos    |
|  |                              |
| LABORATORIO ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END1) |                              |
| END1ERX                                    | Equipo de rayos X            |
|  |                              |
| LABORATORIO DE HIDRÁULICA (H1)             |                              |
| H1BH                                       | Banco hidráulico             |
| H1BPMB                                     | Banco de pruebas multi bomba |
| H1DTB                                      | Teorema bernoulli            |
| H1DPO                                      | Descarga por orificios       |
|  |                              |
| LABORATORIO DE MOLINOS (M1)                |                              |
| M1CS                                       | Camara Salina                |
| M1MB                                       | Molino de bolas              |
| M1MM                                       | Molino de Martillos          |
| M1P  | Pulverizador                 |
| M1TM                                       | Triturador de mandíbulas     |
|  |                              |
| LABORATORIO DE MADERAS (MA1)               |                              |
| MA1SCB                                     | Sierra caladora de banco     |
| MA1TB                                      | Taladro de banco             |
| MA1TM                                      | Torno de madera              |
| MA1SAC                                     | Sierra de ángulo compuesto   |
| MA1SC                                      | Sierra circular              |

| LABORATORIO METODOS CELDA DE MANUFACTURA (MCM1)         |                             |
|---|-----------------------------|
| MCM1PS  | Planta simuladora           |
| LABORATORIO MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y AUTOMATIZACIÓN (MEA1) |                             |
| MEA1MAR   | Motor anillos rozantes      |
| MEA1MAT   | Motor asincrónico trifasico |
| MEA1ME  | Motor de excitación         |
| MEA1MM  | Motor monofásico            |
| MEA1MMU   | Motor monofásico universal  |
| MEA1PCE   | Panel de control eléctrico  |
| LABORATORIO MÁQUINAS HERRAMIENTAS 1 (MH1)               |                             |
| MH1CD   | Cortadora de disco          |
| MH1FR   | Fresadora                   |
| MH1TB   | Taladro de banco            |
| MH1TF   | Taladro fresador            |
| MH1TP   | Torno paralelo              |
| LABORATORIO MÁQUINAS HERRAMIENTAS 2 (MH2)               |                             |
| MH2I3D  | Impresora 3D                |
| MH2CM   | Centro de mecanizado        |
| LABORATORIO PLANTAS TÉRMICAS (PT1)                      |                             |
| PT1CP   | Caldera pirotubular         |
| PT1I  | Intercambiador              |
| LABORATORIO DE SOLDADURA (S1)                           |                             |
| S1MIG   | Soldadura MIG               |
| S1ARCO  | Soldadura Arco              |

**Tabla 2 CODIFICACION DE COMPONENTES FUENTE: J.Villanueva,2019**



| FALLA                             | MODO DE FALLA   | CODIFICACION |
|-----------------------------------|---|--------------|
| Daño ne la bomba de refrigeración | Taponamiento y daño   | CM-H-A-22    |
| Daño en la pistola de aire        | Taponamiento y daño   | CM-H-A-23    |
| Desgaste de engranajes y piñones  | Desengrane y desalineacion del eje del equipo, con saltos y estrelladas del buril o herramienta | CM-M-TR-1    |
| Rotura palanca basculante         | Desalineacion con soltura de la palanca   | CM-M-TR-2    |
| Rotura poste de herramienta       | Estrelladas y mala postura de la herramienta  | CM-M-TR-3    |
| Rotura palanca de embrague        | Mal uso de la palanca   | CM-M-TR-4    |
| Daño del tornillo de fijación     | Desgaste del tornillo, soltura del porta herramienta  | CM-M-TR-5    |
| Daño en el motor eléctrico        | Accionar del equipo   | CM-E-TR-7    |

**Tabla 3 CODIFICACION DE FALLAS FUENTE: J.Villanueva,2019**

#### **9.4. PARA QUE SE REALIZA UNA JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS**

El objetivo de la jerarquización de equipos, es basado siempre en la optimización de la información como de los mantenimientos, para esto se realiza una tabla de los equipos divididos en ensamble sub ensamble componente y sub componente, permitiendo así conocer de moda asertiva los modos de falla y así plantear una mejor cantidad de actividades y que el plan de mantenimiento sea más organizado.

#### **9.5. CRITERIOS DE AFECTACIÓN Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

Para realizar el análisis de criticidad de los equipos se debe tener en cuenta la frecuencia más la sumatoria de las consecuencias. Este es un análisis de tipo cuantitativo o NIVEL DE ANÁLISIS

Se debe primero definir el nivel de análisis, el cual consiste en la instalación, sistema, equipo, o elementos todo esto de acuerdo a la jerarquización de los activos



Se debe contar con:

- La relación del sistema y equipo
- La ubicación geográfica
- Las fallas funcionales
- Frecuencia de ocurrencia de eventos no deseados
- Registro de impacto de seguridad

### 9.5.1. COMO DEFINIR LA CRITICIDAD

Para definir la criticidad existe una tabla estandarizada para estimar la frecuencia para esto se usa la frecuencia de fallas o el número de eventos presentados en el año.

| CATEGORIA | TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS en años | Numero de fallas por año | Interpretación                                 |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------|--|
| 5         | TPEF < 1                             | $\lambda > 1$            | Probable que ocurran varias fallas en un año   |
| 4         | $1 < \text{TPEF} < 10$               | $0.1 < \lambda < 1$      | Varias fallas en un 10 años pero no en 1 año   |
| 3         | $10 < \text{TPEF} < 100$             | $0.01 < \lambda < 0.1$   | Varias fallas en 100 años pero no en 10 años   |
| 2         | $100 < \text{TPEF} < 1000$           | $0.01 < \lambda < 0.01$  | Varias fallas en 1000 años pero no en 100 años |
| 1         | TPEF > 1000                          | $0.001 < \lambda$        | Poco probable que ocurran en 1000 años         |

Tabla 4. FRECUENCIA DE FALLAS FUENTE: Aprendizaje.virtual@pemex.com

Para la estimación de las consecuencias o el impacto de fallas se emplean cinco (05) criterios en este caso ya que son laboratorios de la universidad no nos afecta en una producción, porque son solo pruebas y prácticas de laboratorio así que solo serán tomadas las otras 4 variables



Ilustración 4. CRITERIOS DE CONSECUENCIAS E IMPACTO FUENTE: Aprendizaje.virtual@pemex.com

Los impactos en la producción cuantifican consecuencias de eventos no deseados que se presentan a lo largo del funcionamiento de los equipos para esto existe también una tabla estandarizada que nos permite realizar el calculo

| CATEGORIA | DAÑOS AL PERSONAL   | IMPACTO A LA POBLACION  | IMPACTO AMBIENTAL   | DAÑOS A LAS INSTALACIONES |
|-----------|---|---|---|---------------------------|
| 5         | Muerte o incapacidad total, daños severos o enfermedades en más de un miembro | Muerte o incapacidad total, daños severos o enfermedades en más de un miembro | Daños irreversibles al ambiente, violando leyes ambientales | Mayor a 20 MM             |
| 4         | Incapacidad parcial, permanente heridas severas                               | Incapacidad parcial, permanente o enfermedad en al menos un miembro           | Daños irreversibles al ambiente, violando leyes ambientales | De 8 a 20 MM              |
| 3         | Daños o enfermedades severas de varias personas de las instalaciones          | Puede resultar en la hospitalización del al menos 3 personas                  | Daños ambientales regables sin violación de leyes           | De 2 a 8 MM               |
| 2         | Se requiere tratamiento médico o primeros auxilios                            | Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran primeros auxilios      | Mínimos daños ambientales sin violación de leyes            | De 500mil a 2MM           |
| 1         | Sin impacto en el personal  | Sin efecto en la población  | Sin daños ambientales ni violación de leyes                 | Hasta 500mil              |

**TABLA 5. CONSECUENCIA DE FALLAS** FUENTE: [Aprendizaje.virtual@pemex.com](mailto:Aprendizaje.virtual@pemex.com)

En esta tabla el valor ubicado en la columna llamada categoría será asignado a las consecuencias y este será empleado para realizar el cálculo de criticidad

### 9.5.2. COMO CALCULAR EL NIVEL DE CRITICIDAD

Para determinar este nivel criticidad se debe multiplicar frecuencia con la consecuencia, una vez obtenido este valor se busca en la matriz de criticidad para determinar dicho nivel con los valores y jerarquización establecidos.

Impacto ambiental será: A

Daños al personal será: DP

Impacto a la población: IP

Daño a las instalaciones: DI

Para este proyecto la matriz de criticidad usada es la siguiente

| MATRIZ DE CRITICIDAD -- PEP |   |    |    |    |    |    | ALTA (50<CRI<125) |    |    |    |    | MEDIA (30<CRI<49) |    |    |    |    | BAJA (5<CRI<29) |     |     |     |     |     |
|-----------------------------|---|----|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| FRECUENCIA                  | 5 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50                | 55 | 60 | 65 | 70 | 75                | 80 | 85 | 90 | 95 | 100             | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 |
|                             | 4 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40                | 44 | 48 | 52 | 56 | 60                | 64 | 68 | 72 | 76 | 80              | 84  | 88  | 92  | 96  | 100 |
|                             | 3 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30                | 33 | 36 | 39 | 42 | 45                | 48 | 51 | 54 | 57 | 60              | 63  | 66  | 69  | 72  | 75  |
|                             | 2 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20                | 22 | 24 | 26 | 28 | 30                | 32 | 34 | 36 | 38 | 40              | 42  | 44  | 46  | 48  | 50  |
|                             | 1 | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10                | 11 | 12 | 13 | 14 | 15                | 16 | 17 | 18 | 19 | 20              | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |
|                             |   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10                | 11 | 12 | 13 | 14 | 15                | 16 | 17 | 18 | 19 | 20              | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |
| IMPACTO                     |   |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |                 |     |     |     |     |     |

Ilustración 5. MATRIZ DE CRITICIDAD FUENTE: Aprendizaje.virtual@pemex.com

- TORNO PARALELO

Este sistema tiene 7 elementos los cuales fueron analizados de la siguiente manera. Engranajes y piñones: A=1 DP=4 IP=2 DI=1 esto un impacto de 8 y una frecuencia de 5

Caja Norton: A=1 DP=3 IP=2 DI=1 esto un impacto igual a 7 y una frecuencia de 5

Palanca basculante: A=1 DP=2 IP=2 DI=1 esto un impacto igual a 6 y una frecuencia de 4

Poste de herramienta: A=1 DP=4 IP=2 DI=1 esto un impacto igual a 8 y una frecuencia de

4

Motor: A=2 DP=4 IP=3 DI=2 esto un impacto igual a 11 y una frecuencia de 4

Palanca de embrague: A=1 DP=2 IP=2 DI=1 esto un impacto igual a 6 y una frecuencia de

4

Tornillo de fijación: A=1 DP=4 IP=2 DI=1 esto un impacto igual a 8 y una frecuencia de 5

| TORNO PARALELO          |              |                       |                         |          |                        |                         |
|-------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------|----------|------------------------|-------------------------|
| ENGRANAJES Y<br>PIÑONES | CAJA NORTHON | PALANCA<br>BASCULANTE | POSTE DE<br>HERRAMIENTA | MOTOR    | PALANCA DE<br>EMBRAGUE | TORNILLO DE<br>FIJACION |
| F-5 I-8                 | F-5 I-7      | F-4 I-6               | F-4 I-8                 | F-4 I-11 | F-4 I-6                | F-5 I-8                 |

Ilustración 6. CRITICIDAD DE UN TORNO PARALELO FUENTE: J. Villanueva

## 9.6. CAUSA Y EFECTO

| <b>Item No.</b> | <b>Nombre de Partición</b>         | <b>Descripción de la Falla</b> | <b>Causa</b> | <b>Efecto</b> |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| 1.1.1.1         | engranajes                         | desgaste de los dientes        | x            |               |
| 1.1.1.2         | piñon de salida                    | desgaste de los dientes        | x            |               |
| 1.1.1.3         | palanca basculante                 | rotura                         |              | x             |
| 1.1.2.1         | poste de herramienta               | rotura                         |              | x             |
| 1.1.2.2         | palanca de embrague                | rotura                         |              | x             |
| 1.1.2.3         | tornillo de fijacion               | perdida de apriete             |              | x             |
| 1.1.3.1         | engranajes                         | desgaste de los dientes        | x            |               |
| 1.1.3.2         | cremallera                         | desgaste por uso               | x            |               |
| 1.1.3.3         | rueda de giro                      | desgaste por uso               | x            |               |
| 1.1.3.4         | corona                             | desgaste                       | x            |               |
| 1.2.1.1         | accionar el equipo                 | falla de los componentes       |              | x             |
| 2.1.1.1         | tornillo sinfín                    | desgaste por uso               | x            |               |
| 2.1.1.2         | disco de agujeros                  | desgaste por uso               | x            |               |
| 2.1.1.3         | tijera de dividir                  | rotura                         |              | x             |
| 2.1.2.1         | manibela                           | rotura                         |              | x             |
| 2.1.3.1         | tornillo de fijacion               | perdida de apriete             |              | x             |
| 3.1.1           | mandril                            | rotura                         |              | x             |
| 3.2.1           | motor                              | falla de los componentes       |              | x             |
| 4.1.1           | mandril                            | rotura                         |              | x             |
| 4.1.2           | prensa de sujecion                 | rotura                         |              | x             |
| 4.2.1           | motor taladro                      | falla de los componentes       |              | x             |
| 5.3.1           | motor cortadora                    | falla de los componentes       |              | x             |
| 12.1.1          | motor compresor                    | falla de los componentes       |              | x             |
| 12.2.1          | correa                             | rotura                         |              | x             |
| 13.1.1          | alabes y rotor                     | rotura desgaste por uso        | x            | x             |
| 17.2.1.1        | engranajes                         | desgaste de los dientes        | x            |               |
| 17.2.1.2        | piñon de salida                    | desgaste de los dientes        | x            |               |
| 17.2.1.3        | palanca basculante                 | rotura                         |              | x             |
| 17.2.2.1        | poste de herramienta               | rotura                         |              | x             |
| 17.2.2.2        | palanca de embrague                | rotura                         |              | x             |
| 17.2.2.3        | tornillo de fijacion               | perdida de apriete             |              | x             |
| 17.3.1.1        | accionar el equipo                 | perdida de sincronizacion      | x            |               |
| 18.1.1          | guia del filamento                 | perdida de sincronizacion      | x            |               |
| 18.1.2          | soporte de filamento               | rotura                         |              | x             |
| 18.2.1          | motor eje x                        | falla de los componentes       |              | x             |
| 18.2.2          | fuelle de alimentacion             | falla de los componentes       |              | x             |
| 18.2.3          | motor eje z                        | falla de los componentes       |              | x             |
| 18.2.4          | motor extrusor                     | falla de los componentes       |              | x             |
| 18.3.1          | polea correa eje y                 | falta de lubricacion           | x            |               |
| 18.3.2          | correa eje x                       | falta de lubricacion           | x            |               |
| 18.4.1          | refrigeracion extrusor y filamento | mala manipulacion              |              | x             |
| 19.1.1.1        | arandelas                          | rotura                         |              | x             |
| 23.1.1.1        | tornillo sin fin                   | desgaste por uso               | x            |               |
| 24.1.1          | martillo y rodamientos             | desgaste por uso               | x            |               |

|            |                                  |                             |   |   |
|------------|----------------------------------|-----------------------------|---|---|
| 26.1.1.1   | volante transformacion de fuerza | perdida de sincronizmo      |   | x |
| 26.1.1.2   | cabestrante                      | deterioro                   | x |   |
| 26.2.1.1   | pantalla digital                 | deterioro                   | x |   |
| 26.2.1.2   | enchufe                          | desgaste por uso            | x |   |
| 29.1.1.1   | embobinado                       | daño electrico              | x |   |
| 29.2.1.1   | flujometro                       | perdida de sincronizacion   | x |   |
| 30.1.1.1   | embobinado                       | daño electrico              | x |   |
| 31.2.1.1   | filtros                          | taponamiento                |   | x |
| 31.2.1.1.1 | contenedor de polvo              | taponamiento                |   | x |
| 34.1.1.1   | almohadilla                      | deterioro                   | x |   |
| 34.1.2.1   | engranajes                       | desgaste de los dientes     | x |   |
| 34.1.2.2   | piñones                          | desgaste de los dientes     | x |   |
| 34.1.2.3   | pedestal                         | desgaste por uso            | x |   |
| 38.1.1.1   | tanque                           | taponamiento                |   | x |
| 38.1.1.2   | valvulas                         | taponamiento                |   | x |
| 38.1.1.3   | linea de purga                   | taponamiento                |   | x |
| 30.1.1.4   | tamiz                            | taponamiento/deterioro      |   | x |
| 38.1.3.1   | bombas                           | taponamiento                |   | x |
| 38.1.3.2   | flujometros                      | taponamiento/deterioro      |   | x |
| 38.1.2.1   | fusibles                         | aislamiento de los sistemas | x |   |
| 38.1.2.2   | sensores                         | aislamiento de los sistemas | x |   |
| 39.1.1.1   | escobillas                       | aislamiento de los sistemas | x |   |
| 39.1.1.2   | switch                           | aislamiento de los sistemas |   | x |
| 40.1.1.1   | escobillas                       | desgaste por uso            | x |   |
| 40.1.1.2   | switch                           | aislamiento de los sistemas |   | x |
| 40.2.1.1   | hoja de corte                    | desgaste por uso            | x |   |
| 41.1.1.1   | escobillas                       | desgaste por uso            | x |   |
| 41.1.1.2   | switch                           | aislamiento de los sistemas |   | x |
| 42.1.1.1   | escobillas                       | desgaste por uso            | x |   |
| 42.1.1.2   | switch                           | aislamiento de los sistemas |   | x |

**Tabla 5. CAUSA Y EFECTO FUENTE: J. Villanueva 2019**

### **9.7. AMEF**

Este tipo de análisis permite identificar fallas o problemas potenciales y los efectos que podría ocasionar en un sistema, permitiendo darles prioridades, así concretando recursos y planes para supervisión y planeación.

Para esto se realizan tablas de ponderación para los riesgos, esta ponderación se realiza con una cantidad de ítems evaluativos primero se tienen encuentra tres variables que son D (detectabilidad) O (ocurrencias) S (severidad) para ponderar estas variables va de 1 a 10 considerando 10 o un número cercano como malo o crítico y entre menor sea el número casi cercano a 1 el ítem es bueno.

El siguiente ítem es el RPN que tiene intervalos entre 1-70 (bueno) 71-300(semi crítico) 301 – 1000 (critico).

De esta manera permitiendo la priorización e importancia de equipos, modos de fallas etc., evaluando así la criticidad y permitiendo la optimización realizando la buena gestión de mantenimiento

| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO - PROPOSITO DEL PROCESO | MODO DE FALLA POTENCIAL                          | EFFECTO DE FALLA POTENCIAL  | SEVERIDAD | CLASE                               | CAUSA DE FALLA POTENCIAL                        | OCURRENCIA                  | CONTROLES ACTUALES: DETECCION PREVENCIÓN | DETECCION | N P R  | ACCION (ES) RECOMENDADA (S)   |
|---|--|---|-----------|-------------------------------------|---|-----------------------------|--|-----------|--|---|
| TORNO PARALELO                                  | Desgaste de engranajes y piñones                 | Desengrane y desalineación del eje del equipo, con saltos y estreñadas del burl o herramienta | 8         | C                                   | FALLA EN LA PROGRAMACION                        | 3                           | ALTA                                     | 4         | 96   |   |
|   |  |   |           |                                     | FALLA DEL OPERARIO DE LA MAQUINA                | 8                           | MUY BAJA, no existe control              | 9         | 576  | capacitary supervisar a los operarios   |
|   |  |   |           |                                     | FALLA EN LA LUBRICACION DEL ENGRANAJE           | 6                           | MODERADA                                 | 5         | 240  | generar una ruta de lubricacion con cierta periodicidad                             |
|   | Rotura palanca basculante                        | Desalineación con soltura de la palanca   | 1         | N                                   | FALLA EN EL ALINIAMIENTO DEL EQUIPO             | 2                           | ALTA                                     | 3         | 48   |   |
|   |  |   |           |                                     | FALLA DEL OPERARIO DE LA MAQUINA                | 3                           | MUY BAJA, no existe control              | 9         | 27   |   |
|   | Rotura poste de herramienta                      | Estreñadas y mal postura de la herramienta  | 9         | C                                   | FALLA EN LA LUBRICACION DEL SISTEMA             | 3                           | MODERADA                                 | 5         | 15   |   |
|   |  |   |           |                                     | DESAJUSTE DEL SISTEMA DE APRIETE                | 4                           | ALTA                                     | 3         | 12   |   |
|   |  |   |           |                                     | MALA LUBRICACIÓN DE LA HERRAMIENTA              | 6                           | ALTA                                     | 4         | 216  | estar seguro de que la herramienta queda bien ubicada y puesta en el porta          |
|   | Rotura palanca de embrague                       | Mal uso de la palanca   | 1         | N                                   | EXCESO DE VELOCIDAD                             | 8                           | ALTA                                     | 4         | 288  | mantener los limites de velocidad de la herramienta controladas                     |
|   |  |   |           |                                     | MAL DIRRECCIONAMIENTO DE LOS EJES DE LA MAQUINA | 6                           | ALTA                                     | 3         | 162  | estar concentrado del direccionamiento que se le da a la herramienta (eje correcto) |
|   | Daño del tornillo de fijación                    | Desgaste del tornillo, soltura del porta herramienta  | 7         | C                                   | USO EXCESIVO DE LA PALANCA                      | 4                           | MUY BAJA, no existe control              | 9         | 36   |   |
|   |  |   |           |                                     | DESAJUSTE DEL SISTEMA                           | 3                           | MUY BAJA, no existe control              | 9         | 27   |   |
|   |  |   |           |                                     | DESAJUSTE DEL SISTEMA                           | 6                           | MODERADA                                 | 6         | 252  | revisar el ajuste del sistema con el tornillo                                       |
|   | Desgaste de la cremallera rueda de giro y corona | Soltura del sistema, desengrane, desalineación y estreñadas                                   | 10        | C                                   | MODERADA  | 4                           | MODERADA                                 | 5         | 140  | generar una ruta de lubricacion con cierta periodicidad                             |
|   |  |   |           |                                     | MAL PROCEDIMIENTO DE ROSCADO                    | 8                           | MUY BAJA, no existe control              | 3         | 168  | revisar que al enroscar el tornillo con el sistema queda bien                       |
|   | Daño en el motor eléctrico                       | Accionar del equipo   | 4         | R                                   | FALLA DEL OPERARIO DE LA MAQUINA                | 8                           | MUY BAJA, no existe control              | 9         | 720  | capacitary supervisar a los operarios   |
| FALLA EN LA LUBRICACION DEL ENGRANAJE           |  |   |           |                                     | 6   | MODERADA                    | 5  | 300       | generar una ruta de lubricacion con cierta periodicidad                              |   |
|   |  |   |           | FALLA EN EL ALINIAMIENTO DEL EQUIPO | 2   | ALTA                        | 3  | 60        |  |   |
|   |  |   |           | MALA OPERACIÓN DEL SISTEMA          | 4   | MODERADA                    | 5  | 80        |  |   |
|   |  |   |           | CORTO CIRCUITO                      | 3   | MUY BAJA, no existe control | 9  | 108       | instalar el sistema al voltaje de energías adecuado, no mantener encendido en desuso |   |

Tabla 6. AMEF FUENTE: J. Villanueva 2019



## 10.RESULTADOS

### 10.1. HOJAS DE VIDA Y ORDENES DE TRABAJO

Para cumplir el primero objetivo de este proyecto, hablamos de normativas técnicas las cuales no son aplicables para este tipo de equipos y proyectos, pero para tener información y una idea de los parámetros a seguir la universidad nos ofreció información basada en catálogos y documentos de algunos equipos disponibles de la universidad, esta información estará anexa al documento.

Además, se realizó un formato de hoja de vida y orden de trabajo de cada equipo en la cual podrá llevarse organizadamente los trabajos, actividades y mantenimientos realizados.



|   |   |  |                          |  |  |
|---|---|--|--------------------------|--|--|
|  |   | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                          |  |  |
|   |   | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 1            |                          |  |  |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |   |  |                          |  |  |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Torno paralelo  |  | CODIGO DE IDENTIFICACION | MH1TP                                  |  |
| MARCA   | Nardini   |  | SERIAL                   | M S 350                                |  |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media   |  | FUNCION/DESCRIPCION      | Tornear y roscar piezas de laboratorio |  |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | mecanismo de avance, porta herramienta, motor electrico, caja northon |  |                          |  |  |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |   |  |                          |  |  |
| FECHAS  |   | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                   |  | RESULTADOS DE LA CALIBRACION   |
| REVISION  | PROX.REVISION   |  | CALIBRACION              | PROX.CALIBRACION                       |  |
|   |   |  |                          |  |  |
|   |   |  |                          |  |  |
|   |   |  |                          |  |  |
|   |   |  |                          |  |  |

Ilustración 7. FORMATO HOJA DE VIDA FUENTE: J. Villanueva

| HISTORIAL DE MANTENIMIENTO |              |             |             |        |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------|--------|
| FECHA                      | TIPO DE MTTO | RESPONSABLE | DESCRIPCION | ANEXOS |
|                            |              |             |             |        |
|                            |              |             |             |        |
|                            |              |             |             |        |
|                            |              |             |             |        |
|                            |              |             |             |        |
|                            |              |             |             |        |
|                            |              |             |             |        |

Ilustración 8. FORMATO ORDEN DE TRABAJO FUENTE: J. Villanueva

## 10.2. JERARQUIZACION EQUIPOS DE LABORATORIO

Dicha jerarquización se realizó teniendo en cuenta los análisis de criticidad, permitiéndonos ubicar los equipos del más crítico al menos crítico para así darles su nivel de importancia en cuanto a mantenimientos.

|    |                  |    |                   |
|----|------------------|----|-------------------|
| 1  | RAYOS X          | 22 | TALADRO DE BANCC  |
| 2  | CALDERA          | 23 | CAMARA SALINA     |
| 3  | ARCO             | 24 | UNIVERSAL ENSAYOS |
| 4  | M10              | 25 | BERNOULLI         |
| 5  | M12              | 26 | ORIFICIOS         |
| 6  | HORNO MUFLA      | 27 | CORTADORA DISCO   |
| 7  | INTERCAMBIADOR   | 28 | HASS              |
| 8  | MIG              | 29 | TORNO PARALELO    |
| 9  | TALADRO FRESADOR | 30 | TORNO MADERA      |
| 10 | EXTRACTOR        | 31 | FRESADORA         |
| 11 | COMPRESOR        | 32 | MANUFACTURA       |
| 12 | TALADRO DE BANCC | 33 | SIERRA CALADORA   |
| 13 | MOLINO DE MARTIL | 34 | PULVERIZADORA     |
| 14 | MOLINO DE BOLAS  | 35 | MICROSCOPIO META  |
| 15 | TRITURADOR       | 36 | IMPRESORA 3D      |
| 16 | MONOFASICO       | 37 | PULIDORA          |
| 17 | MONO IUNIVERSAL  | 38 | DUROMETRO         |
| 18 | ASINCRONICO      | 39 | PANEL DE CONTROL  |
| 19 | ANILLOS ROZANTES | 40 | MULTIBOMNAS       |
| 20 | EXITACION        | 41 | BANCO HIDRAULICO  |
| 21 | SHARPY           | 42 | SIERRA CIRCULAR   |
|    |                  | 43 | SIERRA ANGULO COM |

Ilustración 9. JERARQUIZACION DE EQUIPOS FUENTE: J. Villanueva

Quedando los equipos como se muestra en las tablas siendo los rojos los más críticos

### **10.3. PLAN DE MANTENIMIENTO**

El plan de mantenimiento fue diseñado partiendo de las especificaciones y datos brindados por la universidad, como información de equipos homologados permitiendo crear las actividades que se van a agregar en el CMMS

| EQUIPO                     | EFEECTO  | FALLA  | ACCIÓN  |
|----------------------------|--|--|---|
| TORNO PARALELO             | Desgaste de engranajes y piñones                 | FALLA EN LA PROGRAMACIÓN   | revisar la programación de los ejes del torno                                       |
|                            |  | FALLA DEL OPERARIO DE LA MAQUINA   | capacitar y supervisar a los operarios  |
|                            |  | FALLA EN LA LUBRICACIÓN DEL  | generar una ruta de lubricación con cierta periodicidad                             |
|                            |  | FALLA EN EL ALINEACIÓN DEL   | alinear el equipo cada cantidad de horas de uso q sea necesario                     |
|                            | Rotura palanca basculante                        | FALLA DEL OPERARIO DE LA MAQUINA   | capacitar y supervisar a los operarios  |
|                            |  | LUBRICACIÓN DEL SISTEMA  | generar una ruta de lubricación con cierta periodicidad                             |
|                            |  | DESAJUSTE DEL SISTEMA DE APRIETE   | revisar el apriete de la palanca con el equipo                                      |
|                            | Rotura poste de herramienta                      | MALA UBICACIÓN DE LA HERRAMIENTA   | estar seguro de que la herramienta queda bien ubicada y puesta en el porta          |
|                            |  | EXCESO DE VELOCIDAD  | mantener los límites de velocidad de la herramienta controladas                     |
|                            |  | MAL DIRRECCIONAMIENTO  | estar concentrado del direccionamiento que se le da a la herramienta (eje correcto) |
|                            | Rotura palanca de embrague                       | USO EXCESIVO DE LA PALANCA   | moderar el uso de dicha palanca   |
|                            |  | DESAJUSTE DEL SISTEMA  | revisar el ajuste del sistema con la palanca  |
|                            | Daño del tornillo de fijación                    | DESAJUSTE DEL SISTEMA  | revisar el ajuste del sistema con el tornillo                                       |
|                            |  | MALA LUBRICACIÓN DEL SISTEMA   | generar una ruta de lubricación con cierta periodicidad                             |
|                            |  | MAL PROCEDIMIENTO DE ROSCADO   | revisar que al enroscar el tornillo con el sistema quede bien                       |
|                            | Desgaste de la cremallera rueda de giro y corona | FALLA DEL OPERARIO DE LA MAQUINA   | capacitar y supervisar a los operarios  |
|                            |  | FALLA EN LA LUBRICACIÓN DEL ENGRANAJE  | generar una ruta de lubricación con cierta periodicidad                             |
|                            |  | FALLA EN LA ALINEACIÓN DEL EQUIPO  | alinear el equipo cada cantidad de horas de uso q sea necesario                     |
| Daño en el motor eléctrico | MALA OPERACIÓN DEL SISTEMA                       | capacitar y supervisar a los operarios   |   |
|                            | CORTO CIRCUITO                                   | instalar el sistema al voltaje de energías adecuado, no mantener encendido en desuso |   |

**Tabla 7 EJEMPLO PLAN DE MANTENIMIENTO FUENTE: J. Villanueva 2019**

#### 10.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

En esta parte del proyecto se realiza una estimación de un punto de equilibrio, dado que los presupuestos recibidos fueron de apenas tres (03) equipos: Tarjeta CNC, Equipos soldadura y Maquina Universal con unas facturas por un monto de diez millones seiscientos sesenta mil pesos (\$10.660.000), en el año 2015 lo cual permite realizar dicha estimación.

El punto de equilibrio es una herramienta importante en los análisis financieros para estimar los rubros de mantenimiento, ya que permite evaluar en qué momento se gana o pierde dinero. La evaluación costo-beneficio realizada a pesar de los pocos datos para contextualizar este objetivo del proyecto, da cuenta de que, si es importante a corto o mediano plazo implementar este plan de mantenimiento, tomando en cuenta el monto obtenidos en ahorros en costos para fallas imprevistas. A continuación, en la figura 3 se muestra la curva costos beneficios

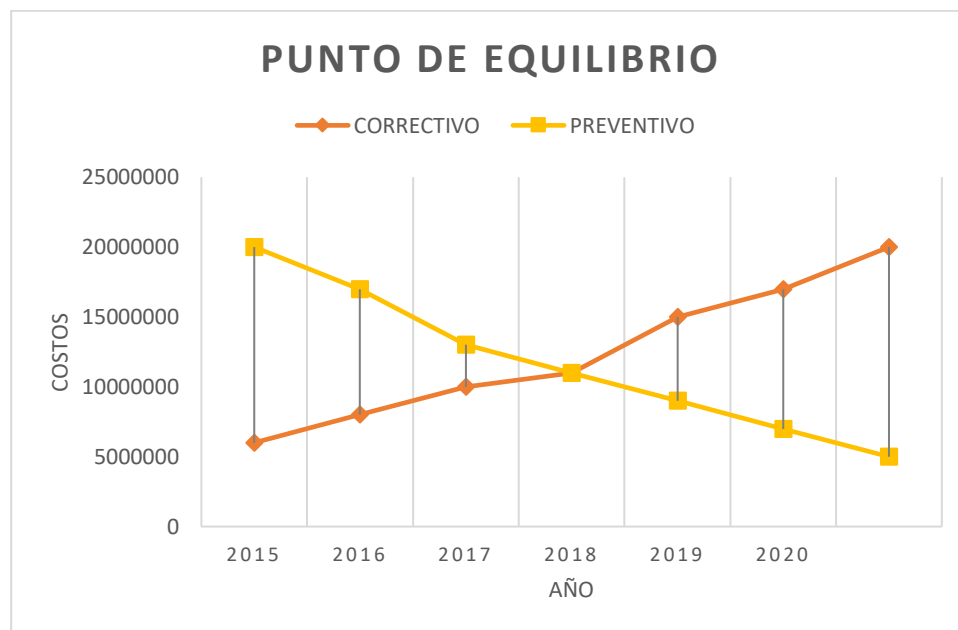


Tabla 8 CURVA COSTOS - BENEFICIOS FUENTE: J. Villanueva 2019

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta gráfica, se estima un monto de cuarenta millones de pesos (\$40000000) para el presupuesto de mantenimiento correctivo para el año 2015, esto basados en el datos ofrecidos por la universidad de tres equipos a los cuales se les realizo dicho mantenimiento correctivo, tomando un estimado aplicando el plan de mantenimiento acá propuesto para el año 2019 nos da aproximadamente un monto de once millones de pesos (\$11000000) para los 53 equipos que posee el edificio de Laboratorios de la Universidad Libre, se preguntaran por que la disminución en casi treinta millones de pesos (\$30000000) se debe a que esta estimación acá planteada nos permite observar que aplicando mantenimientos preventivos la cantidad de dinero que se debe estimar es mucho menor ya que es más económica una lubricación que tener que reemplazar alguna pieza.

## 10.5. MODELO DE GESTION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Registro mantenimientos

**FECHA:** 12/01/2020

**EQUIPO:** Torno Paralelo




**PIEZA:** Palanca Basculante

**TIPO DE FALLA:** TP-M-TR-2

**DESCRIPCION:** rotura palanca

**MANTENIMIENTO:** Correctivo

**PERSONA A CARGO:** Carolina V

| FECHA      | EQUIPO         | PARTI         | TIPO DE FALLA                                       | DESCRIPCION    | TIPO DE MT | PERSONA A CARGO |
|------------|----------------|---------------|---|----------------|------------|-----------------|
| 01/12/2020 | Torno Paralelo | anca Bascular | TP-M-TR-2 - Desalineacion con soltura de la palanca | rotura palanca | Correctivo | Carolina V      |

Tabla 9. MODELO DE GESTION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO FUENTE: J. Villanueva 2019

El diseño del CMMS realizado permite guardar las actividades realizadas de los cincuenta y tres (53) equipos mediante un formulario realizado en EXCEL, el mismo debe llenarse en su totalidad a fin de quedar diligenciada la hoja general de actividades. Hay una hoja que aparte de la anterior tiene un listado de actividades preventivas para los equipos que indica el tiempo de ejecución, además de otro formato para la hoja de vida de cada equipo. En caso de requerirse información individual de cada activo, la persona encargada puede diligenciar el formato de hoja de vida aparte para guardarlo en el archivo o carpeta disponible para tal fin. Este CMMS no permite el cálculo de indicadores RAM

## 11. CONCLUSIONES

- En el desarrollo del proyecto de opción de grado, se realiza la taxonomía de los activos, indicando la jerarquización en sistemas, subsistemas, equipos y componentes, así como también la criticidad de estos, de tal manera que, al codificar los modos de falla, causas y consecuencias calculando en número ponderado de riesgo, se identificaran las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo requeridas por estos equipos en el análisis de modo y efecto de falla, para así obtener una mejor información de los equipos a estudiar.
- El diseño del plan de mantenimiento permite organizar la información de los activos teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, marca, partes, año de fabricación, y manuales, es decir, utilizar un cronograma de actividades las rutinas y frecuencias de inspección, permite que se lleve una trazabilidad por equipo y actividad más exacta.
- Dentro del estudio realizado se realizó un análisis del costo- beneficio, sin embargo, dada la escasa información financiera recibida, se ha realizado una curva aproximada teniendo en cuenta un punto de equilibrio estimado. Aunque esté análisis financiero es estimado, el mismo indica las ventajas que ofrece la implementación del plan de mantenimiento a mediano o largo plazo.
- El diseño del modelo de gestión permite darle seguimiento al plan de mantenimiento presentado, sirviendo como una base de datos para el registro y control de las actividades mantenimiento, como también le registro de laboratorios personas a cargo y equipos, es un aporte para el trabajo que se lleva a cabo en los Laboratorios de la Universidad Libre.

## 12. RECOMENDACIONES

- Es necesario mejorar la información que se tiene disponible de los equipos de laboratorio. Puede colocarse en un drive para llevar un mejor control de los activos y sus requerimientos. Esto va a mejorar el mantenimiento bajo preservación que se realice, lo cual influye en forma positiva en el uso, manejo y funcionamiento, lo cual permite mejorar las actividades académicas.
- Aunque se ha aplicado una parte de la filosofía del RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad) es importante que a mediano plazo se incorporen las 5S como parte de las mejoras que requieran los equipos de laboratorio. Esta condición permitirá estandarizar los procesos.
- Para mejorar el análisis costo-beneficio, se recomienda llevar un registro de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo tercerizados, de tal forma que, el cálculo no solo del punto de equilibrio, sino de las ventajas financieras que ofrece la implementación del plan de mantenimiento propuesta puedan evaluarse y considerarse como aportes a la inversión de mejoras tecnológicas que apoyen los programas académicos.
- El uso del CMMS (computerized maintenance management system) debe llevarse a cabo para realizar el cálculo de indicadores que complementen el plan de mantenimiento propuesto.



### 13.INFOGRAFÍA

- [1] INDEX, técnicas para elaboración de planes de mantenimiento, protocolos, gamas y mantenimiento predictivo
- [2] <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/gamas-de-mantenimiento>
- [3] SÁNCHEZ AGREDO, ALEXANDER (2012) elaboración del plan de
- [4] Mantenimiento para una fresadora, Universidad EAFIT
- [5] DOUNCE VILLANUEVA, ENRIQUE (junio, 2014) la productividad en el mantenimiento industrial base de datos Universidad Libre.
- [6] BIGELOW, STEPHEN J. (Enero, 2003) localización de averías, reparación, mantenimiento base de datos Universidad Libre
- [7] HOJAS DE VIDA EQUIPOS DE LABORATORIOS obtenidas por el Director de Laboratorios
- [8] Portafolio (agosto,2007) La gestión del mantenimiento, proquest base de datos Universidad Libre
- [9] Mantenimiento administrativo Universidad del Atlántico (2011)
- [10] CESGIR (Mayo, 2015) mantenimiento y gestión de activos: futuro de las empresas, proquest base de datos Universidad Libre

#### REFERENTES BIBLIOGRAFICOS

- [1] SÁNCHEZ AGREDO, ALEXANDER (2012) elaboración del plan de mantenimiento para una fresadora, Universidad EAFIT
- [2] DOUNCE VILLANUEVA, ENRIQUE (junio, 2014) la productividad en el mantenimiento industrial base de datos Universidad Libre.
- [3] BIGELOW, STEPHEN J. (Enero, 2003) localización de averías, reparación,
- [4] mantenimiento base de datos Universidad Libre
- [5] HOJAS DE VIDA EQUIPOS DE LABORATORIOS obtenidas por el Director de Laboratorios.
- [6] [HTTPS://TIENDA.ICONTEC.ORG/PRODUCTO/IMPRESO-GTC-62-SEGURIDAD- DE](https://tienda.icontec.org/producto/impreso-gtc-62-seguridad-de)
- [7] [FUNCIONAMIENTO-Y-CALIDAD-DE-SERVICIO-MANTENIMIENTO-](https://tienda.icontec.org/producto/impreso-gtc-62-seguridad-de)
- [8] [TERMINOLOGÍA/?V=42983B05E2F2](https://tienda.icontec.org/producto/impreso-gtc-62-seguridad-de) (NORMA GTC 62)
- [9] INDEX, TÉCNICAS PARA ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO,
- [10] PROTOCOLOS, GAMAS Y MANTENIMIENTO PREDICTIVO
- [11] [HTTP://WWW.ELPLANDEMANTENIMIENTO.COM/INDEX.PHP/GA MAS-DE- MANTENIMIENTO](http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/gamas-de-mantenimiento)

- [12]** MANTENIMIENTO ADMINISTRATIVO UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO (2011)
- [13]** CESGIR (MAYO, 2015) MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS: FUTURO DE
- [14]** LAS EMPRESAS, PROQUEST BASE DE DATOS UNIVERSIDAD LIBRE
- [15]** AMARIS ARIAS, JUAN BOSCO. Un modelo de gestión de mantenimiento hacia la excelencia.
- [16]** UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO HACIA LA EXCELENCIA, [juan.amaris@southconsulting.com.mx](mailto:juan.amaris@southconsulting.com.mx)

## 14. ANEXOS

### 14.1. HOJAS DE VIDA EQUIPOS

|   |                     |  |             |   |                              |
|---|---------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                     | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                     | LABORATORIO DE MADERAS                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                     |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Torno para maderas  | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MA1TM       |  |                              |
| MARCA   |                     | SERIAL   |             |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | engranajes piñones, |  |             |   |                              |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                           |                     |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                     | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION       |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRACION  |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |

**ANEXO 1. HV Torno de madera**

|   |                            |  |                         |   |                              |
|---|----------------------------|--|-------------------------|---|------------------------------|
|  |                            | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                         |   |                              |
|   |                            | LABORATORIO DE MADERAS                           |                         |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                            |  |                         |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Sierra de angulo compuesto | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MA1SAC                  |  |                              |
| MARCA   | Dewalt                     | SERIAL   | DW705                   |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                       | FUNCION/DESCRIPCION                              | cortar piezas de madera |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | hoja de corte, escobillas  |  |                         |   |                              |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                             |                            |  |                         |   |                              |
| FECHAS  |                            | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                  |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION              |  | CALIBRACION             | PROX.CALIBRACION  |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |
|   |                            |  |                         |   |                              |

**ANEXO 2. HV sierra de ángulo compuesto**

|   |                              |  |                         |   |                              |
|---|------------------------------|--|-------------------------|---|------------------------------|
|  |                              | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                         |   |                              |
|   |                              | LABORATORIO DE MADERAS                           |                         |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                              |  |                         |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Sierra circular              | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MA1SC                   |  |                              |
| MARCA   | Delta                        | SERIAL   |                         |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                         | FUNCION/DESCRIPCION                              | cortar piezas de madera |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | motor, cuchillas, escobillas |  |                         |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                              |  |                         |   |                              |
| FECHAS  |                              | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                  |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                |  | CALIBRACION             | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |
|   |                              |  |                         |   |                              |

**ANEXO 3. HV sierra circular**

|   |                                  |  |                         |   |                              |
|---|----------------------------------|--|-------------------------|---|------------------------------|
|  |                                  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                         |   |                              |
|   |                                  | LABORATORIO DEMADERAS                            |                         |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                                  |  |                         |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Sierra caladora de banco         | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MA1SCB                  |  |                              |
| MARCA   | BLACK & DECKER                   | SERIAL   | BT-400                  |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                             | FUNCION/DESCRIPCION                              | cortar piezas de madera |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | motor, hoja de corte, escobillas |  |                         |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                                  |  |                         |   |                              |
| FECHAS  |                                  | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                  |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                    |  | CALIBRACION             | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |
|   |                                  |  |                         |   |                              |



**ANEXO 4. HV sierra caladora de banco**

|   |                            |  |                 |   |                              |
|---|----------------------------|--|-----------------|---|------------------------------|
|  |                            | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                 |   |                              |
|   |                            | LABORATORIO DE MADERAS                           |                 |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                            |  |                 |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Taladro de banco           | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MA1TB           |  |                              |
| MARCA   | Heavy Duty                 | SERIAL   | 4708            |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                       | FUNCION/DESCRIPCION                              | perforar piezas |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | mandril, escobillas, motor |  |                 |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                            |  |                 |   |                              |
| FECHAS  |                            | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS          |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION              |  | CALIBRACION     | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                            |  |                 |   |                              |
|   |                            |  |                 |   |                              |
|   |                            |  |                 |   |                              |
|   |                            |  |                 |   |                              |
|   |                            |  |                 |   |                              |
|   |                            |  |                 |   |                              |


**ANEXO 5.HV Taladro de banco**

|  |                   |  |             |   |                              |
|--|-------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                   | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|  |                   | LABORATORIO ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS              |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>   |                   |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO  | Equipo de rayos X | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | END1ERX     |  |                              |
| MARCA  | Andrex            | SERIAL   | 1989        |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD  | Equipo de rayos X | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO   |                   |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                   |                   |  |             |   |                              |
| FECHAS   |                   | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION   | PROX.REVISION     |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |
|  |                   |  |             |   |                              |


**ANEXO 6. HV Equipo de rayos X**

|   |                  |  |                                 |   |                              |
|---|------------------|--|---------------------------------|---|------------------------------|
|  |                  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                                 |   |                              |
|   |                  | LABORATORIO HIDRAULICA                           |                                 |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                  |  |                                 |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Banco hidraulico | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | H1BH                            |  |                              |
| MARCA   | EDIBON S.A       | SERIAL   | FME00                           |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media            | FUNCION/DESCRIPCION                              | pruebas de presiones y caudales |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                  |  |                                 |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                  |  |                                 |   |                              |
| FECHAS  |                  | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                          |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION    |  | CALIBRACION                     | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |
|   |                  |  |                                 |   |                              |

**ANEXO 7. HV Banco hidráulico**

|   |                              |  |                                |   |                              |
|---|------------------------------|--|--------------------------------|---|------------------------------|
|  |                              | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                                |   |                              |
|   |                              | LABORATORIO HIDRAULICA                           |                                |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                              |  |                                |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Banco de pruebas multibombas | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | H1BPMB                         |  |                              |
| MARCA   | EDIBON S.A                   | SERIAL   | PBOC                           |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media                        | FUNCION/DESCRIPCION                              | prueba de presiones y caudales |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | alabes, motor                |  |                                |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                              |  |                                |   |                              |
| FECHAS  |                              | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                         |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                |  | CALIBRACION                    | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |
|   |                              |  |                                |   |                              |



**Anexo 8. HV Banco de pruebas multibombas**

|   |                      |  |                              |   |                              |
|---|----------------------|--|------------------------------|---|------------------------------|
|  |                      | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                              |   |                              |
|   |                      | LABORATORIO HIDRAULICA                           |                              |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                      |  |                              |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Teorema de bernoulli | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | H1DTB                        |  |                              |
| MARCA   | EDIBON S.A           | SERIAL   | FME03                        |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media                | FUNCION/DESCRIPCION                              | pruebas teorema de bernoulli |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                      |  |                              |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                      |  |                              |   |                              |
| FECHAS  |                      | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                       |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION        |  | CALIBRACION                  | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |
|   |                      |  |                              |   |                              |

**ANEXO 8. HV Teorema de Bernoulli**

|   |                        |  |             |   |                              |
|---|------------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                        | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                        | LABORATORIO HIDRAULICA                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                        |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Descarga por orificios | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | H1DPO       |  |                              |
| MARCA   | EDIBON S.A             | SERIAL   | FME04       |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media                  | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                        |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                        |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                        | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION          |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |
|   |                        |  |             |   |                              |

**ANEXO 9. HV Descarga por orificios**

|   |  |                           |             |   |                              |
|---|--|---------------------------|-------------|---|------------------------------|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                           |             |   |                              |
|   | LABORATORIO DE MOLINOS                           |                           |             |   |                              |
| REGRESAR A LISTA  |  |                           |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Camara salina                                    | CODIGO DE IDENTIFICACION  | M1CS        |  |                              |
| MARCA   | DIes   | SERIAL                    |             |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media  | FUNCION/DESCRIPCION       |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | compresor  |                           |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |  |                           |             |   |                              |
| FECHAS  |  | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                                    |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |

**ANEXO 10. HV Cámara salina**



|   |  |                           |             |   |                              |
|---|--|---------------------------|-------------|---|------------------------------|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                           |             |   |                              |
|   | LABORATORIO DE MOLINOS                           |                           |             |   |                              |
| REGRESAR A LISTA  |  |                           |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Molino de bolas                                  | CODIGO DE IDENTIFICACION  | M1MB        |  |                              |
| MARCA   | bolas  | SERIAL                    | 20-36kg/hr  |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta   | FUNCION/DESCRIPCION       | triturar    |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | cojinetes, engranajes, piñones, motor            |                           |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |  |                           |             |   |                              |
| FECHAS  |  | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                                    |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |

**ANEXO 11. HV Molino de bolas**



|   |                          |  |             |   |                              |
|---|--------------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                          | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                          | LABORATORIO DE MOLINOS                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                          |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Molino de martillos      | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | M1MM        |  |                              |
| MARCA   |                          | SERIAL   | 50 kg/hr    |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                     | FUNCION/DESCRIPCION                              | triturar    |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | correas, motor, martillo |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                          |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                          | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION            |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |

**ANEXO 12. HV Molino de martillos**

|   |                          |  |             |   |                              |
|---|--------------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                          | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                          | LABORATORIO DE MOLINOS                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                          |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Triturador de mandibulas | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | M1TM        |  |                              |
| MARCA   | Estudiantes              | SERIAL   |             |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                     | FUNCION/DESCRIPCION                              | triturar    |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | correas, motor           |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                          |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                          | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION            |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |
|   |                          |  |             |   |                              |

**ANEXO 13. HV Triturador de mandíbulas**

|   |                                   |  |             |   |                              |
|---|-----------------------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                                   | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                                   | LABORATORIO DE MOLINOS                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                                   |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Pulverizador                      | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | M1P         |  |                              |
| MARCA   | ILM-LABOR                         | SERIAL   | 20704       |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                              | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | motor, tanque, valvulas, sensores |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                                   |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                                   | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                     |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |
|   |                                   |  |             |   |                              |

**ANEXO 14. HV Pulverizador**

|   |   |  |  |   |                              |
|---|---|--|--|---|------------------------------|
|  |   | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |  |   |                              |
|   |   | LABORATORIO METODOS CELDA DE MANUFACTURA         |  |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |   |  |  |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Planta de simulacion  | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MCM1PS   |  |                              |
| MARCA   | International training  | SERIAL   | hass 200   |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media   | FUNCION/DESCRIPCION                              | claficacion por medio de sensores y programacion |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | compresor, computador, data switch, manado electrico, modulos |  |  |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |   |  |  |   |                              |
| FECHAS  |   | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS   |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION   |  | CALIBRACION                                      | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |
|   |   |  |  |   |                              |



**ANEXO 15. HV Planta de simulación**

|   |  |  |   |   |                              |
|---|--|--|---|---|------------------------------|
|  |  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |   |   |                              |
|   |  | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 2            |   |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |  |  |   |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Centro de mecanizado   | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MH2CM                                   |  |                              |
| MARCA   | HAAS   | SERIAL   | vf-1                                    |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media  | FUNCION/DESCRIPCION                              | mecanizar y programar diseños en piezas |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | bomba de refrigeracion, pistola de aire, mecanismo de avance, porta herramienta, motor electrico |  |   |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |  |  |   |   |                              |
| FECHAS  |  | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                                  |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION  |  | CALIBRACION                             | PROX.CALIBRACION  |                              |
|   |  |  |   |   |                              |
|   |  |  |   |   |                              |
|   |  |  |   |   |                              |
|   |  |  |   |   |                              |
|   |  |  |   |   |                              |
|   |  |  |   |   |                              |
|   |  |  |   |   |                              |

**ANEXO 16. HV Centro de mecanizado**

|   |  |  |                                      |   |                              |
|---|--|--|--------------------------------------|---|------------------------------|
|  |  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                                      |   |                              |
|   |  | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 2            |                                      |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |  |  |                                      |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Impresora 3D   | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MH2I3D                               |  |                              |
| MARCA   | CUBEX  | SERIAL   |                                      |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media  | FUNCION/DESCRIPCION                              | Imprimir piezas con filamentos en 3D |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | guia y soporter de filamento, motor eje x y z, motor extrusor, poleas, correas, sistema de refrigeracion |  |                                      |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |  |  |                                      |   |                              |
| FECHAS  |  | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                               |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION  |  | CALIBRACION                          | PROX.CALIBRACION  |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |
|   |  |  |                                      |   |                              |


**ANEXO 17. HV Impresora 3D**

|   |                      |   |                    |   |                                     |
|---|----------------------|---|--------------------|---|-------------------------------------|
|  |                      | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L</b> |                    |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                      | <b>LABORATORIO PLANTAS TERMICAS</b>                     |                    |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Caldera pirotubular  | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                         | PT1CP              |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  |                      | <b>SERIAL</b>   | 6,3 HP             |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Alta                 | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                              |                    |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   |                      |   |                    |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                           |                      |   |                    |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                      | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                        | <b>FECHAS</b>      |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b> |   | <b>CALIBRACION</b> | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |


**ANEXO 18. HV Caldera piro tubular**

|   |                      |   |                    |   |                                     |
|---|----------------------|---|--------------------|---|-------------------------------------|
|  |                      | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L</b> |                    |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                      | <b>LABORATORIO PLANTAS TERMICAS</b>                     |                    |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Intercambiadores     | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                         | PT11               |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  |                      | <b>SERIAL</b>   |                    |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Alta                 | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                              |                    |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   |                      |   |                    |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                             |                      |   |                    |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                      | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                        | <b>FECHAS</b>      |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b> |   | <b>CALIBRACION</b> | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |
|   |                      |   |                    |   |                                     |

**ANEXO 19. HV Intercambiadores**


|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |  |  |  |
|   | LABORATORIO DE SOLDADURA                         |  |  |  |

[REGRESAR A LISTA](#)


|                        |                  |                          |          |   |
|------------------------|------------------|--------------------------|----------|---|
| NOMBRE DEL EQUIPO      | Soldadura Arco   | CODIGO DE IDENTIFICACION | S1AR     |  |
| MARCA                  | Lincoln electric | SERIAL                   | AC 225-a |   |
| NIVEL DE CRITICIDAD    | Alto             | FUNCION/DESCRIPCION      |          |   |
| COMPONENTES DEL EQUIPO | embobinado       |                          |          |   |

| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS |               |                           |             |               |                              |
|--|---------------|---------------------------|-------------|---------------|------------------------------|
| FECHAS   |               | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |               | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION   | PROX.REVISION |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |

**ANEXO 20. HV Soldadura Arco**

|   |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |  |  |  |
|   | LABORATORIO DE SOLDADURA                         |  |  |  |

[REGRESAR A LISTA](#)



|                        |                       |                          |         |   |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|---------|---|
| NOMBRE DEL EQUIPO      | Soldadura MIG         | CODIGO DE IDENTIFICACION | S1MIG   |  |
| MARCA                  | Cebora MIG            | SERIAL                   | MIG 170 |   |
| NIVEL DE CRITICIDAD    | Alto                  | FUNCION/DESCRIPCION      |         |   |
| COMPONENTES DEL EQUIPO | embobinado flujometro |                          |         |   |

| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS |               |                           |             |               |                              |
|--|---------------|---------------------------|-------------|---------------|------------------------------|
| FECHAS   |               | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |               | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION   | PROX.REVISION |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |

**ANEXO 21. HV Soldadura MIG**

|   |                   |  |             |               |                              |
|---|-------------------|--|-------------|---------------|------------------------------|
|  |                   | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |               |                              |
|   |                   | LABORATORIO DE SOLDADURA                         |             |               |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                   |  |             |               |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Extractor de humo | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | S1EH        |               |                              |
| MARCA   | Kemper            | SERIAL   |             |               |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media             | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |               |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | embobinado        |  |             |               |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                   |  |             |               |                              |
| FECHAS  |                   | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |               | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION     |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC |                              |
|   |                   |  |             |               |                              |
|   |                   |  |             |               |                              |
|   |                   |  |             |               |                              |
|   |                   |  |             |               |                              |

**ANEXO 22. HV Extractor de humo**

|   |               |  |   |   |                              |
|---|---------------|--|---|---|------------------------------|
|  |               | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |   |   |                              |
|   |               | LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS                    |   |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |               |  |   |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Mufla M12     | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | EM1M12                                      |  |                              |
| MARCA   |               | SERIAL   | M12 1968                                    |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta          | FUNCION/DESCRIPCION                              | calentar piezas para pruebas de laboratorio |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |               |  |   |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |               |  |   |   |                              |
| FECHAS  |               | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                                      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION |  | CALIBRACION                                 | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |

**Anexo 24. HV Mufla M12**

|   |               |  |   |   |                              |
|---|---------------|--|---|---|------------------------------|
|  |               | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |   |   |                              |
|   |               | LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS                    |   |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |               |  |   |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Horno mufla   | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | EM1HM                                       |  |                              |
| MARCA   |               | SERIAL   | F62730                                      |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta          | FUNCION/DESCRIPCION                              | calentar piezas para pruebas de laboratorio |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |               |  |   |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |               |  |   |   |                              |
| FECHAS  |               | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                                      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION |  | CALIBRACION                                 | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |



**ANEXO 23. HV Horno mufla**

|   |               |  |   |   |                              |
|---|---------------|--|---|---|------------------------------|
|  |               | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |   |   |                              |
|   |               | LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS                    |   |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |               |  |   |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Mufla M10     | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | EM1M10                                      |  |                              |
| MARCA   |               | SERIAL   | M10 1968                                    |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta          | FUNCION/DESCRIPCION                              | calentar piezas para pruebas de laboratorio |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |               |  |   |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |               |  |   |   |                              |
| FECHAS  |               | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                                      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION |  | CALIBRACION                                 | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |
|   |               |  |   |   |                              |

**ANEXO 24. HV Mufla M10**

|   |                              |   |                    |   |                                     |
|---|------------------------------|---|--------------------|---|-------------------------------------|
|  |                              | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L</b> |                    |   |                                     |
| <b>LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS</b>  |                              |   |                    |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                              |   |                    |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Durometro digital            | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                         | EM1DD              |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  | Innovateat                   | <b>SERIAL</b>   | Eveway 7000        |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Media                        | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                              |                    |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   | plataforma, pantalla digital |   |                    |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                           |                              |   |                    |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                              | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                        | <b>FECHAS</b>      |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b>         |   | <b>CALIBRACION</b> | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |
|   |                              |   |                    |   |                                     |

**ANEXO 25. HV Durómetro digital**

|   |   |   |  |   |                                     |
|---|---|---|--|---|-------------------------------------|
|  |   | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L</b> |  |   |                                     |
| <b>LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS</b>  |   |   |  |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |   |   |  |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Pulidora metalografica  | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                         | EM1PM                                    |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  | METKON  | <b>SERIAL</b>   | porcipol-1v                              |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Baja  | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                              | pulir piezas para pruebas metalograficas |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   | discos rotatorios, manguera de refrigeracion, manguera de desague |   |  |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                             |   |   |  |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |   | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                        | <b>FECHAS</b>                            |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b>  |   | <b>CALIBRACION</b>                       | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |
|   |   |   |  |   |                                     |

**ANEXO 26. HV Pulidora metalográfica**



|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|---|------------------------|---|------------------------------------|---|-------------------------------------|
|  |                        | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L</b> |                                    |   |                                     |
|   |                        | <b>LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS</b>                    |                                    |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                        |   |                                    |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Pendolo sharpy         | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                         | EM1PS                              |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  |                        | <b>SERIAL</b>   |                                    |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Media                  | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                              | ensayo sharpy e izod de materiales |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   | martillo y rodamientos |   |                                    |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                           |                        |   |                                    |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                        | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                        | <b>FECHAS</b>                      |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b>   |   | <b>CALIBRACION</b>                 | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |
|   |                        |   |                                    |   |                                     |


**ANEXO 27. HV Péndulo sharpy**

|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|---|------------------------------|---|----------------------------------|---|-------------------------------------|
|  |                              | <b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L</b> |                                  |   |                                     |
|   |                              | <b>LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS</b>                    |                                  |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                              |   |                                  |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Maquina universal de ensayos | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                         | EM1MUE                           |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  | Shimadzu                     | <b>SERIAL</b>   | UH 50 A                          |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Media                        | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                              | pruebas de ensayos de materiales |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   | platos,mordazas              |   |                                  |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                             |                              |   |                                  |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                              | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                        | <b>FECHAS</b>                    |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b>         |   | <b>CALIBRACION</b>               | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |
|   |                              |   |                                  |   |                                     |

**ANEXO 28. HV Maquina universal de ensayos**

|   |                           |  |             |                  |                              |
|---|---------------------------|--|-------------|------------------|------------------------------|
|  |                           | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |                  |                              |
|   |                           | LABORATORIO ENSAYOS MECANICOS                    |             |                  |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                           |  |             |                  |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Microscopio metalografico | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | EM1MM       |                  |                              |
| MARCA   |                           | SERIAL   |             |                  |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Baja                      | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |                  |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                           |  |             |                  |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                           |  |             |                  |                              |
| FECHAS  |                           | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |                  | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION             |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRACION |                              |
|   |                           |  |             |                  |                              |
|   |                           |  |             |                  |                              |
|   |                           |  |             |                  |                              |
|   |                           |  |             |                  |                              |
|   |                           |  |             |                  |                              |
|   |                           |  |             |                  |                              |

**ANEXO 29. HV Microscopio metalográfico**

|   |                            |  |   |   |                              |
|---|----------------------------|--|---|---|------------------------------|
|  |                            | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |   |   |                              |
|   |                            | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |   |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                            |  |   |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Panel de control electrico | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MEA1PCE   |  |                              |
| MARCA   | ALECOPI                    | SERIAL   |   |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media                      | FUNCION/DESCRIPCION                              | permite variar tensiones corrientes para pruebas de lab |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                            |  |   |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                            |  |   |   |                              |
| FECHAS  |                            | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS  |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION              |  | CALIBRACION   | PROX.CALIBRACION  |                              |
|   |                            |  |   |   |                              |
|   |                            |  |   |   |                              |
|   |                            |  |   |   |                              |
|   |                            |  |   |   |                              |
|   |                            |  |   |   |                              |
|   |                            |  |   |   |                              |

**ANEXO 30. Anexo 32. HV Panel de control electrico**

|   |  |                           |             |   |                              |
|---|--|---------------------------|-------------|---|------------------------------|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                           |             |   |                              |
|   | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |  |                           |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Compresor  | CODIGO DE IDENTIFICACION  | MEA1C       |  |                              |
| MARCA   | SCHULZ   | SERIAL                    | MSI 5,2 ML  |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta   | FUNCION/DESCRIPCION       |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | motor, correa                                    |                           |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |  |                           |             |   |                              |
| FECHAS  |  | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                                    |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |

**ANEXO 31. HV Compresor**

|   |  |                           |             |   |                              |
|---|--|---------------------------|-------------|---|------------------------------|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                           |             |   |                              |
|   | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |                           |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |  |                           |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Motor de anillos rozantes                        | CODIGO DE IDENTIFICACION  | MEA1MAR     |  |                              |
| MARCA   | ALECOP   | SERIAL                    | AL-306      |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media  | FUNCION/DESCRIPCION       |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |  |                           |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |  |                           |             |   |                              |
| FECHAS  |  | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION                                    |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |
|   |  |                           |             |   |                              |



**ANEXO 32. HV Motor de anillos rozantes**

|   |                             |  |                    |   |                                     |
|---|-----------------------------|--|--------------------|---|-------------------------------------|
|  |                             | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                    |   |                                     |
|   |                             | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |                    |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                             |  |                    |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Motor asincronico trifasico | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                  | MEA1MAT            |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  | ALECOP                      | <b>SERIAL</b>                                    | AL-206             |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Media                       | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                       |                    |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   |                             |  |                    |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                           |                             |  |                    |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                             | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                 | <b>FECHAS</b>      |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b>        |  | <b>CALIBRACION</b> | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |
|   |                             |  |                    |   |                                     |


**ANEXO 33. HV Motor asincrónico trifásico**

|   |                      |  |                    |   |                                     |
|---|----------------------|--|--------------------|---|-------------------------------------|
|  |                      | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                    |   |                                     |
|   |                      | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |                    |   |                                     |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                      |  |                    |   |                                     |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  | Motor monofasico     | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b>                  | MEA1MM             |  |                                     |
| <b>MARCA</b>  | ALECOP               | <b>SERIAL</b>                                    | AL-106             |   |                                     |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>  | Media                | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>                       |                    |   |                                     |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b>   |                      |  |                    |   |                                     |
| <b>REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS</b>                             |                      |  |                    |   |                                     |
| <b>FECHAS</b>   |                      | <b>RESULTADOS DE LA REVISION</b>                 | <b>FECHAS</b>      |   | <b>RESULTADOS DE LA CALIBRACION</b> |
| <b>REVISION</b>   | <b>PROX.REVISION</b> |  | <b>CALIBRACION</b> | <b>PROX.CALIBRAC</b>  |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |
|   |                      |  |                    |   |                                     |


**ANEXO 34. HV Motor monofásico**

|   |                     |  |             |   |                              |
|---|---------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                     | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                     | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                     |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Motor de excitacion | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MEA1ME      |  |                              |
| MARCA   | ALECOP              | SERIAL   | AL-1006     |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media               | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                     |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                     |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                     | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION       |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |
|   |                     |  |             |   |                              |

**ANEXO 35. HV Motor de excitación**



|   |                            |  |             |   |                              |
|---|----------------------------|--|-------------|---|------------------------------|
|  |                            | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |             |   |                              |
|   |                            | LABORATORIO MAQUINAS ELECTRICAS Y AUTOMATIZACION |             |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                            |  |             |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Motor monofasico universal | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MEA1MMU     |  |                              |
| MARCA   | ALECOP                     | SERIAL   |             |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media                      | FUNCION/DESCRIPCION                              |             |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  |                            |  |             |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                            |  |             |   |                              |
| FECHAS  |                            | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS      |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX.REVISION              |  | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC   |                              |
|   |                            |  |             |   |                              |
|   |                            |  |             |   |                              |
|   |                            |  |             |   |                              |
|   |                            |  |             |   |                              |
|   |                            |  |             |   |                              |
|   |                            |  |             |   |                              |

**ANEXO 36. HV Motor monofásico universal**

|   |  |                          |                    |   |
|---|--|--------------------------|--------------------|---|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                          |                    |   |
|   | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 1            |                          |                    |   |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |  |                          |                    |   |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Cortadora de disco                               | CODIGO DE IDENTIFICACION | MH1CD              |  |
| MARCA   | MC 275F  | SERIAL                   |                    |   |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Media  | FUNCION/DESCRIPCION      | Corta tibia lamina |   |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | motor,bomba,prensa                               |                          |                    |   |


| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS |               |                           |             |               |                              |
|--|---------------|---------------------------|-------------|---------------|------------------------------|
| FECHAS   |               | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |               | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION   | PROX.REVISION |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |

**ANEXO 37. HV Cortadora de disco**

|   |  |                          |   |   |
|---|--|--------------------------|---|---|
|  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |                          |   |   |
|   | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 1            |                          |   |   |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |  |                          |   |   |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Fresadora  | CODIGO DE IDENTIFICACION | MH1FR                                     |  |
| MARCA   | Heckert  | SERIAL                   | F4 250X1000                               |   |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Baja   | FUNCION/DESCRIPCION      | fresar y rectificar piezas de laboratorio |   |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | divisor,prensa de sujecion,contra punta          |                          |   |   |

| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS |               |                           |             |               |                              |
|--|---------------|---------------------------|-------------|---------------|------------------------------|
| FECHAS   |               | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |               | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION   | PROX.REVISION |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |
|  |               |                           |             |               |                              |

**ANEXO 38. HV Fresadora**

|   |                  |  |  |   |                              |
|---|------------------|--|--|---|------------------------------|
|  |                  | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |  |   |                              |
|   |                  | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 1            |  |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                  |  |  |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Talador de banco | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MH1TB                                    |  |                              |
| MARCA   | Rexton           | SERIAL   | 50C                                      |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta             | FUNCION/DESCRIPCION                              | taladrar, perforar piezas de laboratorio |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | Mandril, motor   |  |  |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                  |                  |  |  |   |                              |
| FECHAS  |                  | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                                   |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX. REVISION   |  | CALIBRACION                              | PROX. CALIBRACION   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |
|   |                  |  |  |   |                              |

**ANEXO 39. Taladro de banco**

|   |                                    |  |  |   |                              |
|---|------------------------------------|--|--|---|------------------------------|
|  |                                    | HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L |  |   |                              |
|   |                                    | LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 1            |  |   |                              |
| <a href="#">REGRESAR A LISTA</a>  |                                    |  |  |   |                              |
| NOMBRE DEL EQUIPO   | Taladro fresador                   | CODIGO DE IDENTIFICACION                         | MH1TF                                    |  |                              |
| MARCA   | Luna machine                       | SERIAL   | ZXL-40                                   |   |                              |
| NIVEL DE CRITICIDAD   | Alta                               | FUNCION/DESCRIPCION                              | taladrar, perforar piezas de laboratorio |   |                              |
| COMPONENTES DEL EQUIPO  | mandril, motor, prensa de sujecion |  |  |   |                              |
| REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS                                    |                                    |  |  |   |                              |
| FECHAS  |                                    | RESULTADOS DE LA REVISION                        | FECHAS                                   |   | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
| REVISION  | PROX. REVISION                     |  | CALIBRACION                              | PROX. CALIBRACION   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |
|   |                                    |  |  |   |                              |


**ANEXO 40. HV Taladro fresador**



HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE LABORATORIOS BLOQUE L

LABORATORIO MAQUINAS Y HERRAMIENTAS 1

[REGRESAR A LISTA](#)

|                               |   |                                 |  |   |
|-------------------------------|---|---------------------------------|--|---|
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>      | Torno paralelo  | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b> | MH1TP                                  |  |
| <b>MARCA</b>                  | Nardini   | <b>SERIAL</b>                   | M S 350                                |   |
| <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>    | Media   | <b>FUNCION/DESCRIPCION</b>      | Tornear y roscar piezas de laboratorio |   |
| <b>COMPONENTES DEL EQUIPO</b> | mecanismo de avance, porta herramienta, motor electrico, caja northon |                                 |  |   |


REVISION Y CALIBRACION DE SISTEMAS Y SUBSISTEMAS

| FECHAS   |               | RESULTADOS DE LA REVISION | FECHAS      |               | RESULTADOS DE LA CALIBRACION |
|----------|---------------|---------------------------|-------------|---------------|------------------------------|
| REVISION | PROX.REVISION |                           | CALIBRACION | PROX.CALIBRAC |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |
|          |               |                           |             |               |                              |

ANEXO 41. HV Torno paralelo



## 14.2. ORDEN DE TRABAJO

|   |  |                                 |                              |                    |
|---|--|---------------------------------|------------------------------|--------------------|
|  | Universidad Libre de Colombia<br>Bogota, sede Bosque Popular |                                 |                              |                    |
|   | Formato Hojas de Vida  |                                 |                              |                    |
| Formato para inventario y control de mantenimientos                               |  | <b>2</b>                        | FRESADORA 1                  |                    |
|   |  | <b>LABORATORIOS BLOQUE L</b>    |                              |                    |
| <b>UBICACIÓN DEL EQUIPO</b>   |  |                                 |                              |                    |
| <b>LABORATORIO</b>  | <b>SALON</b>   | <b>FECHA DE INGRESO</b>         | <b>CATALOGO</b>              | <b>RESPONSABLE</b> |
| Laboratorio maquinas y herramientas 1   | L110   | 14/10/1941                      | JFUG                         | JORGE MARTINEZ     |
| <b>INFORMACION DEL EQUIPO</b>   |  |                                 |                              |                    |
| <b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>  |  | <b>CODIGO DE IDENTIFICACION</b> |                              | <b>SERIAL</b>      |
| FRESADORA 1   |  | FR                              |                              | 8965               |
| <b>MARCA</b>  | <b>NIVEL DE CRITICIDAD</b>                                   | <b>FUNCION O DESCRIPCION</b>    |                              |                    |
| EMHART  | MEDIA  | FRESAR Y DESBASTAR PIEZAS       |                              |                    |
| <b>RUTINA DE CALABIRACION Y MANTENIMIENTOS</b>                                    |  |                                 |                              |                    |
| <b># ACT.</b>   | <b>DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD</b>                           | <b>FRECUENCIA</b>               | <b>RESPONSABLE</b>           |                    |
| 4   | revisar estado de los piñones y bandas                       | MENSUAL                         | ASIST. LAB.                  |                    |
| 7   | lubricacion de equipo  | MENSUAL                         | ASIST. LAB.                  |                    |
| 20  | realizar capacitaciones                                      | SEMESTRAL                       | ASIST. LAB.                  |                    |
| 4   | revisar estado de los piñones y bandas                       | MENSUAL                         | ASIST. LAB.                  |                    |
| 50  | revisar y si es necesario reemplazar                         | BIMESTRAL                       | ASIST. LAB.                  |                    |
| 67  | mantener el equipo aseado vacio de agua                      | QUINCENAL                       | ESTUDIANTE                   |                    |
| 60  | verificar compra y ajuste de correas y                       | MENSUAL                         | ASIST. LAB.                  |                    |
| 101   | revisar el sistema de voltaje con energias                   | SEMANAL                         | ASIST. LAB.                  |                    |
| 137   | tener en cuenta si el sistema esta en cte                    | SEMANAL                         | ESTU/PROF                    |                    |
| <b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS</b>  |  |                                 |                              |                    |
| <b>FECHA</b>  | <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>RESPONSABLE</b>              | <b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b> |                    |
|   |  |                                 | <b>CORRECTIVO</b>            | <b>PREVENTIVO</b>  |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |
|   |  |                                 |                              |                    |

ANEXO 42. Orden de trabajo

### 14.3. ANALISIS DE CRITICIDAD

| FRESADORA        |     |                      |     |                   |     | IMPRESORA 3D       |     |                          |     |                   |     |
|------------------|-----|----------------------|-----|-------------------|-----|--------------------|-----|--------------------------|-----|-------------------|-----|
| TORNILLO SIN FIN |     | DISCO DE AGUJEROS    |     | TIJERA DE DIVIDIR |     | GUIA DEL FILAMENTO |     | SOPORTE DEL FILAMENTO    |     | SISTEMA ELECTRICO |     |
| F-4              | I-8 | F-3                  | I-7 | F-3               | I-7 | F-4                | I-4 | F-4                      | I-4 | F-4               | I-7 |
| MANIBELA         |     | TORNILLO DE SUJECION |     | 54                |     | SISTEMA DE AVANCE  |     | SISTEMA DE REFRIGERACION |     | 45                |     |
| F-5              | I-6 | F-5                  | I-6 |                   |     | F-5                | I-4 | F-4                      | I-5 |                   |     |

**ANEXO 43. Criticidad Fresadora e Impresora 3D**

| MECANISMO HASS       |                     |                      |                        |     |     |     |     |
|----------------------|---------------------|----------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| ENGRANAJES Y PIÑONES | PISTOLA DE AIRE     | PALANCA BASCULANTE   | POSTE DE HERRAMIENTA   |     |     |     |     |
| F-5                  | I-8                 | F-3                  | I-7                    | F-4 | I-6 | F-4 | I-8 |
| MOTOR                | PALANCA DE EMBRAGUE | TORNILLO DE FIJACION | BOMBA DE REFRIGERACION |     |     |     |     |

**ANEXO 44. Criticidad Mecanismo hass**

| TALADRO FRESADOR |      |        |     | CORTADORA DE DISCO |      |       |     |
|------------------|------|--------|-----|--------------------|------|-------|-----|
| MANDRIL          |      | PRENSA |     | MOTOR              |      | BOMBA |     |
| F-4              | I-10 | F-5    | I-8 | F-4                | I-11 | F-4   | I-8 |
|                  |      |        |     | 42                 |      |       | 12  |

**ANEXO 45. Criticidad Taladro fresador y Cortadora de disco**

| TALADRO |      | PANEL DE CONTROL  |     | COMPRESOR |                      |     |     |
|---------|------|-------------------|-----|-----------|----------------------|-----|-----|
| MANDRIL | 14   | SISTEMA ELECTRICO | 12  | MOTOR     | CORREA DE TRASMICION |     |     |
| F-4     | I-10 | F-3               | I-9 | F-4       | I-11                 | F-5 | I-8 |

**ANEXO 46. Criticidad Taladro, Panel de control y Compresor**

| MOTOR MONOFASICO |                   |     | ASINCRONICO TRIFASICO |                   |     | ANILLOS ROZANTES |                   |     |     |     |     |
|------------------|-------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----|------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| RODAMIENTOS      | SISTEMA ELECTRICO | 25  | RODAMIENTOS           | SISTEMA ELECTRICO | 25  | RODAMIENTOS      | SISTEMA ELECTRICO |     |     |     |     |
| F-5              | I-7               | F-4 | I-9                   | F-5               | I-7 | F-4              | I-9               | F-5 | I-7 | F-4 | I-9 |

**ANEXO 47. Criticidad Motor monofásico, asincrónico trifásico y anillos rozantes**

| MONOFASICO UNIVERSAL |                   |     | DE EXITACION |                   |     |     |     |
|----------------------|-------------------|-----|--------------|-------------------|-----|-----|-----|
| RODAMIENTOS          | SISTEMA ELECTRICO | 25  | RODAMIENTOS  | SISTEMA ELECTRICO |     |     |     |
| F-5                  | I-7               | F-4 | I-9          | F-5               | I-7 | F-4 | I-9 |

**ANEXO 48. Criticidad Motor monofásico universal y de excitación**

|             |     |    |  |                   |     |    |  |                   |     |    |  |                        |     |    |  |
|-------------|-----|----|--|-------------------|-----|----|--|-------------------|-----|----|--|------------------------|-----|----|--|
| MULTIBOMBAS |     |    |  | BANCO HIDRAULICO  |     |    |  | TEOREMA BERNOULLI |     |    |  | DESCARGA POR ORIFICIOS |     |    |  |
| ALABES      |     | 12 |  | SISTEMA ELECTRICO |     | 12 |  | VALVULAS          |     | 12 |  | BOQUILLAS              |     | 12 |  |
| F-4         | I-8 |    |  | F-4               | I-8 |    |  | F-5               | I-7 |    |  | F-5                    | I-7 |    |  |

**ANEXO 49. Criticidad Multibombas, B. Hidráulico, Bernoulli, D. por orificios**

|                        |     |                          |     |           |  |                   |      |           |  |                   |      |             |  |                   |      |    |  |
|------------------------|-----|--------------------------|-----|-----------|--|-------------------|------|-----------|--|-------------------|------|-------------|--|-------------------|------|----|--|
| PULIDORA METALOGRAFICA |     |                          |     | MUFLA M10 |  |                   |      | MUFLA M12 |  |                   |      | HORNO MUFLA |  |                   |      |    |  |
| SISTEMA DE AVANCE      |     | SISTEMA DE REFRIGERACION |     | 20        |  | SISTEMA ELECTRICO |      | 15        |  | SISTEMA ELECTRICO |      | 15          |  | SISTEMA ELECTRICO |      | 15 |  |
| F-4                    | I-7 | F-4                      | I-5 |           |  | F-5               | I-10 |           |  | F-5               | I-10 |             |  | F-5               | I-10 |    |  |

**ANEXO 50. Criticidad Pulidora metalográfica, y Muflas**

|                       |      |    |  |                      |     |    |  |                           |     |                   |     |
|-----------------------|------|----|--|----------------------|-----|----|--|---------------------------|-----|-------------------|-----|
| PENDULO SHARPY        |      |    |  | UNIVERSAL DE ENSAYOS |     |    |  | MICROSCOPIO METALOGRAFICO |     |                   |     |
| SISTEMA DE MOVIMIENTO |      | 16 |  | SISTEMA DE AVANCE    |     | 12 |  | SISTEMA DE AVANCE         |     | SISTEMA ELECTRICO |     |
| F-3                   | I-13 |    |  | F-4                  | I-8 |    |  | F-4                       | I-4 | F-4               | I-8 |

**ANEXO 51. Criticidad Péndulo sharpy, universal de ensayos y microscopio metalográfico**

|                   |     |                   |     |                      |      |            |     |                 |     |         |     |
|-------------------|-----|-------------------|-----|----------------------|------|------------|-----|-----------------|-----|---------|-----|
| DUROMETRO         |     |                   |     | CELDA DE MANUFACTURA |      |            |     |                 |     |         |     |
| SISTEMA DE AVANCE |     | SISTEMA ELECTRICO |     | MOTOR                |      | COMPUTADOR |     | MANDO ELECTRICO |     | MODULOS |     |
| F-5               | I-4 | F-4               | I-6 | F-4                  | I-11 | F-4        | I-4 | F-4             | I-8 | F-4     | I-4 |

**ANEXO 52. Criticidad Durómetro y Celda de manufactura**

|                |      |    |  |                   |     |                   |      |                   |      |    |  |
|----------------|------|----|--|-------------------|-----|-------------------|------|-------------------|------|----|--|
| EQUIPO RAYOS X |      |    |  | SOLDADURA MIG     |     |                   |      | SOLDADURA ARCO    |      |    |  |
| EQUIPO         |      | 21 |  | SISTEMA DE AVANCE |     | SISTEMA ELECTRICO |      | SISTEMA ELECTRICO |      | 16 |  |
| F-3            | I-18 |    |  | F-5               | I-8 | F-5               | I-11 | F-5               | I-11 |    |  |

**ANEXO 53. Criticidad Equipo rayos X, Soldadura MIG, Soldadura Arco**

|                |      |    |  |         |      |    |  |                     |     |                   |      |
|----------------|------|----|--|---------|------|----|--|---------------------|-----|-------------------|------|
| INTERCAMBIADOR |      |    |  | CALDERA |      |    |  | EXTRACTOR           |     |                   |      |
| EQUIPO         |      | 14 |  | EQUIPO  |      | 19 |  | SISTEMA DE LIMPIEZA |     | SISTEMA ELECTRICO |      |
| F-4            | I-10 |    |  | F-5     | I-14 |    |  | F-5                 | I-9 | F-4               | I-11 |

**ANEXO 54. Criticidad Intercambiadores, caldera y extractor de humo**

|               |      |    |  |                   |     |                     |     |               |  |                    |     |                   |     |
|---------------|------|----|--|-------------------|-----|---------------------|-----|---------------|--|--------------------|-----|-------------------|-----|
| CAMARA SALINA |      |    |  | MOLINO DE BOLAS   |     |                     |     | PULVERIZADORA |  |                    |     |                   |     |
| EQUIPO        |      | 14 |  | SISTEMA DE AVANCE |     | MECANISMO DE AVANCE |     | 26            |  | SISTEMA DE PRESION |     | SISTEMA ELECTRICO |     |
| F-4           | I-10 |    |  | F-5               | I-8 | F-5                 | I-8 |               |  | F-5                | I-9 | F-4               | I-6 |

**ANEXO 55. Criticidad Cámara salina, molino de bolas y pulverizadora**

|                   |     |    |  |                         |     |                   |     |                            |  |                   |     |    |  |
|-------------------|-----|----|--|-------------------------|-----|-------------------|-----|----------------------------|--|-------------------|-----|----|--|
| SIERRA CIRCULAR   |     |    |  | SIERRA CALADORA DE ARCO |     |                   |     | SIERRA DE ANGULO COMPUESTO |  |                   |     |    |  |
| SISTEMA ELECTRICO |     | 11 |  | SISTEMA DE AVANCE       |     | SISTEMA ELECTRICO |     | 25                         |  | SISTEMA ELECTRICO |     | 11 |  |
| F-4               | I-7 |    |  | F-5                     | I-9 | F-4               | I-7 |                            |  | F-4               | I-7 |    |  |

**ANEXO 56. Criticidad sierra circular, caladora de arco y Angulo compuesto**

|                   |     |         |      |                      |     |                    |     |                      |     |
|-------------------|-----|---------|------|----------------------|-----|--------------------|-----|----------------------|-----|
| TALADRO DE BANCO  |     |         |      | TORNO DE MADERA      |     |                    |     |                      |     |
| SISTEMA ELECTRICO |     | MANDRIL |      | ENGRANAJES Y PIÑONES |     | PALANCA BASCULANTE |     | POSTE DE HERRAMIENTA |     |
| F-5               | I-9 | F-4     | I-10 | F-5                  | I-8 | F-4                | I-6 | F-4                  | I-8 |

**ANEXO 57. Criticidad Taladro de banco y torno de madera**

|                          |     |                   |     |
|--------------------------|-----|-------------------|-----|
| TRITURADOR DE MANDIBULAS |     |                   |     |
| RODAMIENTOS              |     | SISTEMA ELECTRICO |     |
| F-5                      | I-7 | F-4               | I-9 |

**ANEXO 58. Criticidad Trituradora de mandíbulas**

**14.4. INFORMACIÓN DE EQUIPOS**



UNIVERSIDAD LIBRE  
SEDE BOSQUE POPULAR  
FACULTAD DE INGENIERIA

MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYO



**Especificaciones Técnicas**

**Marca:** Shimadzu  
**Referencia:** UH 50 A  
**Capacidad:** 50 Toneladas  
**Tipo de operación:** Manual, Automática Y Semi-Automática.  
**Sistema indicación de carga:** Digital  
**Capacidad:** 50 Ton.  
**Inventario:** 014448  
**Control:** 2307  
**CPU:** Inv. 14450      **Control:** 2313  
**Monitor:** Inv. 14449      **Control:** 2312  
**Teclado:** Inv. 14450-2      **Control:** 2316  
**Mouse:** Inv. 14450-1      **Control:** 2315  
**Estabilizador:** Inv. 014451      **Control:** 2314  
**ACCESORIOS:** 4 JIS para ensayo de doblado  
1 Mesa para ensayo de doblaz      **Control:** 2311  
1 Juego de dispositivos para compresión  
2 Juego de mordazas para tensión  
1 Extensómetro      **Control:** 2308  
1 Calibrador Extensómetro      **Control:** 2309  
1 Componente extensómetro      **Control:** 2310

**ANEXO 59. . Información de equipos brindada por la Universidad**

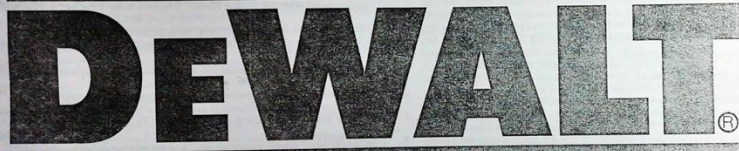
Before returning this product call

1-800-4-DEWALT

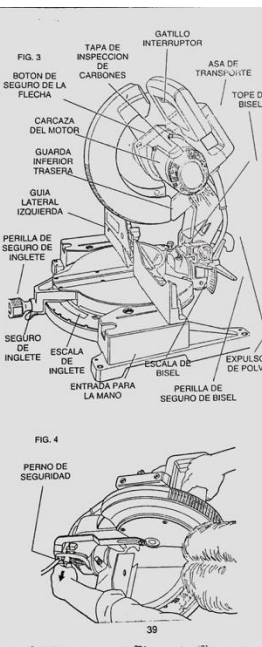
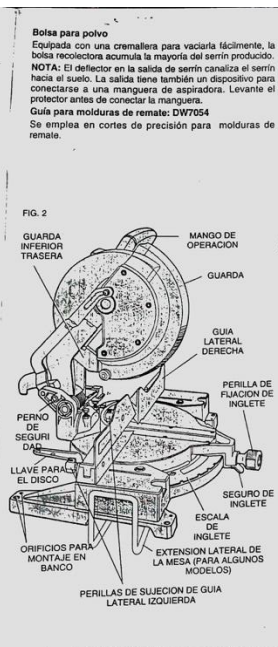
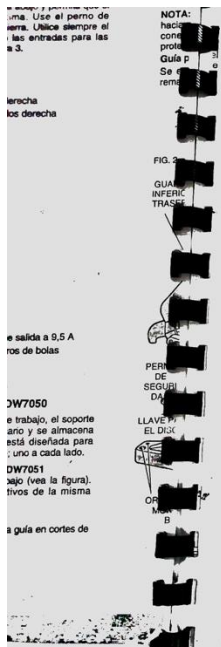
IF YOU SHOULD HAVE A PROBLEM WITH YOUR DEWALT TOOL, CALL 800-4-DEWALT. IN MOST CASES, A DEWALT REPRESENTATIVE CAN RESOLVE YOUR PROBLEM OVER THE PHONE. IF YOU HAVE A SUGGESTION OR COMMENT, GIVE US A CALL. YOUR FEEDBACK IS VITAL TO THE SUCCESS OF DEWALT'S QUALITY IMPROVEMENT PROGRAM.

INSTRUCTION MANUAL
GUIDE D'UTILISATION
MANUAL DE INSTRUCCIONES

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN, CENTROS DE SERVICIO Y PÓLIZA DE GARANTÍA. ADVERTENCIA: LEÁSE ESTE INSTRUCTIVO ANTES DE USAR EL PRODUCTO.



DW705 (120 Volt)/DW705 (220 Volt)
12" Compound Miter Saw
Scie à Inglets 300 mm (12 po)
Sierra de ángulo compuesto 300 mm (12")

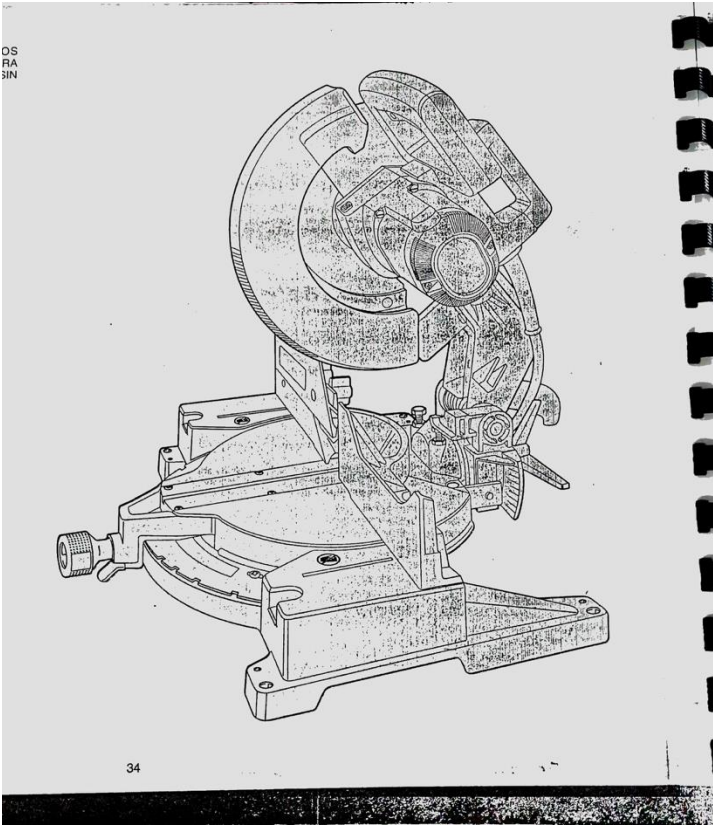
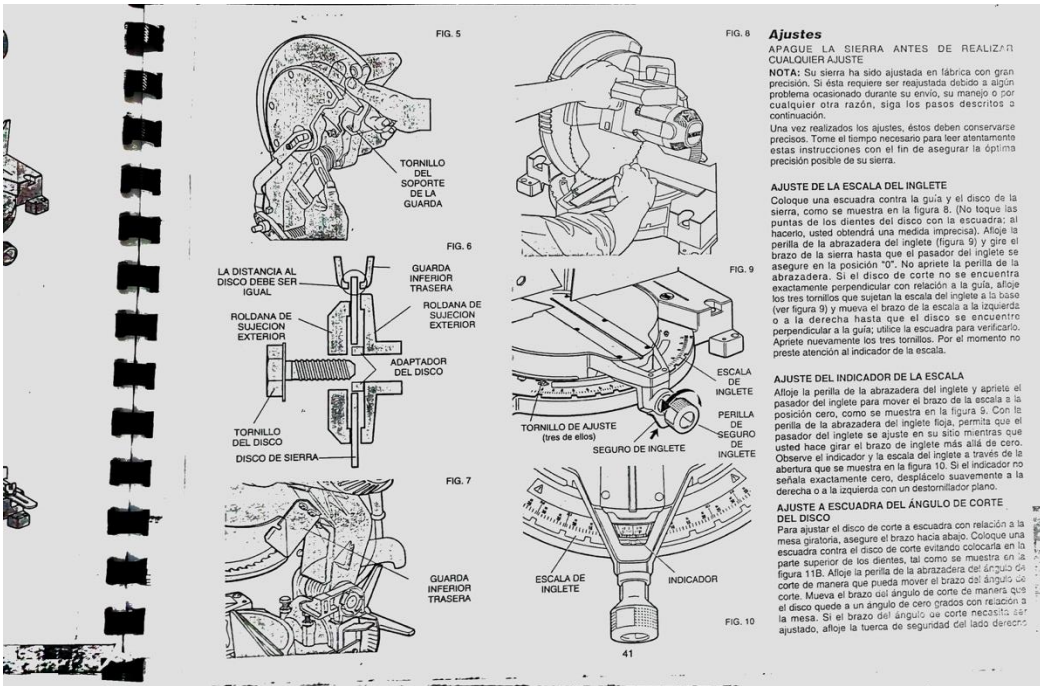


Accesorios
Los accesorios recomendados para emplearse con su herramienta están disponibles con costo adicional en los centros de servicio.
PRECAUCION: El uso de cualquier accesorio no recomendado para emplearse con esta herramienta puede ser peligroso.
Si necesita ayuda para encontrar cualquier accesorio, por favor comuníquese con DeWalt Industrial Tool Co., 701 East Joppa Road, Baltimore, MD 21286 o llame al teléfono 1-800-732-4441.

Montaje en banco
Las cuatro patas cuentan con orificios, como muestra la figura 2, para facilitar el montaje de mesa. (Hay dos tamaños diferentes de orificios para utilizar diferentes tamaños de tornillos. Utilice cualquiera de los orificios, no es necesario usar ambos.) Monte su sierra firmemente para evitar movimientos. Para aumentar la portabilidad de la herramienta, se puede montar en una pieza de madera contraplacada de 12,7 mm (1/2") o mayor espesor, que pueda ser prensada la mesa o llevarse a otros lugares de trabajo.
NOTA: Si elige montar su sierra en una pieza de madera, asegúrese que los tornillos de montaje no sobresalgan de la parte inferior de la madera. La tabla debe quedar nivelada sobre el soporte. Cuando sujete la sierra a cualquier superficie, hágalo siempre mediante los orificios de montaje. Si lo hiciera en otro lugar interferiría con el buen funcionamiento de la sierra.

PRECAUCION: Para evitar que la sierra se atasque y la falta de precisión, asegúrese que la tabla de montaje no esté desalineada. Si la sierra se mueve sobre la superficie de trabajo, ponga un trozo de material debajo de una de las patas hasta que la sierra asiente bien sobre la superficie de trabajo.

Instalación del disco (Fig. 5)
(DESCONECTE LA SIERRA)
NO CORTE MATERIALES FERROSOS (QUE CONTENGAN HIERRO O ACERO) NI MATERIALES DE MAMPOSTERIA CON ESTA SIERRA.
Con el brazo puesto arriba, levante el protector de la cuchilla lo que más pueda. Desatornille (pero no lo saque) el tornillo (A) del collar de fijación del protector, hasta que el collar de fijación de la guarda pueda levantarse lo suficiente como para permitir acceso al tornillo de la cuchilla. La guarda de la cuchilla será mantenida en posición elevada por el tornillo del collar de fijación. Sujete el botón de seguridad del eje. Use la llave inglesa suministrada con la otra mano para soltar (en dirección de las manecillas del reloj) el tornillo de la mano izquierda de la cuchilla.



ANEXO 60. Catálogos de equipos brindados por la Universidad



NIT.: 860.013.798-5

EL SUSCRITO DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

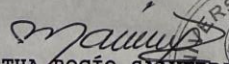
H A C E   C O N S T A R


Que, JUDY CAROLINA VILLANUEVA SANDOVAL, identificado(a) con cédula de ciudadanía No. 1019094560 expedida en Bogotá, D. C., con código estudiantil No. 065121037 cursó y aprobó en esta universidad los 10 semestres del programa de Ingeniería Mecánica (Snies 5023) Res. 20250 (26/10/2016) vigencia 7 años - duración 10 semestres en los periodos académicos de primer periodo 2012 a segundo periodo 2018 . Inclusive

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

QUEDANDO ACADEMICAMENTE AL DIA .

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado en la ciudad de Bogotá, D. C. a los quince (15) días del mes de enero de dos mil diecinueve (2019). **DEBIDAMENTE FIRMADA Y SELLADA SIN BORRONES NI ENMENDADURAS.**

  
MARTHA ROCÍO SAAVEDRA TORRES  
SECRETARIA ACADEMICA  
Facultad de Ingeniería

  
MARTHA RUBIANO GRANADA  
DECANO  
