

**Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de laboratorio
de telecomunicaciones de la Universitaria Agustiniana**

Edwin Pinilla Saenz

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería en Telecomunicaciones
Bogotá, D.C.
2022

**Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de laboratorio
de telecomunicaciones de la Universitaria Agustiniana**

Edwin Pinilla Saenz

Director

Edgar Fabian Rodríguez Veloza

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería en Telecomunicaciones
Bogotá, D.C.

2022

*El presente trabajo está dedicado a Dios
y mi familia que han sido parte fundamental
en mi crecimiento personal y profesional,
me han dado fortaleza y motivación para
afrontar los diferentes retos en el transcurso
de la carrera de ingeniería de telecomunicaciones.*

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a Dios por permitir la realización de este trabajo, brindándome salud y bienestar, agradezco a la facultad de ingeniería de telecomunicaciones y sus integrantes que contribuyeron de una forma u otra en el desarrollo de este documento y a la institución Universitaria Agustiniiana por su compromiso en mi desarrollo personal y profesional como estudiante y en general a todas las personas que hicieron esto posible.

Resumen

El objetivo central del documento es diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de los laboratorios de telecomunicaciones de la Universitaria Agustiniana, dado que estos laboratorios no cuentan con uno al momento idear este proyecto, de forma que se quiere determinar qué beneficios traería el desarrollo de este, además, se busca comprender la importancia de la gestión del mantenimiento en el mundo empresarial y más específicamente en el campo de las telecomunicaciones, de modo que se emprende un trabajo investigativo, enfocado a la realización de tareas de diagnóstico y análisis del estado técnico y operativo de los equipos con los que cuentan estos laboratorios, posteriormente se realiza una investigación de las mejores prácticas de uso de hojas de vida de equipos en la actualidad dado que estas son un elemento considerado fundamental para la gestión y planificación de un mantenimiento, finalmente se desarrolla un plan de mantenimiento basado en las instrucciones del fabricante y en la información recolectada con el que se espera sirva de apoyo en la realización de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

Palabras clave: Plan de Mantenimiento, laboratorios, telecomunicaciones, investigación, diseño, beneficios.

Tabla de contenido

1	Introducción	15
1.1	Problemática	15
1.2	Pregunta de investigación.....	16
1.3	Idea de proyecto.....	16
2	Objetivos	17
2.1	Objetivo general	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	Marco referencial	18
3.1	Estado del arte	18
3.1.1	Estudio del impacto de un nuevo plan de mantenimiento sobre los indicadores de gestión de mantenimiento de una estación base celular de comunicaciones.	18
3.1.2	Modelo de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para radio bases en telecomunicaciones 4G-LTE.	18
3.1.3	Diseño del plan de mantenimiento preventivo de los equipos del laboratorio de procesos industriales de la facultad de ingeniería industrial de las unidades tecnológicas de Santander. 19	
3.2	Marco teórico.....	20
3.2.1	Equipos del Laboratorio de telecomunicaciones.....	20
3.2.2	Calibración.....	22
3.2.3	Metrología.....	23
3.2.4	Trazabilidad metrológica.....	23
3.2.5	Mantenimiento.....	23
3.2.6	Tipos de mantenimiento.....	23
3.2.7	Plan de mantenimiento.....	25
3.2.8	Modelo Plan de mantenimiento basado en instrucciones de los fabricantes.....	25
3.2.9	Modelo Plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas.....	26
3.3	Marco legal.....	27
3.3.1	NTC-ISO/IEC 17025:2017.....	27
3.3.2	NTC-ISO 9001:2015.....	27
3.3.3	Guía ILAC G-24 OIML D 10.....	28

3.3.4	Guía GTC-ISO/IEC 99.....	28
3.3.5	Norma Técnica Colombiana NTC 3349.....	28
4	Metodología	30
5	Administración del proyecto	31
5.1	Cronograma	31
5.2	Presupuesto.....	31
6	Resultados	33
6.1	Diagnóstico del estado operativo y técnico de los equipos	33
6.1.1	Reconocimiento de equipos y observaciones.....	33
6.1.2	Equipos de laboratorio susceptibles de mantenimiento especializado.	35
6.1.3	Diagnostico costos estimados de contratacion de servicios de calibración y/o mantenimiento de equipos de medicion.	36
6.2	Mejores Prácticas de hojas de vida de maquinaria y equipo	43
6.2.1	Formato de hojas de vida de maquinaria y equipos.	43
6.2.2	Frecuencia de mantenimiento.....	45
6.2.3	Frecuencia de calibración.....	47
6.2.4	Procedimientos para equipo fuera de condiciones	47
6.2.5	Gestión del mantenimiento y hojas de vida de equipos.	48
6.2.6	Costos de mantenimiento de equipos.	48
6.2.7	Hoja de vida de equipo sugerida.	49
6.3	Manual de mantenimiento basado en instrucciones de fabricantes	51
7	Plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos especializados de laboratorios de telecomunicaciones de la Uniagustiniana basado en instrucciones del fabricante.	51
7.1	Resumen.	51
7.2	Definiciones.....	52
7.3	Lista de modelos de equipos.....	52
7.4	Hojas de vida de equipos y gestión.	53
7.5	Frecuencia y actividades de mantenimiento preventivo.	57
7.6	Tareas de mantenimiento correctivo.....	60
7.6.1	Procedimientos para equipo fuera de condiciones	61
7.7	Calibración e intervalos.	61

7.8	Ubicación y almacenamiento de equipos.	61
7.9	Indicadores de gestión del mantenimiento.	62
7.9.1	MTBF: tiempo medio entre fallos.	63
7.9.2	MTTR: tiempo medio para reparación.	63
7.9.3	Disponibilidad.	63
7.9.4	Confiabilidad.	63
7.10	Mantenimiento de Analizadores de Espectro, Tv y Satélite	63
7.10.1	Mantenimiento de Analizador de espectro 2652A BK Precisión.	63
7.10.2	Mantenimiento de Analizador de espectro GW INSTEK GSP-930.	65
7.10.3	Mantenimiento de Analizador TV y satélite PROMAX HD RANGER ULTRALITE.	66
7.11	Mantenimiento de Equipos de Fibra Óptica	67
7.11.1	Mantenimiento de OTDR EXFO AXS-100.	67
7.11.2	Manual de Medidor de Potencia óptico EXFO EPM-50.	70
7.11.3	Mantenimiento de Atenuador Variable EXFO FVA-600.	73
7.11.4	Mantenimiento de Fuente de Luz óptico EXFO FLS-600.	76
7.11.5	Mantenimiento de Empalmadora de fusión de fibra óptica TYPE-Q101-CA/T- 71C.	80
7.12	Mantenimiento de Fuentes de Voltaje e Inversores	86
7.12.1	Mantenimiento de Fuente Regulada UNI-T UTP3702S.	86
7.12.2	Mantenimiento de Fuente de Poder Regulada PROTEK PL 3005T.	86
7.12.3	Mantenimiento de Inversor de Corriente STEREN INV-600.	87
7.13	Mantenimiento de Generadores de Funciones	88
7.13.1	Mantenimiento de Generador de Funciones 4011A BK precisión.	88
7.13.2	Mantenimiento de Generador de Funciones PROTEK 9205A.	89
7.13.3	Mantenimiento de Generador de Funciones RIGOL DG 4012 y RIGOL 5102.	90
7.13.4	Mantenimiento de Generador de Funciones UNI-T UTG 9005C.	91
7.14	Mantenimiento de Osciloscopios	92
7.14.1	Mantenimiento de Osciloscopio GW-INSTEK 200 MHz GDS 2202A.	92
7.14.2	Mantenimiento de Osciloscopio 20Mhz PROTEK 6502A.	94
7.14.3	Mantenimiento de Osciloscopio 60Mhz UNI- T UTD2062CE.	95

7.14.4	Mantenimiento de Osciloscopio BK precisión 2540B.	95
7.15	Mantenimiento de Medidores de Potencia VHF y UHF.	96
7.15.1	Mantenimiento de Medidor de Potencia BIRD SERIES 43.	96
7.16	Mantenimiento de Multímetros.	97
7.16.1	Mantenimiento de Multímetro UNI-T ut33C.	97
7.16.2	Mantenimiento de Multímetro UNI-T ut39C.	98
7.16.3	Mantenimiento de Multímetro UNI-T ut58.	100
7.17	Mantenimiento de Frecuencímetros.	101
7.17.1	Frecuencímetro (contador de frecuencias de microondas) HP 5350B.	101
7.18	Mantenimiento de Sistemas de Radiofrecuencia.	102
7.18.1	Mantenimiento de RF Y Entrenador de Comunicación GW INSTEK GRF 1300. 102	
7.18.2	Mantenimiento Sistema de Entrenamiento Receptor y Transmisor Wireless de RF GRF 3300S. 102	
7.18.3	Sistema de entrenamiento de radiofrecuencia ATTEM Instruments AT- 3200A/B/C/D. 103	
7.19	Mantenimiento de otros dispositivos.	103
7.19.1	Antenas.	103
7.19.2	Probador de cable UTP TRENDnet.	104
	Conclusiones	105
8	Anexos.....	106
9	Referencias	113

Lista de tablas

Tabla 1.	Cronograma.....	31
Tabla 2.	Presupuesto.	31
Tabla 3.	Lista de referencias de equipos susceptibles de mantenimiento especializado y/o certificación de laboratorios 113B y 114B.....	36
Tabla 4.	Lista de precios de costo de mantenimiento preventivo en RF LABS.	37
Tabla 5.	Lista de precios costo de calibración en TOPTECH SAS.	38
Tabla 6.	Costos en METRICOM Limitada.	39
Tabla 7.	Costos en CIMA S.A.S.	39
Tabla 8.	Lista comparativa de precios de realización de servicio por empresas vs costo de equipos.	40
Tabla 9.	Costo total de servicios contratados en RF LABS y TOPTECH.	42
Tabla 10.	Plan de Mantenimiento Preventivo para equipos especializados de laboratorios de telecomunicaciones.	58
Tabla 11.	Problemas y posibles soluciones.	85
Tabla 12.	Problema y solución en generadores de funciones RIGOL.	91
Tabla 13.	Equipos de laboratorio 113B.....	109
Tabla 14.	Equipos de laboratorio 114B.....	111

Lista de figuras

Figura 1.	Ejemplo de Osciloscopio (Siglent technology, 2022).....	21
Figura 2.	Ejemplo de un Generador de Funciones (Isotest, S.L, 2022).....	21
Figura 3.	Ejemplo de fuente de alimentación regulada (Tecnoedu s.a, 2022).....	21
Figura 4.	Ejemplo de un Analizador de espectros (Final Test, 2022).	22
Figura 5.	Ejemplo de un multímetro (Toolboom, 2022).	22
Figura 6.	Fases de mantenimiento basado en instrucción de los fabricantes (Garrido, 2003).	25
Figura 7.	Procesos de plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas (Garrido, 2003).	27
Figura 8.	Plan de mantenimiento preventivo y correctivo.....	30
Figura 9.	Plano de laboratorio 113B, autoría propia.	35
Figura 10.	Plano laboratorio 114B, autoría propia.	35
Figura 11.	Hoja de vida de equipos sugerida, autoría propia.	51
Figura 12.	Formato hoja de vida de equipo, autoría propia.....	56
Figura 13.	Ubicación de armarios de almacenamiento en laboratorios 113B y 114B respectivamente, autoría propia.....	62
Figura 14.	Analizador de espectro 2652A BK Precisión, autoría propia.	64
Figura 15.	Instalación de batería de Analizador de espectro BK precisión 2652A (B&K Presición, 2009).....	64
Figura 16.	Analizador de espectro GSP-930, autoría propia.....	65
Figura 17.	Instalar batería Analizador de espectro GSP-930 (Good Will Instrument Co., Ltd, 2012).	66
Figura 18.	Analizador TV Y Satélite PROMAX HD RANGER ULTRALITE.....	66
Figura 19.	OTDR EXFO AXS-100 (EXFO, Inc, 2022).....	67
Figura 20.	Partes de OTDR AXS-100. Adaptado de (EXFO, Inc, 2022).....	68
Figura 21.	Conectores universales EUI (EXFO, 2006).....	68
Figura 22.	Limpieza de conectores EUI, autoría propia.	69
Figura 23.	Medidor de Potencia óptico EXFO EPM-50.....	70
Figura 24.	Conectores universales EUI (EXFO, 2006).....	70
Figura 25.	Limpieza de conectores EUI.	71
Figura 26.	Limpieza de conectores fijos.....	71

Figura 27.	Posición de adaptador de conector en EPM-50 y adaptadores compatibles, autoría propia.	72
Figura 28.	Atenuador variable FVA-600.....	73
Figura 29.	Posición y Lista de posibles conectores EUI en FVA-600. Adaptado de (EXFO, 2006)	74
Figura 30.	Retirando el casquillo EUI (EXFO Inc., 2010).....	74
Figura 31.	Limpieza de conector EUI autoría propia.	75
Figura 32.	Solución de problemas (EXFO Inc., 2010).....	76
Figura 33.	Fuente de luz óptico FLS-600.	77
Figura 34.	Posición de conectores EUI. En FLS-600 y referencias posibles. Adaptado de (EXFO, 2006).....	78
Figura 35.	Limpieza de conectores EUI en FLS-600 (EXFO, Inc., 2013).....	78
Figura 36.	Limpieza de conectores fijos.....	79
Figura 37.	Limpiador mecánico EXFO (EXFO, Inc., 2013).....	79
Figura 38.	Empalmadora de fibra óptica TYPE-Q101, autoría propia.....	80
Figura 39.	Partes de la empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).....	81
Figura 40.	Limpieza de V-grooves de empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).	82
Figura 41.	Limpieza de LED de empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).....	82
Figura 42.	Limpieza de las almohadillas de fibra óptica (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).	83
Figura 43.	Limpieza de las lentes de los microscopios de la empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).....	83
Figura 44.	Limpieza de hornos de la empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).	84
Figura 45.	Cambio de electrodos de empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).	85
Figura 46.	Fuente Regulada UNI-T UTP3702S, autoría propia.	86
Figura 47.	Fuente de Poder Regulada PROTEK PL 3005T, autoría propia.	87
Figura 48.	Reemplazo de fusible Fuente Regulada PL 3005T.	87
Figura 49.	Inversor de Corriente STEREN INV-600, autoría propia.....	88

Figura 50.	Generador de Funciones 4011A BK precisión, autoría propia.	88
Figura 51.	Generador de Funciones PROTEK 9205A, autoría propia.	89
Figura 52.	Generador de Funciones RIGOL DG 4012, autoría propia.	90
Figura 53.	Generador de funciones RIGOL DG 5102, autoría propia.	90
Figura 54.	Generador de Funciones UNIT UTG 9005C, autoría propia.	92
Figura 55.	Osciloscopio GW-INSTEK 200 MHz GDS 2202A, autoría propia.	92
Figura 56.	Ajuste de sonda (Good Will Instrument Co,ITD., 2010).	94
Figura 57.	Procedimiento cambio de fusible Osciloscopio GW-INSTEK GDS 2202A (Good Will Instrument Co,ITD., 2010).	94
Figura 58.	Osciloscopio 20Mhz PROTEK 6502A, autoría propia.	95
Figura 59.	Osciloscopio 60Mhz UNIT UTD2062CE, autoría propia.	95
Figura 60.	Osciloscopio BK precisión 2540B, autoría propia.	95
Figura 61.	Medidor de Potencia BIRD SERIES 43, autoría propia.	96
Figura 62.	Multímetro UNI-T ut33C, autoría propia.	97
Figura 63.	Desensamble de UNI-T-33C (Uni-Trend Technology Limited, 2002).	98
Figura 64.	Multímetro UNIT ut39C, autoría propia.	98
Figura 65.	Reemplazo de batería UNI-T ut39C adaptado de (UNIT-Trend technology Limited, 2004).	99
Figura 66.	Desensamble multímetro UNI-T ut39C. Adaptado de. (UNIT-Trend technology Limited, 2004).	100
Figura 67.	Multímetro UNI-T ut58, autoría propia.	100
Figura 68.	Desensamble de multímetro UNI-T 58 (UNI-Trend Technology Limited, 2001).	101
Figura 69.	Frecuencímetro (contador de frecuencias de microondas) HP 5350B, autoría propia.	101
Figura 70.	RF Y Entrenador de Comunicación GW INSTEK GRF 1300, autoría propia.	102
Figura 71.	Sistema de Entrenamiento Receptor y Transmisor Wireless de RF GRF 3300S, autoría propia.	103
Figura 72.	Sistema de entrenamiento de radiofrecuencia ATTEM Instruments AT-3200 A/B/C/D, autoría propia.	103
Figura 73.	Antenas, autoría propia.	104
Figura 74.	Probador de cable UTP TC-NT2.	104

Figura 75. Lista de reconocimiento de equipos, accesorios y dispositivos, autoría propia.109

1 Introducción

1.1 Problemática

Las Telecomunicaciones han sido y representado un gran avance para la humanidad ya que han permitido la intercomunicación mundial y esto ha facilitado un desarrollo diverso y rápido en diferentes campos.

Según el portal Asomóvil (Asociación de Claro, Tigo Une y movistar para promover los proyectos del sector de las telecomunicaciones en pro del desarrollo de Colombia). Colombia es líder en la región en la ampliación de redes de telefonía e internet, con 65 millones de líneas de telefonía móvil lo cual sugiere más líneas de conexión móvil que habitantes lo que representa un incremento de 30% frente al total estimado de habitantes que es de 51 millones adicionalmente a ello muestra un significativo incremento de conexiones a internet fijas consecuentes a la reciente pandemia del COVID 19, que superó los 8 millones para fines de marzo del año 2021 en tanto que el internet móvil alcanza las 32,9 millones de conexiones. Estas cifras dan cuenta de la infraestructura con la que actualmente cuenta Colombia en materia de Telecomunicaciones con 10 cables submarinos de conexión mundial, 2,2 millones de conexiones de banda ancha, 1.075 municipios cuentan con fibra óptica, 959 redes 4G, 28,5 millones de conexiones a internet, 7.132 Kioskos Vive Digital y un total aproximado de 1.020 zonas wifi gratuitas (Asomóvil, 2022).

Este desarrollo ha sido posible gracias a la invención de diversos dispositivos de diversas tecnologías, que combinadas se han convertido en grandes redes de telecomunicaciones en todo el mundo. El uso de estos múltiples dispositivos y el tratar de garantizar la funcionabilidad de la red en todo momento, representa un reto diario dada la magnitud de la infraestructura y la diversidad de posibles interrupciones en el servicio por lo que pronto fue una necesidad que conllevó a la realización de planes de mantenimiento para prevenir y/o corregir fallas y tratar de garantizar la funcionalidad de los servicios de las telecomunicaciones.

Esta creciente necesidad aumenta la importancia de las instituciones universitarias que cuentan con programas como la ingeniería de telecomunicaciones para que puedan impartir todo el conocimiento, experiencia y capacitación a sus estudiantes de tal manera que sus egresados cumplan con las necesidades del mundo laboral actual en este campo.

De ahí que un ingeniero de telecomunicaciones deba ser consciente de la importancia que tienen los planes de mantenimiento de la infraestructura de red y de equipos que puedan estar a su cargo y ayudar a optimizar su funcionamiento.

Por otra parte la facultad de telecomunicaciones como herramienta para su enseñanza tiene diversos equipos en sus laboratorios, los cuales necesitan un óptima gestión con el fin de que se encuentren disponibles y funcionales para los docentes y estudiantes que los requieran para un pleno aprendizaje y desempeño en la academia, por lo que la facultad presenta la necesidad de tener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo y es por tal motivo que surge la idea de diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos del laboratorio de telecomunicaciones.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles serían los beneficios de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos del laboratorio de telecomunicaciones?

1.3 Idea de proyecto

Diseñar un plan de mantenimiento para los equipos de los laboratorios de telecomunicaciones en la universitaria Agustiniense que permita una óptima gestión para un buen funcionamiento y durabilidad de los mismos.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que permita el mejoramiento del uso de los equipos que integran el laboratorio de telecomunicaciones de la Universitaria Agustiniana.

2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado operativo y técnico de los equipos del laboratorio de telecomunicaciones.
- Investigar sobre las mejores prácticas del uso de hojas de vida de equipos de laboratorio.
- Desarrollar el manual preventivo y correctivo de los equipos del laboratorio de telecomunicaciones.

3 Marco referencial

3.1 Estado del arte

3.1.1 Estudio del impacto de un nuevo plan de mantenimiento sobre los indicadores de gestión de mantenimiento de una estación base celular de comunicaciones.

Es un trabajo realizado como tesis en el cual se planteó el diseño de un plan de mantenimiento por recolectar material informativo, su investigación es de tipo no experimental teniendo en cuenta parámetros de una central de telefonía celular, se tuvo en cuenta una recopilación bibliográfica teórica y normativa de documentos relacionados al estudio del mismo.

Se realizó el correspondiente inventario de equipos que incluía equipos eléctricos, equipos de radio y transporte.

Factores que se tuvieron en cuenta fue la evaluación como variables independientes como: tiempo medio entre fallas (MTBF), tiempo medio de reparación (MTTR), como variables dependientes se consideró confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad aplicadas a una población de estaciones base celulares.

Como técnica de recolección de datos se utilizó fichas de registro de fallas en las que se incluía funciones del equipo, causas de fallas, impacto técnico y económico, se consideran medidas preventivas y correctivas utilizadas previamente por la empresa como plan de mantenimiento.

Se elaboran diagramas de causa y efecto, diagrama de Pareto análisis de modo y efecto (AMEF) con la recolección previa luego se elabora un plan de mantenimiento y de acuerdo a ello se proyecta un análisis de posibles beneficios económicos basados en la confiabilidad y de disponibilidad.

Por último, con la ayuda de un software llamado ProModel se realizó el modelo de los sistemas de una EBC el cual validó los datos de los parámetros que calcularon y concluyó que habría una reducción de daños significativa, un aumento en la disponibilidad de los equipos y una estimación de ahorro económico para la empresa beneficiada (Alvarez & Montalvo, 2021).

3.1.2 Modelo de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para radio bases en telecomunicaciones 4G-LTE.

Es un trabajo de investigación como tesis de posgrado en la cual su finalidad es elaborar un plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para los equipos que componen las radio estaciones base de telecomunicaciones que poseen tecnología 4G y que pertenecen a una empresa denominada TELECEL S.A. según el autor la compañía tiene un plan de mantenimiento preventivo y correctivo y para su realización contrata una empresa dedicada a esta labor sin embargo de

acuerdo a datos recolectados por la misma empresa contratante se puede concluir que el índice de confiabilidad y disponibilidad era muy bajo con relación a una propuesta de mantenimiento basada en MCC, la cual esta define la aplicación de una metodología basada en 7 preguntas que al ser respondidas describe para cada equipo, función, fallas, modos de fallas, efectos de las fallas y consecuencias de las fallas; con base en ello se determinan las actividades necesarias de mantenimiento brindando una mayor confiabilidad en los equipos, estimada por expertos que evaluaron la posible implementación de un plan basado en (MCC).

Como objetivos se plantea reducción de costos por averías accidentales que conllevan a pérdidas de producción o de servicios, limitar el deterioro de la maquinaria y degradación de la calidad del servicio.

De acuerdo a la metodología propuesta se elabora una lista ordenada de los equipos con estructura arbórea de manera que se identifique la dependencia de un equipo a otro, en este listado se codifican los equipos, seguidamente se elabora un listado de funciones y especificaciones en la cual se detalla cada una de ellas. Determinación de fallos funcionales, en este punto se busca establecer las posibles fallas que afectaron el funcionamiento y sus consecuencias frente a estas, así como fallas técnicas que generan un funcionamiento parcial o anormal del equipo lo que podría representar una falla funcional o posible degradación del equipo, como parte del análisis es importante contar con un historial de averías, en el que se registre los datos más relevantes del equipo, fecha en que se produjo la falla, tipo de falla y/o diagnóstico, incidencias, entre otras. Luego se procede a determinar los modos de fallo en los que se busca definir la causa primaria del fallo y las posibles circunstancias que lo conllevan. Luego se crea un análisis de la gravedad de los fallos, análisis de criticidad, según el modelo propuesto se clasifica las consecuencias en cuatro grupos: consecuencias de las fallas no evidentes u ocultas, consecuencias en la seguridad y el medio ambiente, consecuencias operacionales, consecuencias que no son operacionales. Para la última fase se determina las medidas preventivas según su criticidad a manera de prevención de fallo para las cuales se tienen en cuenta cinco: tareas de mantenimiento, mejoras, formación del personal, modificación de instrucciones de operación y modificación de instrucciones de mantenimiento (Cadena, 2019).

3.1.3 Diseño del plan de mantenimiento preventivo de los equipos del laboratorio de procesos industriales de la facultad de ingeniería industrial de las unidades tecnológicas de Santander.

Es un trabajo en el cual los autores desarrollaron un plan de mantenimiento preventivo a los equipos y herramientas del laboratorio de procesos industriales de las unidades tecnológicas de Santander en el cual señala haber implementado una metodología en la que se realizó un inventario de equipos y herramientas pertenecientes al laboratorio de las cuales se listaron cantidades, modelos, características, codificación y ubicación, con ello se elabora una hoja de vida de cada uno de los equipos como factor determinante, en el cual se registran características operacionales, componentes, mejoras y datos relevantes para la construcción de rutinas en el diseño de un plan que sirva como mantenimiento preventivo.

El tipo de metodología utilizada se difiere como secuencial en la cual establece pasos a seguir basado en investigaciones previas realizadas por diferentes autores.

Finalmente ejecuta un plan piloto para el mantenimiento preventivo de los equipos basado en las rutinas desarrolladas previamente para cada equipo.

Como recomendación sugieren la capacitación de la persona encargada de laboratorios para que lleve un control sobre el historial de los equipos y su mantenimiento; así como la importancia de enseñar a los estudiantes la forma de uso apropiado de los mismos y sus cuidados como forma que ayude a prevenir posibles fallos dado que son los mismos estudiantes quienes se benefician de la disponibilidad y utilización de los activos de que dispone la institución académica (Novoa & García, 2021).

3.2 Marco teórico

3.2.1 Equipos del Laboratorio de telecomunicaciones.

En un laboratorio de telecomunicaciones hay diversos tipos de equipos utilizados para la realización de ensayos y pruebas, representan un factor importante para el desarrollo de estas, a continuación, se muestran algunos de ellos:

Osciloscopio. El osciloscopio es un instrumento que puede ser analógico o digital, de medición electrónica usado para la representación gráfica y análisis de señales que varían en el tiempo de las cuales calcula aspectos como voltaje, corriente, periodo de una señal, frecuencia, amplitud de la señal y su respectiva grafica (Equipos y Laboratorio de Colombia, 2022).

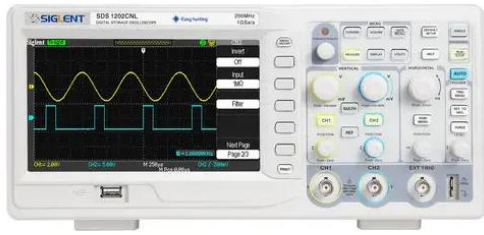


Figura 1. Ejemplo de Osciloscopio (Siglent technology, 2022).

Generador de funciones. El generador de funciones es un aparato electrónico usado como fuente de señales con capacidad de producir diferentes formas de onda como sinusoidales, cuadradas, triangulares entre otras con un amplio rango de frecuencias, parámetros como amplitud, frecuencia, fase, tiempo de subida y bajada, el periodo de la señal; las señales se pueden usar como elementos de análisis por otros equipos de medición. En la Figura 2 se muestra el aspecto de un generador de funciones (Acmax de Mexico, 2019).



Figura 2. Ejemplo de un Generador de Funciones (Isotest, S.L, 2022).

Fuente de alimentación regulada. Es un aparato electrónico que tiene como principal función suministrar voltaje y corriente reguladas ya sea en corriente alterna o corriente directa para realizar ensayos o análisis de variados tipos. En la Figura 3 se muestra el aspecto de una fuente de alimentación regulada (Acmax de Mexico, 2019).



Figura 3. Ejemplo de fuente de alimentación regulada (Tecnoedu s.a, 2022).

Analizador de espectros. Un analizador de espectro es un equipo de medición electrónica que se usa para graficar los componentes en un espectro de frecuencias ya sean ondas eléctricas, ópticas

o acústicas, y que se basa en el análisis de Fourier para descomponer estas señales y analizarlas. En la Figura 4 se muestra la apariencia de un analizador de espectros (Final Test, 2022).



Figura 4. Ejemplo de un Analizador de espectros (Final Test, 2022).

Multímetro. Un multímetro también conocido como tester es un instrumento de medida de distintos parámetros y magnitudes eléctricas como el voltaje, la resistencia, la intensidad de corriente entre otras. Dentro de sus funciones se pueden mencionar medición de resistencia, prueba de continuidad, mediciones de tensiones de corriente alterna y directa, medición de intensidad de corriente en alterna y directa, medición de la capacitancia, frecuencia, etc. (Luis, 2022).



Figura 5. Ejemplo de un multímetro (Toolboom, 2022).

3.2.2 Calibración.

Según la guía GTC-ISO/IEC 99 la calibración se define como:

“Operación que bajo condiciones especificadas establece en una primera etapa una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y en una segunda etapa utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de una medición a partir de una indicación” (ICONTEC, 2009).

En pocas palabras es la comparación de mediciones de un equipo con patrones aceptados y comprobar que los márgenes de incertidumbre estén dentro de parámetros de aceptación o

tolerancia. Con este se busca dar el visto de si el equipo es apto o no para realizar mediciones trazables.

3.2.3 Metrología.

Se define como la ciencia encargada de las mediciones y la aplicación de estas (ICONTEC, 2009).

3.2.4 Trazabilidad metrológica.

Se refiere a una secuencia ininterrumpida y documentada de calibraciones hasta la generación de un patrón o procedimiento de medida.

3.2.5 Mantenimiento.

El mantenimiento se define como el conjunto de técnicas orientado a la preservación y funcionalidad de equipos e instalaciones de cualquier índole en entorno de servicio que busca durar el mayor tiempo posible priorizando su disponibilidad y con el máximo rendimiento.

El mantenimiento busca prevenir y/o solucionar fallas en los equipos, aunque en sus orígenes simplemente sirvió como método correctivo de fallas, a partir de mediados del siglo XX, aparece el concepto de fiabilidad y los departamentos de mantenimiento, los cuales buscan no solo solucionar fallas sino prevenirlas, como propósito de ello se busca aumentar y garantizar la producción, evitar pérdidas por fallas incluyendo costos asociados como resultado de esto nace el mantenimiento preventivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistida por ordenador y el mantenimiento basado en fiabilidad (RCM).

EL RCM es un modelo de gestión tecnológica que se sustenta en el estudio de los equipos, análisis de los modos de fallo, la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

En los años 80 aparece un modelo de mantenimiento denominado Mantenimiento Productivo Total conocido como TPM “cero averías” en el cual el mantenimiento era realizado por los mismos trabajadores como manera en que estos se implicaran en el cuidado de las máquinas de tal manera que realizaban tareas de limpieza, lubricación, ajustes y reparaciones menores como propósito en concreto era tener cero averías. Con el tiempo estos métodos se han ido combinando dependiendo las necesidades o requerimientos de las empresas y sus políticas (García, 2010).

3.2.6 Tipos de mantenimiento.

Mantenimiento preventivo. Es una técnica de mantenimiento en la cual se intenta prevenir las consecuencias de fallas e inconvenientes que surgen en el equipo haciendo revisión, ajuste y/o

cambio de piezas o partes del sistema que pudieran causar averías con una cierta periodicidad que puede determinarse bajo criterios estadísticos.

Un plan de mantenimiento preventivo generalmente comprende tareas básicas como:

- Limpieza y revisiones periódicas.
- Conservación de equipos y protección contra los agentes ambientales.
- Reparación y cambio de partes identificadas como susceptibles de falla.
- Reparación y recambios planificados.

La ventaja principal de este tipo de técnica es que puede evitar fallos al ser posiblemente detectados y corregidos durante el mantenimiento periódico de revisión y ajuste (Fernández, García, Orcajo, Cano, & Solares, 1998).

El mantenimiento preventivo puede realizarse de tres maneras:

Potencial fijo: revisión de componentes con intervalos de tiempo iguales entre revisiones, donde el componente se desmonta antes de fallar y se restaura a cero horas.

Según condición: Dependiendo del estado de los componentes en inspecciones periódicas, se revisan cuando exceden los límites de funcionamiento. Este tipo de mantenimiento se efectúa en componentes eléctricos y electrónicos y en los instrumentos.

Control de actuaciones: en este tipo se realiza el desmontaje de componentes para su examen. Se suele utilizar en sistemas electrónicos complejos o en aquellos equipos que es no se pueden predecir fallos.

Tiempo medio entre fallos (MTBF): es una función para calcular la vida media del componente, el tiempo entre revisiones teniendo en cuenta la fiabilidad lograda en la anterior revisión.

Tiempo medio entre revisiones (MTBO): las revisiones se hacen a en tiempos regulares especificados o bien aprovechando el desmontaje del equipo (Creus, 2005).

Mantenimiento correctivo. Es un mantenimiento simple e inevitable que consiste en reparar el daño ocasionado al aparato o maquina y que eventualmente pudo generar interrupciones en producción o servicios que pueden ser cortos o prolongados dependiendo la gravedad o tipo de falla.

Mantenimiento predictivo. El mantenimiento predictivo es un análisis de parámetros del funcionamiento del sistema estudiando su comportamiento temporal para detectar averías antes de que se presenten daños graves. En este tipo de mantenimiento se analizan aceites, medición de

temperaturas, análisis de presiones diferenciales, medición de espesores, medición de nivel de ruido y vibraciones en el aparato (Calloni, 2007).

3.2.7 Plan de mantenimiento.

Un plan de mantenimiento se define como el conjunto de tareas de mantenimiento programado enfocadas en la conservación de los equipos, siguiendo criterios de alguna índole, dentro de este cabe considerar que no todos los equipos se les realiza mantenimiento preventivo dado que en ocasiones resulta más económico ejecutar políticas netamente correctivas (Renove Tecnología S. L, 2022).

Según Santiago García, presidente de la Asociación Española de Ingeniería del Mantenimiento y director Técnico de RENOVETEC, empresa dedicada al mantenimiento y creadora de normas IRIM, basadas en buenas prácticas de mantenimiento; La elaboración de un plan de mantenimiento puede hacerse de tres maneras:

- Generando un plan basado en las instrucciones de los fabricantes de cada uno de los equipos que integran la instalación o planta.
- Generando un plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas y experiencia de los técnicos que trabajan en el lugar.
- Realizando un plan basado en un análisis de fallos que buscan evitarse.

3.2.8 Modelo Plan de mantenimiento basado en instrucciones de los fabricantes.

En este modelo de plan es indicado para plantas que no tienen ningún plan de mantenimiento y como su nombre lo indica se realiza teniendo en cuenta las instrucciones de la fabricante dispuesta en los manuales de usuario; este modelo plantea tres fases en la Figura 6 se muestran.



Figura 6. Fases de mantenimiento basado en instrucción de los fabricantes (Garrido, 2003).

Fase 1 Recopilación de manuales y de instrucciones de los fabricantes. Se sugiere realizar una lista previa de los equipos importantes de la instalación y disponer de los manuales de cada equipo.

En esta fase se realiza una recopilación de la información de los equipos de interés haciendo uso de los manuales provistos por sus fabricantes de manera que en estos se extrae datos como características, especificaciones y recomendaciones para la adecuada manipulación de estos, así como información concerniente a mantenimiento preventivo y correctivo luego agruparla.

Fase 2 Recopilación de la experiencia de los técnicos. Es conveniente contar con la experiencia de técnicos en mantenimiento que pudieran sugerir tareas no incluidas en los manuales del fabricante y que pudieran ser útiles y pertinentes para la elaboración de un plan de mantenimiento.

Fase 3 Mantenimiento Legal. En esta fase se debe considerar si el equipo debe cumplir normas reglamentarias, estas tienen que ver con la seguridad para la realización de un mantenimiento, por lo que equipos de la siguiente lista pueden tener obligaciones legales: ERM, sistemas de alta tensión, torres de refrigeración, puentes grúa, vehículos, tuberías y equipos a presión, instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido, sistemas de control de emisiones, y vertidos, sistemas contraincendios, sistemas de climatización de edificios intercambiadores de placas, almacén de productos químicos, etc. (Renove Tecnología S. L, 2022).

3.2.9 Modelo Plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas.

Para esta forma de hacer un plan de mantenimiento se tiene el un esquema como en la Figura 7

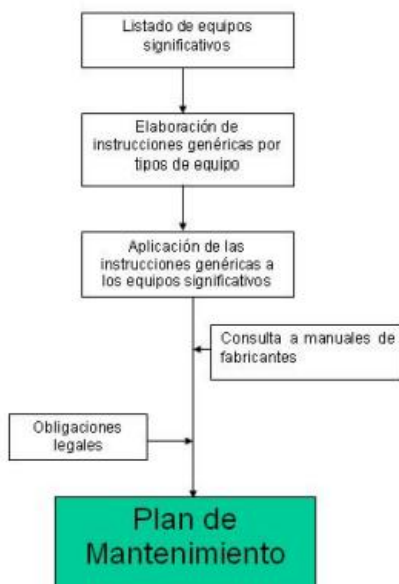


Figura 7. Procesos de plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas (Garrido, 2003).

Fase 1 Lista de equipos importantes. En esta fase se plantea listar los equipos que representan mayor importancia y a los cuales se les puede generar tareas genéricas.

Fase 2 tareas genéricas. De acuerdo al listado anterior se establece tareas genéricas para cada equipo como tareas de limpieza y verificación estas tareas son normalmente suministradas por personal de mantenimiento.

Fase 3 Recopilar la información para tareas de mantenimiento de los manuales del fabricante. En esta fase se realiza la búsqueda de información provista por los fabricantes en los manuales de usuario relacionadas al mantenimiento sugerido por estos

Fase 4 Mantenimiento legal. Se realiza lo mismo que en la **Fase 3 Mantenimiento Legal.** Del modelo basado en instrucciones del fabricante.

3.3 Marco legal

En el marco legal para el desarrollo de este proyecto no se encontraron leyes asociadas al mantenimiento de equipos en el país, sin embargo, si existen normas y guías que sirven como herramientas a tener en cuenta a la hora de desarrollar el documento.

3.3.1 NTC-ISO/IEC 17025:2017.

Esta norma internacional establece requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y o calibraciones, incluido el muestreo. Abarca ensayos y calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados desarrollados por el propio laboratorio.

Esta norma internacional es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo y/o calibración.

Esta norma es para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de calidad, administrativas y técnicas.

La aplicación de esta norma cubre requisitos establecidos en la Norma ISO9001.

3.3.2 NTC-ISO 9001:2015.

En Colombia existen normas como NTC- ISO 9001:2015 que buscan una gestión de calidad para la producción de un producto o servicio a nivel empresarial a través de la gestión de procesos en cuanto a diversos temas y establecen requisitos del logro de los mismos y brindan una

certificación temporal con el propósito de que las empresas busquen una constante mejora y optimización.

Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad si la organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios de manera que priorice la satisfacción del cliente, el cumplimiento de requisitos legales y reglamentarios aplicables a través de una gestión procesos.

Dentro de esta norma en el apartado 7.1 “RECURSOS” establece que la organización “debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del sistema de gestión de la calidad” así como en el apartado de 7.1.3 “INFRAESTRUCTURA” se menciona y se sugiere que “la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios” y en la cual se considera como parte de la infraestructura equipos, incluyendo hardware y software, tecnologías de la información y la comunicación, recursos de transporte, edificios y servicios asociados (icontec internacional, 2015).

Sin embargo, la adopción de estas es de carácter opcional de tal manera que son las organizaciones mismas las que determinan que procedimiento a seguir para su optimización y mejora.

3.3.3 Guía ILAC G-24 OIML D 10.

Es un documento guía realizado por International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) que traduce Cooperación Internacional de Acreditación de laboratorios en el cual describe métodos para determinar los intervalos de calibración de un equipo de medición en laboratorios.

Métodos como ajuste automático o escalera, gráficos de control, tiempo en uso, controles en servicio o ensayo de caja negra, otros enfoques estadísticos son los descritos en esta guía.

3.3.4 Guía GTC-ISO/IEC 99.

Es una guía técnica colombiana que describe el vocabulario internacional de metrología, conceptos fundamentales, generales y términos asociados con el cual se busca dar claridad sobre la terminología usada en normas ISO y que sirve como base para la gestión en empresas, laboratorios y entes relacionados.

3.3.5 Norma Técnica Colombiana NTC 3349.

Es una norma que define los principales conceptos básicos que involucran la confiabilidad, el mantenimiento y la disponibilidad en el campo del procesamiento de datos.

Su principal objetivo es facilitar la comunicación internacional en el procesamiento de datos por lo que incluye vocabulario pertinente para el desarrollo de este documento (Instituto Colombiano de normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 1997).

4 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se plantea una investigación aplicada dado que tiene por objetivo ayudar a resolver problemas y o preverlos en el caso concreto diseñar un plan de mantenimiento funcional para los laboratorios de telecomunicaciones, que podría beneficiar la comunidad educativa, para ello se realizara una investigación y recopilación de información suministrada por fabricantes, también se realiza una investigación técnicas favorables que posibiliten el diseño de un plan de mantenimiento como propuesta de aplicación a los laboratorios. En la Figura 8 se presenta como esquema metodológico del proceso de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los laboratorios de telecomunicaciones de la Universitaria Agustiniana.

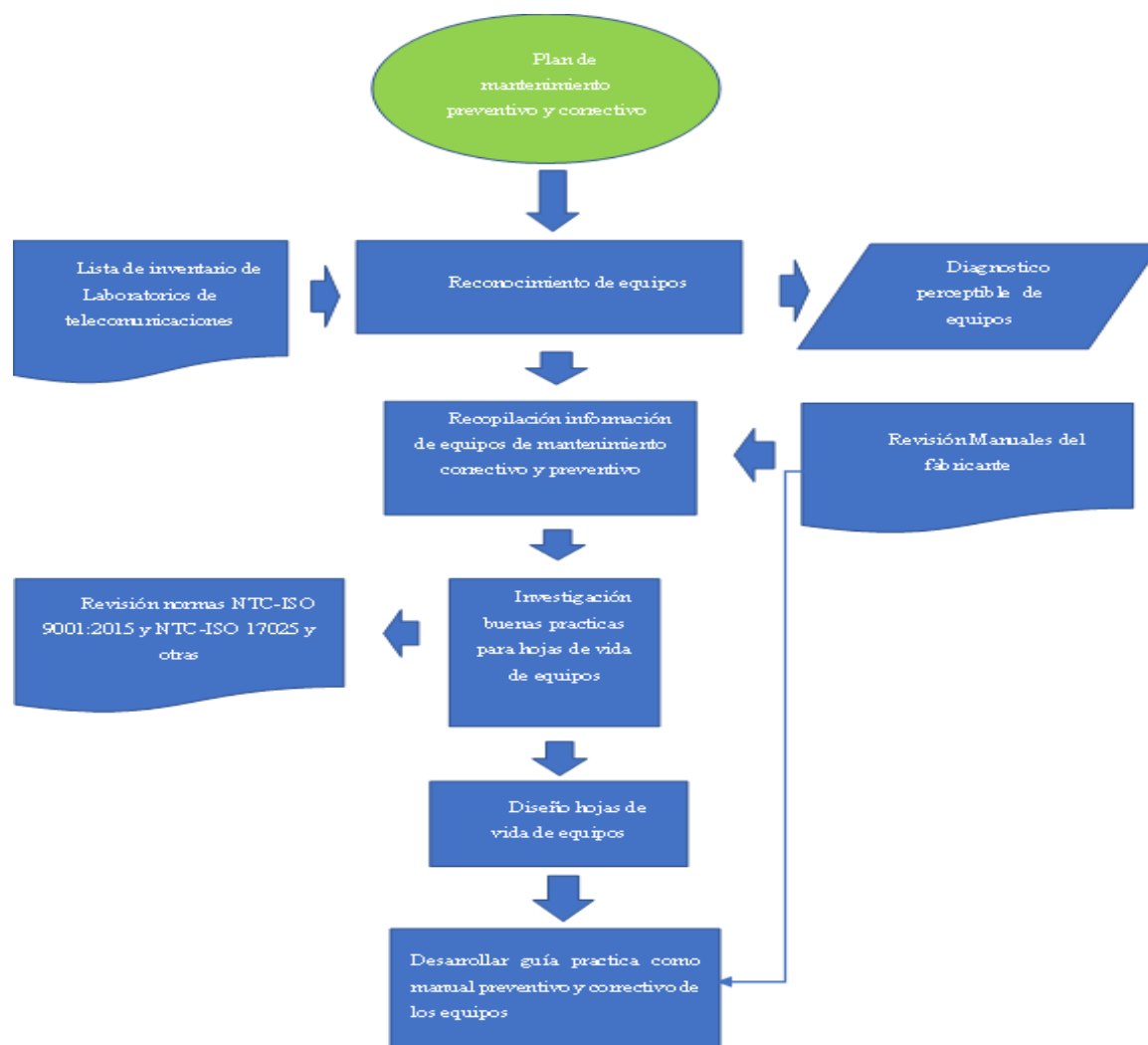


Figura 8. Plan de mantenimiento preventivo y correctivo.

5 Administración del proyecto

5.1 Cronograma

Tabla 1. Cronograma.

Cronograma

Semana Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Listar equipos	■	■	■	■													
Inspeccionar equipos		■	■	■	■												
Investigación sobre mantenimiento			■	■	■	■	■	■									
Investigación sobre buenas prácticas para hacer hojas de vida de equipos de laboratorio			■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Recopilar información de manuales de los fabricantes					■	■	■	■	■	■	■						
Diseñar hoja de vida para equipos							■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Elaborar manual preventivo y correctivo										■	■	■	■	■	■		

5.2 Presupuesto

En la Tabla 2 se realiza una estimación como presupuesto para la realización del proyecto y en la que se relacionan los principales conceptos de gastos.

Tabla 2. Presupuesto.

Presupuesto

Concepto	Valor unitario	Cantidad	Valor
----------	----------------	----------	-------

Teléfono Celular	\$1.300.000	1	\$1300.000
Galón de Combustible para transporte en moto	\$ 9500	15	\$ 142.500
Servicio de Internet	\$ 80.000	4	\$ 320.000
Notebook	\$ 2.300.000	1	\$ 2.300.000
Recurso humano, tiempo invertido	\$ 100.000	120	\$ 12.000.000
Total			\$ 16.062.500

6 Resultados

6.1 Diagnóstico del estado operativo y técnico de los equipos

6.1.1 Reconocimiento de equipos y observaciones.

El listado del reconocimiento de equipos hecho en los laboratorios véase Figura 75 en Anexos, se consideraron principalmente los equipos de medición y ensayo para el desarrollo de este documento.

Como diagnóstico operativo y técnico de los equipos se consideraron tareas de investigación conocer si los equipos cuentan con:

- Hojas de vida.
- Plan de mantenimiento y personal encargado de realizarlo.
- Registro de fallas, calibraciones y/o mantenimientos.
- Inventario de equipos y codificación gestionadas por la universidad.
- Manuales de usuario impresos o digitales dispuestos por el fabricante en el laboratorio.
- Información sobre el proveedor.
- Estado operacional perceptible.
- Condiciones de almacenamiento.

De acuerdo a información recolectada en los laboratorios 113B y 114B, existe inventario de equipos y codificación de los mismos en una lista de inventario de laboratorios el cual me fue suministrado; en ese inventario se incluyen además de equipos, herramientas, muebles, accesorios, y elementos resultados de proyectos de la institución. Cabe aclarar que para el fin de este documento solo se tuvo en cuenta el inventario de equipos, esto incluye sus accesorios de la facultad de telecomunicaciones, dado que en estos laboratorios también se encuentran equipos de cómputo pero que están relacionados al área de Tecnologías de la universidad.

Dentro de la información recolectada se pudo evidenciar que algunos aparatos cuentan con manual, pero la mayoría no. Existe un registro con hojas de vida de los equipos que se utilizaba previos a la pandemia del COVID 19 y que desde entonces no presenta actualización de registro de fallas, calibraciones o de mantenimientos realizados. De estos registros se puede concluir que muchos tienen datos que están erróneos o incompletos en cuanto a información relacionada a los fabricantes, proveedores y a los mismos equipos. Los formatos utilizados son los mismos para todos los equipos lo cual no garantiza la relación de información relevante para cada tipo de equipo ni que los datos ingresados, correspondan a los solicitados es decir por ejemplo el caso de

servidores debería incluir detalles como la capacidad de memoria RAM, disco, sistema operativo, etc. En el caso de por ejemplo un analizador de espectro, el formato no diferencia entre frecuencia de alimentación y el rango de frecuencias para las cuales el equipo está diseñado y es capaz de analizar según su fabricante por lo que esto podría ser una de las posibles causas de confusión y error a la hora de llenar el formato.

También se pudo establecer que los mantenimientos preventivos históricamente realizados estaban a cargo de los laboratoristas con una frecuencia de seis meses en la cual se realizaban tareas de limpieza y prueba de funcionamiento y en algunos equipos como multímetros, cambio de piezas como fusibles y baterías. En cuanto a certificaciones de calibraciones existentes, fueron las incluidas con el equipo por su fabricante y algunas pocas suministradas por el laboratorio que contrato la institución para la verificación y aprobación de algunos equipos, sin embargo, la datación de estos documentos supera los 4 años. Los fabricantes de equipos especializados como osciloscopios, generadores de señales y ondas arbitrarias, analizadores de espectro, multímetros, medidores de potencia, frecuencímetros etc. Recomiendan una calibración cada cierto tiempo que usualmente varía entre 1 y 3 años y aunque ni la norma NTC-ISO 17025:2015 ni la guía ILAC G-24 establecen una periodicidad fija para la calibración de equipos, ya que esta puede diferir bajo diferentes circunstancias a las cuales este sometido el aparato que pueden ser ambientales, carga de trabajo, manipulación, entre otras, si se recomienda su realización y certificación. Esta calibración sirve para saber al comparar con equipos de mayor precisión el funcionamiento del equipo y comprobar que este realizando bien sus mediciones y establecer si se encuentra dentro de parámetros de trazabilidad. Esta calibración puede ser realizada por parte de laboratorios acreditados por la entidad nacional de acreditación que en Colombia es la ONAC o entidades de acreditación internacional.

En la Tabla 13 y Tabla 14 véase en Anexos, se muestra la información de que referencias de equipos presentan manual de usuario suministrado por el fabricante en el laboratorio.

También se consideró las condiciones en donde se encuentran almacenados los equipos dado que esto afecta directamente la durabilidad de los mismos, estos se encuentran almacenados a temperatura ambiente en armarios ubicados como en la Figura 9 y Figura 10 en cada laboratorio.

Se mantienen bajo llave a cargo de los laboratoristas y para disponer de ellos se debe solicitarles permiso, lo cual es positivo como método de almacenamiento y control.

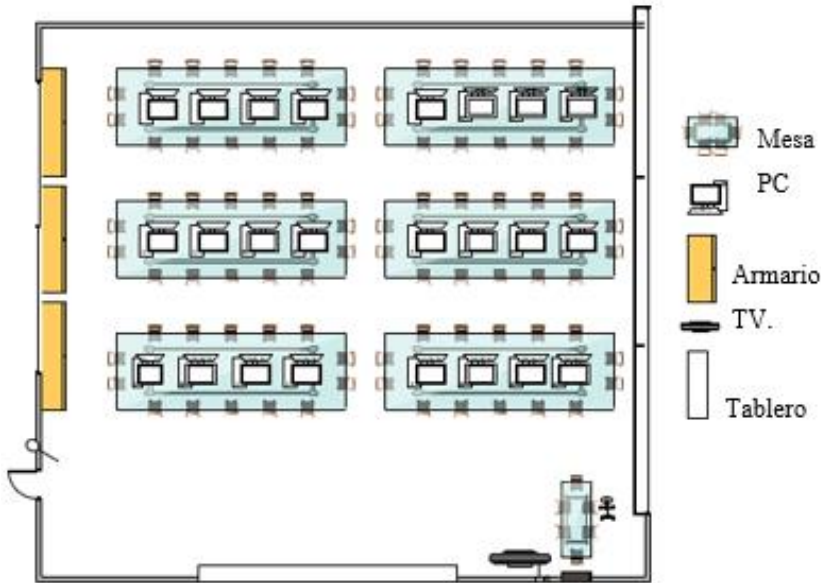


Figura 9. Plano de laboratorio 113B, autoría propia.

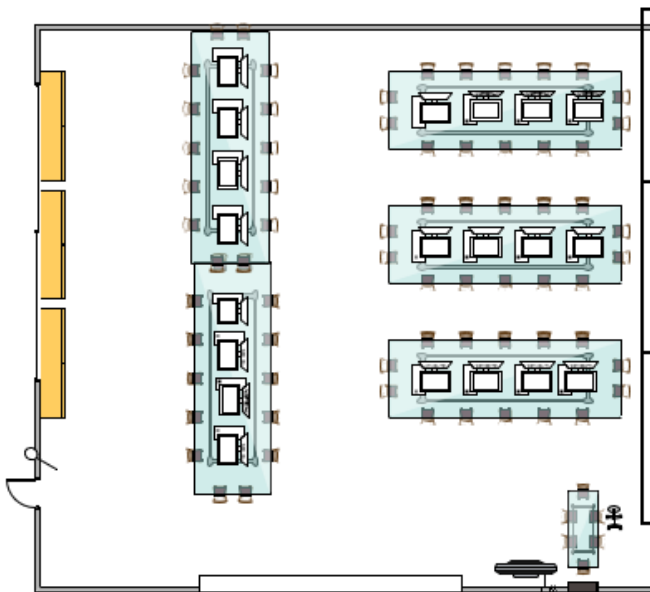


Figura 10. Plano laboratorio 114B, autoría propia.

6.1.2 Equipos de laboratorio susceptibles de mantenimiento especializado.

De las anteriores listas mencionadas, los equipos de medición de los laboratorios que pueden llegar a requerir mantenimiento preventivo y calibración especializado se listan a continuación en la Tabla 3, sin embargo, posteriormente se realizara una comparación del costo de equipo vs mantenimiento preventivo para establecer la viabilidad de contratar mantenimientos preventivos y o calibraciones.

Tabla 3. Lista de referencias de equipos susceptibles de mantenimiento especializado y/o certificación de laboratorios 113B y 114B.

Equipo	Marca	Modelo
Multímetro Digital	UNI-T	UT58B
Multímetro Digital	UNI-T	UT39C
Multímetro Digital	UNI-T	UT33C
Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T
Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S
Generador de Funciones	PROTEK	9205A
Generador de Funciones	BK PRECISION	4011A
Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C
Generador de Funciones	RIGOL	DG4102
Generador de Funciones	RIGOL	DG5102
Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A
Osciloscopio Digital	BK PRECISION	2540B /B-GEN
Osciloscopio Digital	GW INSTRON	GDS-2202A
Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE
Analizador de Espectro	GW INSTRON	GSP-930
Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A
Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	J0SSAP14
Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50
Atenuador Variable	EXFO	FVA-600
OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100
Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600
Empalmadora de Fibra Óptica	SUMITOMO ELECTRIC	TYPE-Q101-CA
Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43
Frecuencímetro	HP	5350B

6.1.3 Diagnostico costos estimados de contratacion de servicios de calibración y/o mantenimiento de equipos de medicion.

Para establecer la viabilidad de contratar servicios de un laboratorio especializado en la calibracion y/o mantenimiento de estos equipos se averiguo a empresas dedicadas a ofrecer estos servicios de las cuales las siguientes dieron cotización.

Se consulto la empresa RF LABS el cual ofrece servicios de mantenimiento, reparacion, calibración, diseño y capacitación. Tambien ofrecen revision sin costo.

Por el costo reflejado en la Tabla 4, el servicio ofrecido por esta empresa para la referencia de equipos consultados consta de tres partes: mantenimiento preventivo en el cual se hace limpieza electrico-mecanica incluye verificacion de baterias, circuitos de carga, limpieza interna y externa, se realizan ajustes si el instrumento esta fuera de tolerancia y se suministra un certificado de calibración trazable soportado en equipos certificados por la ONAC y/o equipos certificados internacionalmente. Los equipos de medición de potencia de radiofrecuencia con los cuales cuenta tienen una capacidad de hasta 50 GHZ.

Tabla 4. Lista de precios de costo de mantenimiento preventivo en RF LABS.

Equipo	Marca	Modelo	Costo
Multímetro Digital	UNI-T	UT58B	\$ 350.000
Multímetro Digital	UNI-T	UT39C	\$ 350.000
Multímetro Digital	UNI-T	UT33C	\$ 350.000
Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T	\$ 270.000
Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S	\$ 270.000
Generador de Funciones	PROTEK	9205A	\$ 380.000
Generador de Funciones	BK PRECISION	4011A	\$ 380.000
Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C	\$ 380.000
Generador de Funciones	RIGOL	DG4102	\$ 380.000
Generador de Funciones	RIGOL	DG5102	\$ 380.000
Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A	\$ 450.000
Osciloscopio Digital	BK PRECISION	2540B /B-GEN	\$ 450.000
Osciloscopio Digital	GW INSTRUK	GDS-2202A	\$ 450.000
Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE	\$ 450.000
Analizador de Espectro	GW INSTRUK	GSP-930	\$ 2.100.000
Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A	\$ 2.100.000
Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	J0SSAP14	\$ 2.100.000
Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50	\$ 80.000
Atenuador Variable	EXFO	FVA-600	\$ 60.000
OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100	\$ 300.000
Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600	\$ 80.000
Empalmadora de Fibra Óptica	SUMITOMO ELECTRIC	TYPE-Q101-CA	\$ 1.200.000
Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43	\$ 230.000

Frecuencímetro	HP	5350B	\$	510.000
----------------	----	-------	----	---------

Se consulto también TOTTECH SAS, dedicada a venta de equipos de medición a la industria de las TIC's, calibración de instrumentos de medición para telecomunicaciones para RF de hasta 40 GHZ y de equipos de medición óptica además de reparación de empalmadoras de fibra óptica de todas las marcas y mantenimiento a equipos e instrumentos de prueba y medida empleados en las telecomunicaciones. En la Tabla 5 está la lista de precios ofrecidos por esta empresa para la calibración de esa referencia de equipos; en el caso de la empalmadora de fibra incluye un mantenimiento preventivo y ajuste.

Tabla 5. Lista de precios costo de calibración en TOPTECH SAS.

Equipo	Marca	Modelo	Costo
Multímetro Digital	UNI-T	UT58B	\$ 280.000
Multímetro Digital	UNI-T	UT39C	\$ 280.000
Multímetro Digital	UNI-T	UT33C	\$ 280.000
Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T	\$ 280.000
Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S	\$ 280.000
Generador de Funciones	PROTEK	9205A	\$ 350.000
Generador de Funciones	BK PRECISION	4011A	\$ 350.000
Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C	\$ 350.000
Generador de Funciones	RIGOL	DG4102	\$ 350.000
Generador de Funciones	RIGOL	DG5102	\$ 350.000
Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A	\$ 579.515
Osciloscopio Digital	BK PRECISION	2540B /B-GEN	\$ 579.515
Osciloscopio Digital	GW INSTRON	GDS-2202A	\$ 579.515
Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE	\$ 579.515
Analizador de Espectro	GW INSTRON	GSP-930	\$ 980.000
Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A	\$ 980.000
Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	J0SSAP14	\$ 980.000
Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50	\$ 320.000
Atenuador Variable	EXFO	FVA-600	\$ 450.000
OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100	\$ 700.000
Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600	\$ 320.000
	SUMITOMO		
Empalmadora de Fibra Óptica	ELECTRIC	TYPE-Q101-CA	\$ 650.000
Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43	\$ 743.000
Frecuencímetro	HP	5350B	\$ 900.000

Se consulto otra empresa conocida como METRICOM LIMITADA la cual brinda servicios de mantenimiento, reparación, calibración, consultoría en mediciones, renta de equipos y entrenamiento para el campo de las telecomunicaciones. Esta empresa brindo estos valores con IVA incluido para las referencias en la Tabla 6 para servicios de mantenimiento y calibración trazable a NIST.

Tabla 6. Costos en METRICOM Limitada.

Cant.	Equipo	Modelo	Serie	Costo Unid.	Costo *Cant.
2	Analizador de Espectro	GW INSTEK	GSP-930	\$ 1.666.000	\$ 3.332.000
1	Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A	\$ 1.666.000	\$ 1.666.000
1	Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	J0SSAP14	\$ 1.666.000	\$ 1.666.000
1	Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50	\$ 773.500	\$ 773.500
1	Atenuador Variable	EXFO	FVA-600	\$ 773.500	\$ 773.500
1	OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100	\$ 1.309.000	\$ 1.309.000
2	Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600	\$ 773.500	\$ 1.547.000
1	Empalmadora de Fibra Óptica	SUMITOMO ELECTRIC	TYPE- Q101-CA	\$ 1.178.100	\$ 1.178.100
2	Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43	\$ 1.309.000	\$ 2.618.000
1	Frecuencímetro	HP	5350B	\$ 1.428.000	\$ 1.428.000
				TOTAL	\$ 16.291.100

También se consultó la empresa CIMA S.A.S dedicada a servicios de calibración con estándares internacionales según NTC-ISO 17025, servicios aeronáuticos, capacitación, reparación de equipos electrónicos y alquiler de equipos la cual ofreció estos costos por calibración trazable de equipos referenciados en la Tabla 7.

Tabla 7. Costos en CIMA S.A.S.

Cant.	Equipo	Marca	Modelo	Costo/Unid	Costo*Cant.
11	Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T	\$ 341.000	\$ 3.751.000
1	Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S	\$ 341.000	\$ 341.000
2	Generador de Funciones	PROTEK	9205A	\$ 1.841.000	\$ 3.682.000

		BK			
3	Generador de Funciones	PRECISION	4011A	\$ 1.841.000	\$ 5.523.000
1	Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C	\$ 1.841.000	\$ 1.841.000
2	Generador de Funciones	RIGOL	DG4102	\$ 1.841.000	\$ 3.682.000
1	Generador de Funciones	RIGOL	DG5102	\$ 1.841.000	\$ 1.841.000
5	Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A	\$ 532.000	\$ 2.660.000
		BK	2540B /B-		
3	Osciloscopio Digital	PRECISION	GEN	\$ 532.000	\$ 1.596.000
4	Osciloscopio Digital	GW INSTEK	GDS-2202A	\$ 532.000	\$ 2.128.000
1	Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE	\$ 532.000	\$ 532.000
2	Analizador de Espectro	GW INSTEK	GSP-930	\$ 2.181.000	\$ 4.362.000
		BK			
1	Analizador de Espectro	PRECISION	2652A	\$ 2.181.000	\$ 2.181.000
		SAF			
1	Analizador de Espectro	TEHNIKA	J0SSAP14	\$ 2.181.000	\$ 2.181.000
				TOTAL	\$ 36.301.000

Para determinar la viabilidad se procedió a realizar la comparación de costos entre los valores dados por RF LABS y TOPTECH considerando que ofrecen precios para todas las referencias consultadas. Se tuvo en cuenta los valores para obtener un certificado de calibración y costos que tuvieron los equipos en su adquisición, cabe resaltar que el laboratorio RF LABS realiza mantenimiento preventivo lo cual garantiza un servicio completo para el propósito de un plan de mantenimiento que es preservar la vida útil de un activo dentro de una organización o empresa.

En la Tabla 8 se aprecia la comparación costo calibración de equipo por referencia vs costo que tuvo esa referencia de equipo.

Tabla 8. Lista comparativa de precios de realización de servicio por empresas vs costo de equipos.

Equipo	Marca	Modelo	Costo en RF LABS	Costo en TOPTECH	Costo de equipo
Multímetro Digital	UNI-T	UT58B	\$ 350.000	\$ 280.000	\$ 110.832
Multímetro Digital	UNI-T	UT39C	\$ 350.000	\$ 280.000	\$ 109.900
Multímetro Digital	UNI-T	UT33C	\$ 350.000	\$ 280.000	\$ 30.072
Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T	\$ 270.000	\$ 280.000	\$ 1.012.680
Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S	\$ 270.000	\$ 280.000	\$ 599.000

Generador de Funciones	PROTEK	9205A	\$ 380.000	\$ 350.000	\$ 815.770
Generador de Funciones	BK PRECISION	4011A	\$ 380.000	\$ 350.000	\$ 1.229.600
Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C	\$ 380.000	\$ 350.000	\$ 1.040.039
Generador de Funciones	RIGOL	DG4102	\$ 380.000	\$ 350.000	\$ 4.676.069
Generador de Funciones	RIGOL	DG5102	\$ 380.000	\$ 350.000	\$ 23.071.033
Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A	\$ 450.000	\$ 579.515	\$ 1.102.021
Osciloscopio Digital	BK PRECISION	2540B /B-GEN	\$ 450.000	\$ 579.515	\$ 4.749.999
Osciloscopio Digital	GW INSTRON	GDS-2202A	\$ 450.000	\$ 579.515	\$ 5.193.320
Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE	\$ 450.000	\$ 579.515	\$ 2.033.000
Analizador de Espectro	GW INSTRON	GSP-930	\$ 2.100.000	\$ 980.000	\$ 22.933.200
Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A	\$ 2.100.000	\$ 980.000	\$ 28.304.000
Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	J0SSAP14	\$ 2.100.000	\$ 980.000	\$ 28.000.000
Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50	\$ 80.000	\$ 320.000	\$ 1.450.000
Atenuador Variable	EXFO	FVA-600	\$ 60.000	\$ 450.000	\$ 10.995.000
OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100	\$ 300.000	\$ 700.000	\$ 13.850.000
Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600	\$ 80.000	\$ 320.000	\$ 5.056.720
Empalmadora de Fibra Óptica	SUMITOMO ELECTRIC	TYPE-Q101-CA	\$ 1.200.000	\$ 650.000	\$ 35.689.720
Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43	\$ 230.000	\$ 743.000	\$ 6.378.846
Frecuencímetro	HP	5350B	\$ 510.000	\$ 900.000	\$ 9.129.200

De lo anterior se pudo concluir que para el caso de multímetros resulta más costosa su calibración que el mismo equipo, incluso resulta más conveniente comprar uno si se busca la seguridad de que funciona dentro de los parámetros de trazabilidad que debe garantizar el fabricante, por lo que no se tendrá en cuenta para el cálculo. Para el caso de las fuente de voltaje UNI-T y el costo de calibración supera el 40% de su costo por lo que no parece muy viable, sin

embargo, se tendrá en cuenta dado que el propósito es realizar una estimación de costos totales de servicios contratados.

En la Tabla 9 se muestra el estimado total de contratar servicios en RF LABS o TOPTECH, el cual se calculó multiplicando la cantidad de equipos de cada referencia por el valor suministrado por las empresas para cada ítem y finalmente se sumó esos resultados.

Tabla 9. Costo total de servicios contratados en RF LABS y TOPTECH.

Cant.	Equipo	Marca	Modelo	RF LABS	TOPTECH
11	Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T	\$ 2.970.000	\$ 3.080.000
1	Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S	\$ 270.000	\$ 280.000
2	Generador de Funciones	PROTEK	9205A	\$ 760.000	\$ 700.000
3	Generador de Funciones	BK PRECISION	4011A	\$ 1.140.000	\$ 1.050.000
1	Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C	\$ 380.000	\$ 350.000
2	Generador de Funciones	RIGOL	DG4102	\$ 760.000	\$ 700.000
1	Generador de Funciones	RIGOL	DG5102	\$ 380.000	\$ 350.000
5	Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A	\$ 2.250.000	\$ 2.897.575
3	Osciloscopio Digital	BK PRECISION	2540B /B-GEN	\$ 1.350.000	\$ 1.738.545
4	Osciloscopio Digital	GW INSTEK	GDS-2202A	\$ 1.800.000	\$ 2.318.060
1	Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE	\$ 450.000	\$ 579.515
2	Analizador de Espectro	GW INSTEK	GSP-930	\$ 4.200.000	\$ 1.960.000
1	Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A	\$ 2.100.000	\$ 980.000
1	Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	JOSSAP14	\$ 2.100.000	\$ 980.000
1	Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50	\$ 80.000	\$ 320.000
1	Atenuador Variable	EXFO	FVA-600	\$ 60.000	\$ 450.000
1	OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100	\$ 300.000	\$ 700.000
2	Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600	\$ 160.000	\$ 640.000

1	Empalmadora de Fibra Óptica	SUMITOMO ELECTRIC	TYPE-Q101-CA	\$	1.200.000	\$	650.000
2	Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43	\$	460.000	\$	1.486.000
1	Frecuencímetro	HP	5350B	\$	510.000	\$	900.000
TOTAL				\$	23.680.000	\$	23.109.695

De lo anterior se puede concluir que el costo de contratar una empresa para todos los equipos referenciados anteriormente ronda los \$ 24.000.000, de cualquier manera, se puede considerar emplear las dos si se tiene en cuenta para las referencias que resultan más económicas que en la contraparte y seleccionar los equipos acorde a ello para enviar a una u otra si lo que se busca es una certificación de calibración.

En el caso de que se requiera un mantenimiento lo más conveniente resulta ser la elección de RF LABS considerando que esta efectúa el mantenimiento preventivo, ajuste y emite un certificado de calibración lo cual puede ser más beneficioso para la preservación del equipo además de que se encontró certificados que dan cuenta de la previa contratación de esta empresa por lo que la institución ya tiene experiencia de servicio con esta.

6.2 Mejores Prácticas de hojas de vida de maquinaria y equipo

En la norma NTC-ISO/IEC 17025:2017 en el apartado 6.4 de equipamiento se menciona la necesidad de conservar registros de identificación del equipo incluida versión del software y firmware, número de identificación única del equipo, nombre del fabricante, número de serie, especificaciones del fabricante, verificación de requisitos especificados, ubicación, fechas de calibración, plan de mantenimiento y detalles de fallas (ICONTEC, 2017).

Los datos anteriormente mencionados son comúnmente los relacionados a formatos de hojas de vida utilizados en laboratorios.

6.2.1 Formato de hojas de vida de maquinaria y equipos.

La hoja de vida de maquinaria y equipo es un documento en el cual se tiene información específica de un equipo o máquina que relaciona características de este con eventos en desarrollo de su mantenibilidad, que permite identificarlo y consignar los datos relevantes a manera de historial de forma que su utilidad se centra principalmente como herramienta en la gestión del equipo, y por tanto se puede usar para la programación de mantenimientos y calibraciones, si aplican a este, con objeto de la prolongación de la vida útil del mismo. Como resultado este documento sirve como fuente de información de ocurrencia de fallas y frecuencia de cambio de

elementos o partes gastadas, para realizar las tareas necesarias a tiempo y así evitar fallos y posibles paradas que afecten la productividad de la organización.

Existen diversidad de formatos que pueden variar acorde al tipo de equipo y las necesidades del entorno empresarial o institucional que lo requiera sin embargo son las mismas organizaciones las que diseñan sus propios formatos y establecen la necesidad de datos más relevantes a consignar como historial de un equipo dependiendo de sus propios requerimientos en calidad de gestión de equipamiento.

Sin embargo, aunque el formato puede variar, se debe tener en cuenta que según el tipo de equipo cambiara la información que se debe requerir y consignar. Los datos más relevantes que comúnmente se relacionan a hojas de vida en equipos de medición de laboratorios son principalmente información como: codificación, datos del equipo, ubicación actual, datos del fabricante, garantía, calibración, datos del proveedor, información técnica, información de capacidades técnicas de operación, accesorios, precauciones de uso, datos de mantenimientos y calibraciones.

Codificación Única. La codificación es la manera en que la organización numera el activo en un inventario.

Ubicación del equipo. La ubicación relaciona el sitio en el cual el equipo se encuentra.

Datos del equipo. Los datos del equipo comprenden aquellos como su nombre, marca, modelo, número de serie, numero de referencia, fecha de adquisición, país de origen de fabricación y foto o imagen del equipo.

Garantía. En esta sección se debe incluir si tiene o no garantía el instrumento, de tenerla se debe agregar fecha de inicio y fecha de caducidad, esto con el fin de tener presente si el equipo llega reportar falla proceder a hacer efectiva la garantía con el fabricante, se debe adjuntar la garantía a la hoja de vida.

Calibración. En esta sección se indica la necesidad o no de calibración, se ingresa la fecha de calibración si esta fue suministrada para ayudar a establecer la próxima y la duración de esta, para el cálculo de calibraciones se está en la libertad de elegir si se realiza con el intervalo que el fabricante sugiere o si aplica algún método descrito en la Guía ILAC G-24 para su estimación, esto depende de las necesidades de la organización de garantizar el funcionamiento adecuado del instrumento, si el fabricante dio certificado de calibración se debe adjuntar a la hoja de vida del equipo.

Datos del fabricante. Los datos del fabricante es información del fabricante del aparato y que puede incluir su nombre, dirección, país, teléfono y email, esto con el fin de tener presente datos de contacto en caso de necesitar hacer efectiva la garantía o requerir soporte técnico.

Datos de representante. En esta sección se debe colocar información del representante del fabricante, si es que este último cuenta con uno en el país para soporte técnico, esto se considera necesario saber, si el fabricante es de origen extranjero, los datos a tener en cuenta son nombre de proveedor, dirección, ciudad, teléfono y email.

Datos del proveedor. Los datos del proveedor son la información relacionada a quien se compró el equipo, estos datos pueden incluir nombre del proveedor, dirección, teléfono y email.

Información técnica general. La información técnica general hace referencia a datos como dimensiones del equipo, peso del equipo, voltaje, corriente y frecuencia de alimentación, temperatura y humedad de operación y almacenamiento, esta información suele estar en la ficha técnica que suministra el fabricante.

Información de capacidades técnicas de operación. Hace referencia a las capacidades del instrumento para las cuales fue diseñado y que pueden estar delimitadas por rangos que el fabricante establece específicamente para este, ejemplo si es un multímetro que rango de voltaje, corriente, impedancia, etc. Mide, también puede incluir el nivel de precisión.

Accesorios. En esta parte se incluyen los accesorios que vienen con el equipo.

Precauciones de uso. Aquí se consignan la información que el usuario debe tener en cuenta como precaución al momento de usar el equipo o instrumento, esta información suele encontrarse en los manuales de usuario.

Plan de mantenimiento y calibraciones. Es la parte del formato en el cual se consignan los datos relacionados a mantenimiento y calibración si el equipo llevado a cabo hasta la fecha que puede incluir tareas mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, si es de este último se consigna la falla presentada y la fecha de ocurrencia.

La calibración se relaciona si el equipo es sujeto de mediciones de magnitud física y se debe calibrar su precisión, si este lo requiere, de esto se consigna fecha y resultados, así como la certificación de las calibraciones, ajustes, C/AR, fecha de la próxima calibración.

6.2.2 Frecuencia de mantenimiento.

Para determinar la frecuencia de mantenimiento en la industria se tienen en cuenta tres formas principalmente.

- Métodos estadísticos.
- Modelos matemáticos.
- Experiencia de técnicos.

El primer método, que es el estadístico resulta difícil de poner en práctica dado que se requieren datos recolectados previamente y es normal que a la hora de realizarlos no se cuente con la suficiente información para hacerlo eficaz.

El segundo método considera modelos matemáticos para estimar la duración de un componente y en función de esto cambiarlo cuando se prevé daño y de esta manera evitar fallos, sin embargo, resulta complejo implementarlos considerando que pueden influir muchos factores en el tiempo de duración de un elemento y realizar esto para cada componente no resulta fácil ni práctico.

El tercer método que es tener en cuenta la experiencia de técnicos, al ser el método más simple de los tres, es el más utilizado por las empresas dado que para estas es mejor y más práctico consultar una persona que tenga experiencia elabore un plan de mantenimiento y establezca la frecuencia de estos. Un técnico con experiencia usualmente tiene dos formas de considerar la frecuencia de mantenimiento.

Periodos fijos. Se establece una frecuencia fija en la cual se elabora mantenimientos, normalmente los periodos son mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

- Periodo diario y semanal. Este tipo de mantenimiento usualmente se centra en limpieza y es comúnmente implementado para maquinaria y equipos usados en proceso de alimentos.
- Un periodo mensual se considera cuando las condiciones ambientales son fuertes, hay suciedad y desajuste en ese corto periodo y por ello se deben realizar tareas de mantenimiento.
- Un periodo trimestral se suele considerar en mantenimientos de tipo predictivo y se busca recopilar datos de funcionamiento para análisis.
- Periodo Anual suelen ser las consideradas cuando se trata de instrumentación mecánica y eléctrica. De esta se consideran dos formas de interpretarla y ejecutarla, una es realizar el mantenimiento una vez al año durante cualquier momento de este y la otra es realizar el mantenimiento una vez al año durante las fechas que la organización fije no utilización de maquinaria para dar paso al mantenimiento.

De cualquier forma, se realizan tareas rutinarias de acuerdo a la condición, se verifica y prueba de ser necesario se programa mantenimiento.

Por Horas de funcionamiento. Esta forma realiza tareas de mantenimiento cuando el equipo o maquina ha cumplido una cierta cantidad de horas en funcionamiento, por lo cual se asume que hay piezas gastadas y deben cambiarse estas, en ocasiones son sugeridas por fabricantes. Esta forma se suele usar cuando se somete a cargas de trabajo fuertes a la maquina o equipo (Renovetec tecnologia S.L, 2022).

6.2.3 Frecuencia de calibración.

Un equipo debe ser calibrado si la exactitud de la medición es necesaria para la validez de los resultados o si se requiere trazabilidad metrológica de estos resultados.

Factores principales que se deben tener en cuenta para determinar la frecuencia de calibración:

- La recomendada por el fabricante.
- Según el uso del equipo y su intensidad.
- Condiciones ambientales en las que esta el equipo.
- Incertidumbre que se puede tolerar.
- Ajuste de un instrumento.

Estos son los métodos más utilizados y los dos primeros sugeridos en ILAC-G24

Método escalera. Este método se basa en aumentar el tiempo de calibración rutinaria si los resultados de las calibraciones no muestran una variación en los resultados obtenidos previamente, si muestra variación se debe reducir el tiempo de calibración, este tipo de método varía el intervalo.

Método tiempo en uso. Este método se usa si se tiene en cuenta la carga de trabajo del equipo, es decir las horas que ha estado en funcionamiento y se manda calibrar cuando lleva un tope de horas fijado, lo cual variara el intervalo en función de la frecuencia de uso (INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION, 2007).

6.2.4 Procedimientos para equipo fuera de condiciones

Si un equipo sufriera sobrecarga, mal uso, estuviese dañado, sus resultados de medición no son los esperados o no cumple con las condiciones de funcionamiento se debe proceder a:

- Ponerlo fuera de servicio.
- Rotularlo, marcarlo o etiquetarlo.
- Aislarlo.
- Solicitar soporte técnico.

6.2.5 Gestión del mantenimiento y hojas de vida de equipos.

En cuanto al método de control y gestión de hojas de vida de equipos en la industria, dependerá en gran medida de las políticas de la organización. Si bien en la actualidad aún la gestión documental se realiza en muchos casos de manera clásica en archivos físicos y llenado de registros a lápiz y papel como se conoce coloquialmente, el desarrollo tecnológico ha concebido desde hace unos años una solución para la gestión del mantenimiento, que busca optimizar la forma en que se lleva registro y control de este. Se trata de softwares de pago que se han dispuesto como herramientas de gestión documental en la que ofrecen diversos servicios como formatos genéricos de áreas relacionadas al mantenimiento, cálculo de indicadores de desempeño, esto programas son los conocidos principalmente como CMMS, pero también como GMAO.

CMMS/GMAO. CMMS (Computerized Maintenance Managent System) y que traduce sistema de gestión de mantenimiento computarizado también conocido como GMAO (Gestión de un Mantenimiento Asistido por Ordenador) que básicamente es lo mismo, el concepto de CMMS apareció en los años 60 en IBM y tuvo gran acogida durante las últimas décadas a medida que los desarrollos en software e internet favorecieron su utilización y transformación, en la actualidad se centra en almacenamiento en la nube (IBM, 2022).

Se definen como softwares diseñados para ser usados como bases de datos para ayudar en la gestión de mantenimiento en una empresa y que relacionan beneficios por su uso como reducción de paros imprevistos, incremento de la vida útil de los equipos, prevención de reparaciones costosas, implementación de mantenimiento preventivo, predicción de fallos, informes en tiempo real, organización de documentación sin papeleo, entre otros. Pero que de igual forma su eficiencia depende de los datos ingresados, estos datos son básicamente la recolección de información disponible de los equipos y que con los cuales se pueden realizar distintos análisis.

Existen múltiples softwares CMMS de almacenamiento en la nube en la actualidad y su costo varía principalmente en función de servicios ofrecidos.

Algunos de estos servicios que actualmente se han convertido en tendencia es la identificación de un equipo con código QR vinculado a su hoja de vida lo cual facilita el acceso a esta información específica del equipo por parte de las personas encargadas y los técnicos de manera que facilita la gestión necesaria en el equipo y actualización de información al sistema.

6.2.6 Costos de mantenimiento de equipos.

Los costos de mantenimiento son algo a tener en cuenta en la gestión de un mantenimiento dado que en ellos se contemplan los gastos de mantenimientos ya sea preventivo o correctivo. La suma de los costos fijos y costos variables da como resultado el costo de mantenimiento.

Costos Fijos. Los costos fijos pueden ser generalmente mano de obra directa y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo o predictivo.

Costos variables. Los costos variables se pueden considerar los que se originan de la mano de obra indirecta y los materiales necesarios para un mantenimiento correctivo, podrían incluirse costos por pérdidas de producción consecuencia de fallas en equipos (EasyMaint, 2016).

6.2.7 Hoja de vida de equipo sugerida.

Las mejores prácticas del uso de hojas de vida son en resumen los datos que debe contener una hoja de vida de equipo de tal manera que sirva como historial y para su gestión se debe prevalecer el formato digital y actualizado con la información de eventos de ocurrencia en este por las personas responsables del equipo, adicionalmente anexar los documentos de certificados de calibraciones, manuales digitales, fichas técnicas y mantenimientos, apoyarse en CMMS si es posible

De acuerdo a la información recolectada se desarrolló un formato de hoja de vida para los equipos de los laboratorios de telecomunicaciones la cual luego de su correspondiente llenado tendría una apariencia como en la Figura 11.

Este formato será el propuesto para ser utilizado en el plan de mantenimiento de estos equipos.


	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS				CODIGO			
					VERSIÓN			
	UBICACIÓN	LABORATORIO 114B			FECHA			
DATOS DEL EQUIPO								
NOMBRE	GENERADOR DE FUNCIONES ARBITRARIAS 100MHz							
MARCA	RIGOL							
MODELO	DG5102							
N° DE SERIE	DG5T174900337							
CODIGO ID	15044							
PAIS DE ORIGEN	CHINA			COSTO				
FECHA DE ADQUISICIÓN	9	1	2017	\$ 23.071.033				
GARANTIA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	DURACIÓN		3 AÑOS				
	NO <input type="checkbox"/>	9/01/2017		9/01/2020				
CALIBRACIÓN	SI <input checked="" type="checkbox"/>	FRECUENCIA		1 AÑO				
	NO <input type="checkbox"/>	INICIO D/M/A		FIN D/M/A				
DATOS FABRICANTE, REPRESENTANTE Y PROVEEDOR								
FABRICANTE	RIGOL TECHNOLOGIES, INC.							
PAÍS	CHINA			DIRECCIÓN	10220 NIMBUS AVE.SUITE K-7 PORTLAND OR 97223			
TELEFONO	EMAIL			INFO@RIGOL.COM				
REPRESENTANTE								
CIUDAD				DIRECCIÓN				
TELEFONO	EMAIL							
PROVEEDOR	ICL DIDACTICA S.A.S							
CIUDAD	BOGOTA			DIRECCIÓN	CRA 36A # 57-22			
TELEFONO	3184113897	EMAIL						
CARACTERÍSTICAS GENERALES								
TEMPERATURA DE OPERACIÓN Y ALMACENAJE	10°C~40°C/-20°C~60°C		VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	100/240V	FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN	45-65Hz		
PESO	4.3KG		POTENCIA DE CONSUMO	125W	DIMENSIONES	230X106X501mm		
CARACTERÍSTICAS METROLOGICAS								
MECANICO	<input type="checkbox"/>	ELECTRONICO	<input checked="" type="checkbox"/>	ELECTRICO	<input type="checkbox"/>	HIDRAULICO	<input type="checkbox"/>	
		NEUMATICO	<input type="checkbox"/>					
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	MENSUAL		<input type="checkbox"/>	TRIMESTRAL	<input type="checkbox"/>	SEMESTRAL	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ANUAL		<input type="checkbox"/>					
CAPACIDAD DE MEDIR				<input type="checkbox"/>	CAPACIDAD DE SUMINISTRAR			<input checked="" type="checkbox"/>
RANGOS								
VOLTAJE(V)			FRECUENCIA(Hz)	1µHz-100MHz	REVOLUCIONES(RPM)			
AMPERAJE(A)			LONGITUD ONDA nm		TEMPERATURA(°C)			
PESO(Kg)			RESISTENCIA(Ω)		CAPACITANCIA(F)			
POTENCIA(W)			POTENCIA(dBm)		DISTANCIA(M)			
ACCESORIOS				PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS				
NOMBRE		REFERENCIA		<ul style="list-style-type: none"> • Nunca manipule el equipo si, tiene las manos mojadas, si hay condición de rayos o no tiene el cable de alimentación específico del equipo para evitar descargas eléctricas. • Evite luz directa o polvo en el instrumento. Almacene en lugar limpio seco y a temperatura ambiente. 				
CABLE DE PODER								
KIT DE SONDAS								
FUSIBLE		T3 15A/250V						
CONTROL DE ACTIVIDADES								
C: CALIBRACIÓN, MP: MANTENIMIENTO PREVENTIVO, MC: MANTENIMIENTO CORRECTIVO								
FECHA	C	MP	MC	DESCRIPCIÓN			RESPONSABLE	
23/01/2017		X		PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO				
27/06/2017		X		LIMPIEZA GENERAL				
25/01/2018		X		LIMPIEZA GENERAL, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO				
14/06/2018		X		MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
13/12/2018		X		MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
6/06/2019		X		LIMPIEZA GENERAL, PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO				
D/M/A								
D/M/A								

Figura 11. Hoja de vida de equipos sugerida, autoría propia.

6.3 Manual de mantenimiento basado en instrucciones de fabricantes

Para la realización del manual de plan de mantenimiento se debió descargar todos los manuales dispuestos digitalmente como recursos en internet e indagar en cada uno de ellos la existencia de tareas de mantenimiento descrito por el fabricante de cada instrumento o actividades consideradas relacionadas, estas sirven como primera medida para ayudar a preservar la vida útil del equipo teniendo en cuenta que son sugeridas por el mismo fabricante y normalmente orientadas al desarrollo de actividades básicas, soluciones sencillas y practicas por lo que la utilidad del desarrollo de este manual resulta en gran medida una forma práctica de implementación y se convierte en una herramienta guía de gran utilidad teniendo en cuenta que en los laboratorios no se encuentra la mayoría de manuales lo cual dificulta conocer tareas sugeridas por el fabricante. Se adicono actividades genéricas considerades necesarias si el fabricante no las relaciono como tareas de limpieza y verificación de funcionamiento.

7 Plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos especializados de laboratorios de telecomunicaciones de la Uniagustiniana basado en instrucciones del fabricante.

7.1 Introducción.

Este documento se realiza con la finalidad de ayudar en la conservación de los equipos dispuestos en los laboratorios de telecomunicaciones 113B y 114B, por lo que se pretende servir de apoyo en la realización de tareas de mantenimiento por parte de los laboratoristas encargados, ya que estos desarrollan algunas de estas tareas de mantenimiento como parte de su labor en la Uniagustiniana.

En este documento se propone algunos procedimientos para el manejo de hojas de vida de los equipos dado que estas son necesarias como elemento historial de las actividades realizadas en el aparato, se incluye una recopilación de las actividades de mantenimiento que los fabricantes de los equipos han incluido en sus manuales para cada equipo especifico, también se adiciona tareas de mantenimiento preventivo genéricas que se basan principalmente en la inspección visual en busca de deterioro del equipo o sus componentes, de tal manera que las tareas no incluidas sugieren la intervención de personal especializado en soporte técnico ya sea del mismo fabricante o empresas dedicadas a esta actividad de forma que se garantice la prolongación de la vida útil del equipo y la idoneidad del personal que realiza la actividad.

7.2 Definiciones.

- **Calibración.** Es la comparación de mediciones de un equipo con patrones aceptados y comprobar que los márgenes de incertidumbre estén dentro de parámetros de aceptación o tolerancia. Con este se busca dar el visto de si el equipo es acto o no para realizar mediciones trazables.
- **Mantenimiento.** El mantenimiento se define como el conjunto de técnicas orientado a la preservación y funcionalidad de equipos e instalaciones de cualquier índole en entorno de servicio que busca durar el mayor tiempo posible priorizando su disponibilidad y con el máximo rendimiento.
- **Mantenimiento correctivo.** Es un mantenimiento simple e inevitable que consiste en reparar el daño ocasionado al aparato o maquina y que eventualmente pudo generar interrupciones en producción o servicios que pueden ser cortos o prolongados dependiendo la gravedad o tipo de falla.
- **Mantenimiento preventivo.** Es una técnica de mantenimiento en la cual se intenta prevenir las consecuencias de fallas e inconvenientes que surgen en el equipo haciendo revisión, ajuste y/o cambio de piezas o partes del sistema que pudieran causar averías con una cierta periodicidad que puede determinarse bajo criterios estadísticos. Un plan de mantenimiento preventivo generalmente comprende tareas básicas como Limpieza y revisiones periódicas, Conservación de equipos y protección contra los agentes ambientales, Reparación y cambio de partes identificadas como susceptibles de falla, Reparación y recambios planificados.
- **Metrología.** Se define como la ciencia encargada de las mediciones y la aplicación de estas (ICONTEC, 2009).
- **Trazabilidad metrológica.** Se refiere a una secuencia ininterrumpida y documentada de calibraciones hasta la generación de un patrón o procedimiento de medida.

7.3 Lista de modelos de equipos.

En la siguiente lista se encuentra los modelos de equipos a los cuales hace referencia este documento.

- Analizador de espectro 2652A BK Precisión.
- Analizador de espectro GW INSTRON GSP-930.
- Analizador TV y satélite PROMAX HD RANGER ULTRALITE.

- OTDR EXFO AXS-100
- Medidor de potencia óptico EXFO EPM-50.
- Atenuador Variable EXFO FVA-600
- Fuente de luz óptico FLS-600.
- Empalmadora de fusión de fibra óptica TYPE-Q101-CA/T-71C.
- Fuente Regulada UNI-T UTP3702S.
- Fuente de Poder Regulada PROTEK PL 3005T.
- Inversor de Corriente STEREN INV-600.
- Generador de Funciones 4011A BK precisión.
- Generador de Funciones PROTEK 9205A.
- Generador de Funciones RIGOL DG 4012 y RIGOL 5102.
- Generador de Funciones UNI-T UTG 9005C.
- Osciloscopio GW-INSTEK 200 MHz GDS 2202A.
- Osciloscopio 20Mhz PROTEK 6502A.
- Osciloscopio 60Mhz UNI-T UTD2062CE.
- Osciloscopio BK precisión 2540B.
- Medidor de Potencia BIRD SERIES 43.
- Multímetro UNI-T ut33C.
- Multímetro UNI-T ut39C.
- Multímetro UNI-T ut58.
- RF Y Entrenador de Comunicación GW INSTEK GRF 1300.
- Sistema de Entrenamiento Receptor y Transmisor Wireless de RF GRF 3300S.
- Sistema de entrenamiento de radiofrecuencia ATTEM Instruments AT-3200A/B/C/D.
- Frecuencímetro HP 5350B.

7.4 Hojas de vida de equipos y gestión.

Para el mantenimiento de un equipo es necesario tener una hoja de vida que sirva para identificar el equipo, sus características principales y ser usada como historial de registro de los eventos de ocurrencia en el mismo tales como mantenimientos, calibraciones y fallas.

La utilización de las hojas de vida de equipos debería ser prioritariamente en formato digital, de forma que si se utiliza una base de datos o software de gestión CMMS este se encuentre actualizado en cualquier momento con los datos e historial del equipo.

Aunque la gestión documental se puede realizar en físico se prioriza el formato digital puesto que los actuales desarrollos tecnológicos permiten combinar software de gestión CMMS o GMAO para la gestión del mantenimiento y la utilización de códigos QR para vincularla directamente al equipo al etiquetarlo con un código QR y acceder desde un dispositivo móvil lo cual facilitaría un acceso rápido a la información.

Con esta idea se debe crear una carpeta e incluir los documentos relacionados al equipo si estos están disponibles digitalmente tales como.

- Hoja de vida de equipo.
- Ficha técnica de preferencia la suministrada por el fabricante.
- Manual de usuario y guías.
- Certificados de calibración.

En la Figura 12 se muestra el formato de hoja de vida de equipos y las instrucciones de llenado en la página siguiente.


	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS				CODIGO	
					VERSIÓN	
	UBICACIÓN				FECHA	
DATOS DEL EQUIPO						
NOMBRE						
MARCA						
MODELO						
N° DE SERIE						
CODIGO ID						
PAIS DE ORIGEN				COSTO		
FECHA DE ADQUISICIÓN						
		DIA	MES	AÑO		
GARANTIA		SI <input type="checkbox"/>	DURACIÓN			
		NO <input type="checkbox"/>	INICIO D/M/A	FIN D/M/A		
CALIBRACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	FRECUENCIA			
		NO <input type="checkbox"/>	INICIO D/M/A	FIN D/M/A		
DATOS FABRICANTE, REPRESENTANTE Y PROVEEDOR						
FABRICANTE						
PAÍS			DIRECCIÓN			
TELEFONO			EMAIL			
REPRESENTANTE						
CIUDAD			DIRECCIÓN			
TELEFONO			EMAIL			
PROVEEDOR						
CIUDAD			DIRECCIÓN			
TELEFONO			EMAIL			
CARACTERISTICAS GENERALES						
TEMPERATURA DE OPERACIÓN Y ALMACENAJE		VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN		FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN		
PESO		POTENCIA DE CONSUMO		DIMENSIONES		
CARACTERISTICAS METROLOGICAS						
MECANICO <input type="checkbox"/>		ELECTRONICO <input type="checkbox"/>		ELECTRICO <input type="checkbox"/>		HIDRAULICO <input type="checkbox"/>
						NEUMATICO <input type="checkbox"/>
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO		MENSUAL <input type="checkbox"/>		TRIMESTRAL <input type="checkbox"/>		SEMESTRAL <input type="checkbox"/>
						ANUAL <input type="checkbox"/>
CAPACIDAD DE MEDIR <input type="checkbox"/>				CAPACIDAD DE SUMINISTRAR <input type="checkbox"/>		
RANGOS						
VOLTAJE(V)		FRECUENCIA(Hz)		REVOLUCIONES(RPM)		
AMPERAJE(A)		LONGITUD ONDA nm		TEMPERATURA(°C)		
PESO(Kg)		RESISTENCIA(Ω)		CAPACITANCIA(F)		
POTENCIA(W)		POTENCIA(dBm)		DISTANCIA(M)		
ACCESORIOS				PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS		
NOMBRE		REFERENCIA				
CONTROL DE ACTIVIDADES						
C: CALIBRACIÓN, MP: MANTENIMIENTO PREVENTIVO, MC: MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
FECHA	C	MP	MC	DESCRIPCIÓN		RESPONSABLE
D/M/A						
D/M/A						
D/M/A						
D/M/A						
D/M/A						
D/M/A						
D/M/A						

Figura 12. Formato hoja de vida de equipo, autoría propia.

Ubicación. Ingrese del sitio donde está ubicado el equipo

Nombre. Ingrese el nombre del equipo.

Foto. Tome una foto del equipo y colóquela en el espacio designado.

Marca. Ingrese la marca del equipo.

Modelo. Ingrese el modelo del equipo.

Número de serie. Ingrese el número de serie que habitualmente se encuentra en una etiqueta en el equipo.

Código ID. Ingrese el número que ha sido designado al equipo institucionalmente.

País de origen. Ingrese el país de origen, este se encuentra habitualmente en la parte posterior del equipo.

Fecha de adquisición. Ingrese la fecha en que se adquirió el equipo en orden día/mes/año.

Costo. Ingrese el valor por el cual el equipo fue adquirido.

Garantía si/no. Si el equipo cuenta con garantía marque la casilla si de lo contrario marque no, si tiene garantía escriba cuanto tiempo en el campo duración, de acuerdo a ello estime las fechas de inicio de garantía y fin de garantía en orden día/mes/año en los campos respectivos.

Calibración si/no. Si el equipo viene con certificado de calibración marque si, de lo contrario marque no, en el campo de frecuencia ingrese el tiempo al cual se calibrará el equipo, esta frecuencia es ocasionalmente sugerida por el fabricante o acorde a las necesidades institucionales, de acuerdo a ello puede estimar las fechas de validez de la calibración.

Datos fabricante. En esta sección ingrese el nombre del fabricante, país, dirección, teléfono, email acorde a la necesidad en los campos, estos datos normalmente se encuentran en la sección de soporte técnico en el manual.

Datos representante. Si tiene información sobre un representante del fabricante en el país, ingrese sus datos acorde a los campos.

Datos proveedor. Ingrese los datos del proveedor del equipo, nombre o razón social, ciudad, dirección, teléfono y email, estos datos puede encontrarlos en la factura de compra.

Características generales. Ingrese los datos de temperatura de operación y almacenaje, voltaje de alimentación, frecuencia de alimentación, peso, potencia de consumo, y dimensiones, estos datos se encuentran generalmente en la ficha técnica del equipo o en la sección de especificaciones del equipo en el manual de usuario.

Características metrológicas. Marque la casilla que corresponda si el equipo se de tipo electrónico, mecánico, eléctrico, etc. Luego Marque la casilla que corresponda si el equipo tiene capacidades de medir o de suministrar, y verifique que rangos o capacidades tiene en la ficha técnica o especificaciones del equipo en el manual.

Accesorios. Si el equipo cuenta con accesorios menciónelos y si estos tienen referencias ingréselas en el campo que corresponde.

Precauciones y advertencias. Si el fabricante hizo advertencias y precauciones en el manual agregue los más relevantes.

Control de actividades. En esta sección se anotará cuando se le realice alguna labor de mantenimiento o calibración al equipo, indicando fechas (día/mes/año), descripción de lo realizado y firma o nombre del responsable.

En caso de ser mantenimiento correctivo se debe indicar la falla presentada.

7.5 Frecuencia y actividades de mantenimiento preventivo.

Las frecuencias de mantenimiento preventivo se establecen en una periodicidad fija semestral, aunque se recomienda una inspección visual semanal en busca de advertir deterioro temprano que pudiera causar fallas en el aparato y corregirlo.

La programación de mantenimiento semestral se establece para los meses de enero y Julio aproximadamente entre la segunda y tercera semana de estos meses considerando que son épocas en que los equipos no están siendo utilizados y están disponibles para la realización de mantenimiento preventivo.

Para la manipulación del equipo es necesario tener en cuenta las precauciones y/o advertencias que ha dado el fabricante de su producto para evitar daños o accidentes.

En este mantenimiento preventivo se realizan actividades generales como:

- Limpieza externa.
- Inspección y verificación de estado visual del equipo en busca de averías o deterioro tanto en el aparato como en accesorios necesarios para su buen funcionamiento.
- Verificación del funcionamiento del equipo.
- Almacenaje en lugar limpio, seco e idóneo a temperatura ambiente.

La limpieza interna de un equipo debe realizarse solo por personal calificado, si esta no ha sido sugerida por el fabricante. Por lo que será la misma área administrativa encargada de la gestión de equipos de determinar la necesidad de contratación externa de mantenimiento preventivo.

En la Tabla 10 se relacionan los equipos para mantenimiento preventivo, sus códigos, la frecuencia, la duración y las actividades a realizar.

La duración del mantenimiento de 30 minutos se estimó de la siguiente manera:

- Verificación de estado visual perceptible del equipo y accesorios: 7 minutos.
- Limpieza: 15 minutos.
- Verificación de funcionamiento: 8 minutos.

La duración total estimada de las actividades de este mantenimiento preventivo es de aproximadamente 37 horas, en días laborales de 8 horas representa 4 días y 5 horas.

Tabla 10. Plan de Mantenimiento Preventivo para equipos especializados de laboratorios de telecomunicaciones.

Plan de Mantenimiento Preventivo Laboratorios de Telecomunicaciones							
Actividades = L: Limpieza, VE: verificación de estado, VF: verificación de funcionamiento							
Equipo	Código	Mantenimiento Preventivo			Actividades		
		frecuencia	Programación	Duración	L	VE	VF
Analizador de espectro 2652A BK Precisión.	9114	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Analizador de espectro GW INSTEK GSP-930.	9754	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9755	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Analizador TV y satélite PROMAX HD RANGER ULTRALITE.	18602	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
OTDR EXFO AXS-100	9111	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Medidor de potencia óptico EXFO EPM-50.	9113	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Atenuador Variable EXFO FVA-600	9112	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Fuente de luz óptico FLS- 600.	9358	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9359	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Empalmadora de fusión de fibra óptica TYPE-Q101- CA/T-71C.	9304	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7253	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7254	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Fuente de Poder Regulada PROTEK PL 3005T.	7255	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7256	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7257	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x

	7258	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7259	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7260	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7261	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7262	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7263	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Fuente Regulada UNI-T UTP3702S.	13708	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Inversor de Corriente STEREN INV-600.		semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9108	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Generador de Funciones 4011A BK precisión.	9109	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9110	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Generador de Funciones PROTEK 9205A.	7251	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7252	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Generador de Funciones RIGOL DG 4012	15045	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	15046	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Generador de Funciones RIGOL DG 5102.	15044	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Generador de Funciones UNI-T UTG 9005C.	13703	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9298	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Osciloscopio GW-INSTEK 200 MHz GDS 2202A.	9299	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9300	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9301	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7082	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7084	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Osciloscopio 20Mhz PROTEK 6502A.	7264	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7265	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7083	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7266	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Osciloscopio 60Mhz UNI-T UTD2062CE.	13704	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Osciloscopio BK precisión 2540B-GEN	11137	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Osciloscopio BK precisión 2540B.	9158	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9160	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Medidor de Potencia BIRD SERIES 43.	9161	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9162	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Multímetro UNI-T ut33C.	7269	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x

	7270	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7271	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7274	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7275	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	10134	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	10135	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	10136	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14673	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14674	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14675	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14676	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14677	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14678	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	14679	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Multímetro UNI-T ut39C.	10133	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7249	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Multímetro UNI-T ut58.	7250	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	8782	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	7247	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
RF Y Entrenador de Comunicación GW INSTEK GRF 1300.	9297	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Sistema de Entrenamiento Receptor y Transmisor Wireless de RF GRF 3300S.	9295	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9296	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Sistema de entrenamiento de radiofrecuencia	9292	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9290	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
ATTEM Instruments AT-3200A/B/C/D.	9291	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
	9898	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x
Frecuencímetro HP 5350B	9163	semestral	Enero/Julio	30 min	x	x	x

7.6 Tareas de mantenimiento correctivo.

Un equipo puede requerir mantenimiento correctivo cuando presenta falla. Antes de indicar que el equipo esta dañado debe verificarse que el cable de alimentación y accesorios se encuentren en buen estado en caso contrario deben reemplazarse, si el equipo funciona con batería verificar si esta necesita cambio; También se debe comprobar que hay electricidad donde se intenta conectar el aparato si este no enciende, la solución puede estar indicada en el manual como el cambio de

fusible, si la solución no fue incluida por parte del fabricante no intente realizar ajustes si no está debidamente calificado para realizarlas ya que podría incurrir en más daños o posibles accidentes.

7.6.1 Procedimientos para equipo fuera de condiciones

Si un equipo sufriera sobrecarga, mal uso, estuviese dañado, sus resultados de medición no son los esperados o no cumple con las condiciones de funcionamiento se debe proceder a:

- Ponerlo fuera de servicio.
- Rotularlo, marcarlo o etiquetarlo.
- Aislarlo.
- Solicitar soporte técnico.

si esta dañado etiquete el equipo indicando que esta “DAÑADO” de forma que sea visible, repórtelo al director o persona encargada para que solicite o envíe a soporte técnico ya sea al fabricante o a empresa especializada en mantenimiento de este tipo de equipos.

7.7 Calibración e intervalos.

Un equipo debe ser calibrado si la exactitud de la medición es necesaria para la validez de los resultados o si se requiere trazabilidad metrológica de estos resultados.

Factores principales que se deben tener en cuenta para determinar la frecuencia de calibración:

- La recomendada por el fabricante.
- Según el uso del equipo y su intensidad.
- Necesidades institucionales.
- Condiciones ambientales en las que esta el equipo.
- Incertidumbre que se puede tolerar.
- Ajuste de un instrumento.

El intervalo de calibración se sugiere a una periodicidad de un año considerando que la mayoría de fabricantes aconsejan su realización al año, otros métodos de cálculo pueden consultarse en la guía ILAC-G24 OIML D 10.

7.8 Ubicación y almacenamiento de equipos.

La ubicación de los equipos se realiza en armarios dispuestos para tal fin en los laboratorios de telecomunicaciones 113By 114B de la universidad dispuestos como en la Figura 13.

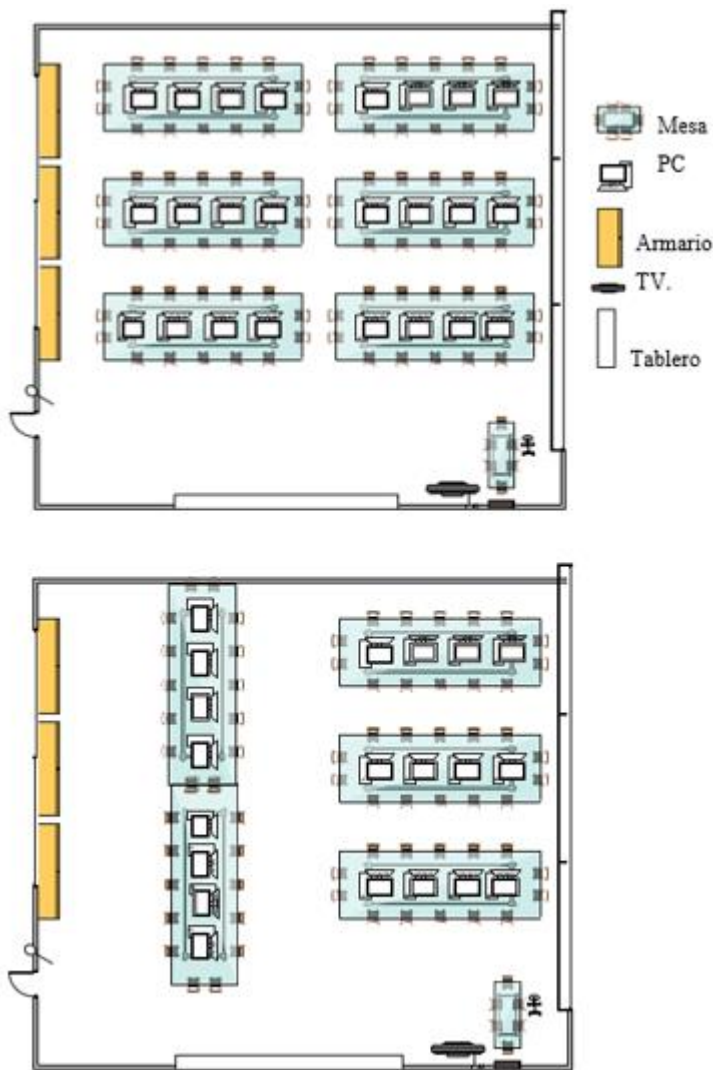


Figura 13. Ubicación de armarios de almacenamiento en laboratorios 113B y 114B respectivamente, autoría propia.

El almacenamiento de equipos se realiza por el personal encargado en los armarios dispuestos para tal función verificando que el lugar este limpio y seco bajo la responsabilidad de los laboratoristas, que para el caso se mantienen bajo llave los instrumentos, evitando así posible deterioro o manipulación por parte de personal no autorizado.

7.9 Indicadores de gestión del mantenimiento.

Los indicadores de gestión son herramientas de análisis que buscan medir el desempeño de un equipo y su mantenibilidad, estos se pueden calcular a través de fórmulas y datos recolectados del historial de mantenimiento para cada equipo de forma independiente, los indicadores de gestión

que se tienen en cuenta para este documento y que pueden ser calculados una vez se tenga un historial de mantenimiento son:

7.9.1 MTBF: tiempo medio entre fallos.

Este indicador calcula el tiempo total que el equipo estuvo funcionando óptimamente hasta la ocurrencia de un fallo.

$$MTBF = \frac{\text{suma de tiempos de trabajo del equipo en buen estado}}{\text{número de fallas para el mantenimiento correctivo}}$$

7.9.2 MTTR: tiempo medio para reparación.

Este indicador calcula el tiempo promedio que tarda entre la ocurrencia de un fallo y su reparación.

$$MTTR = \frac{\text{suma de los tiempos de reparación}}{\text{numero de reparaciones realizadas}}$$

7.9.3 Disponibilidad.

Este indicador se usa para estimar el porcentaje de disponibilidad que tiene el equipo en buen funcionamiento, para el cálculo es necesario los datos de MTBF y MTTR.

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MBTF}{MBTF + MTTR} * 100$$

7.9.4 Confiabilidad.

Este indicador se usa para estimar el porcentaje de confiabilidad en que el equipo funcionara correctamente antes de ocasión de falla, para el cálculo es necesario tener datos de MTBF.

$$CONFIABILIDAD = e^{\frac{-1}{MTBF} * t} * 100$$

Donde:

e = Número de Euler.

t = tiempo para el cual se desea conocer la confiabilidad de funcionamiento del equipo, este debe ser en las mismas unidades de tiempos calculados en MBTF ya sea en horas o días.

7.10 Mantenimiento de Analizadores de Espectro, Tv y Satélite

7.10.1 Mantenimiento de Analizador de espectro 2652A BK Precisión.



Figura 14. Analizador de espectro 2652A BK Precisión, autoría propia.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza. Desconecte el cable de alimentación antes de limpiar. Utilice un paño suave humedecido en una solución de detergente y agua. No rocié ningún líquido al equipo ni utilice productos químicos que contengan benceno, tolueno, xileno o acetona.

Batería. Solo use batería MB400, de lo contrario puede ocurrir falla. Para la instalación de batería apague el equipo y retire el cable de poder luego quite la tapa posterior de la batería presionando hacia abajo ligeramente y luego deslice hacia la dirección de la flecha, luego coloque la batería hasta que encaje, siga los tres pasos como en la Figura 15 (B&K PRECISION, 2009).

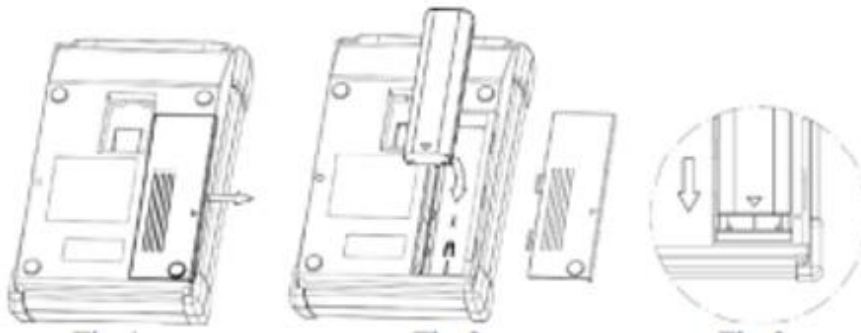


Figura 15. Instalación de batería de Analizador de espectro BK precisión 2652A (B&K Presición, 2009).

Soporte Técnico. Datos del fabricante suministrados para soporte técnico.

B&K PRECISION CORPORATION

22820 Savi Ranch Parkway

Yorba Linda CA,92887

Teléfono: (714) 921-9095

URL: <http://www.bkprecision.com>

7.10.2 Mantenimiento de Analizador de espectro GW INSTEK GSP-930.



Figura 16. Analizador de espectro GSP-930, autoría propia.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza. Desconecte el cable de alimentación antes de limpiar. Utilice un paño suave humedecido en una solución de detergente y agua. No rocié ningún líquido al equipo ni utilice productos químicos que contengan benceno, tolueno, xileno o acetona.

Cambio de Batería. Asegúrese que el equipo está apagado, retire la tapa de la batería a continuación inserte la batería como se muestra en Figura 15.

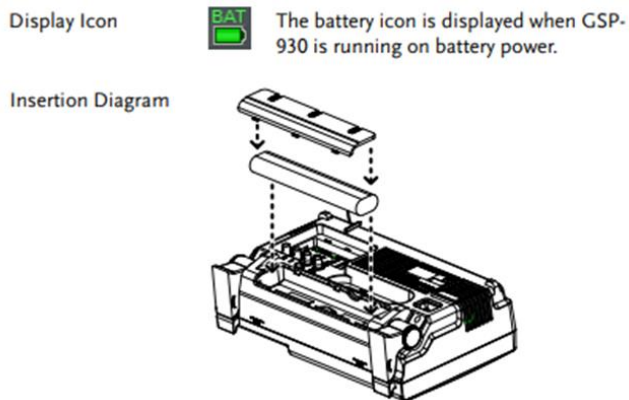


Figura 17. Instalar batería Analizador de espectro GSP-930 (Good Will Instrument Co., Ltd, 2012).

Reemplazo de batería del reloj. El reloj del sistema y el reloj despertador funcionan utilizando una pila CR2032/3v/210mAh. Para reemplazarla apague el GSP-930 y retire la tapa como en la Figura 17, ubique la batería en forma de botón y reemplácela con el mismo tipo de pila y especificaciones (Good Will Instrument Co., Ltd, 2012).

7.10.3 Mantenimiento de Analizador TV y satélite PROMAX HD RANGER ULTRALITE.



Figura 18. Analizador TV Y Satélite PROMAX HD RANGER ULTRALITE, autoría propia.

Recomendaciones de limpieza. El equipo está compuesto por una carcasa metálica y una pantalla TFT. Cada elemento requiere un procedimiento específico de limpieza.

Limpieza de pantalla. La superficie se debe limpiar con un paño suave de algodón o seda, haciendo movimientos circulares y de arriba-abajo sin presión. Se debe usar el paño en seco o ligeramente humedecido con un producto especial para pantallas TFT. Nunca se debe usar agua de la llave o mineral, alcohol ni productos de limpieza porque pueden contener sustancias que pueden dañar la pantalla. Para el proceso el equipo debe estar apagado.

Limpieza de la carcasa metálica. El equipo se debe desconectar antes de realizar el procedimiento. La carcasa se debe limpiar con un paño humedecido en una solución de agua y jabón neutro. No usar sustancias diferentes dado que desgastara la carcasa (PROMAX, 2017).

Representante de PROMAX en Colombia. Si se requiere soporte técnico en Bogotá, Colombia existe una empresa de la cual se relacionan a continuación sus datos de contacto.

Producel Ingenieros SAS

Dirección: Calle 123 # 47-55 Bogotá, Colombia.

Teléfono: (571)315 281 6295 / (571) 605 0101.

7.11 Mantenimiento de Equipos de Fibra Óptica

7.11.1 Mantenimiento de OTDR EXFO AXS-100.



Figura 19. OTDR EXFO AXS-100, autoría propia.

Recomendaciones. Examine los conectores de fibra antes de utilizarlos y límpielos. Limpie la unidad cada vez que esta lo requiera. Mantenga la unidad sin exposición directa a luz solar. Evite golpes y vibraciones. Si moja la unidad apáguela inmediatamente y desconéctela de fuentes de alimentación. Conserve la unidad en lugar limpio y seco.

Limpieza. Para la limpieza de la carcasa use un paño suave ligeramente humedecido con alcohol isopropílico.

Limpieza de partes. el aparato necesita limpieza de varios de sus elementos por lo que se incluye para identificarlos.

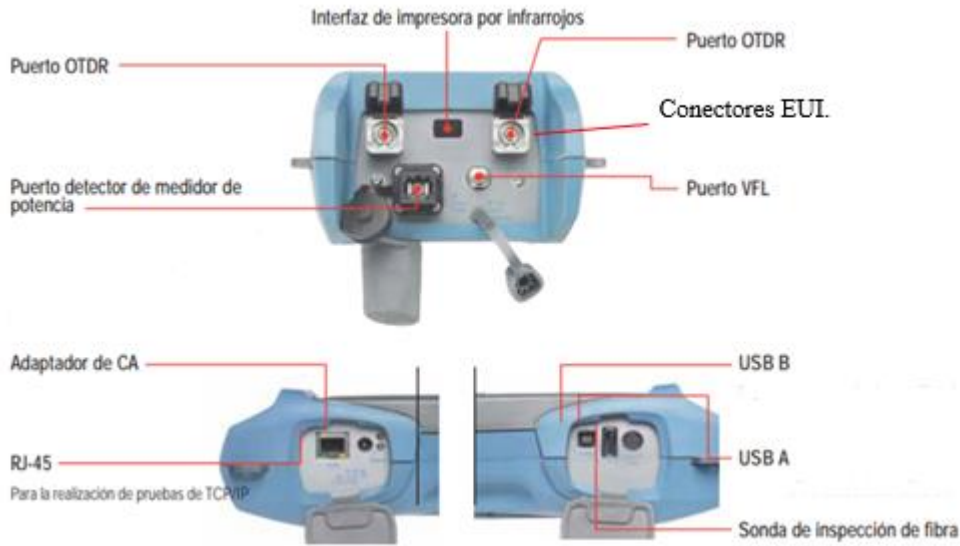


Figura 20. Partes de OTDR AXS-100. Adaptado de (EXFO, Inc, 2022)

Limpieza de conectores EUI. Los EUI se pueden usar con interfaces UPC o APC, su aspecto en la Figura 21.



Figura 21. Conectores universales EUI (EXFO, 2006).

Para limpiar los conectores siga los siguientes pasos.

1. Retire el EUI del instrumento para exponer la placa base y el casquillo.
2. Humedezca una punta de limpieza o copito de 2.5mm con una gota de alcohol isopropílico, evite el exceso podría dejar rastros.
3. Inserte suavemente la punta de limpieza en el adaptador EUI hasta que salga al otro lado, realice movimientos giratorios como en la Figura 22.

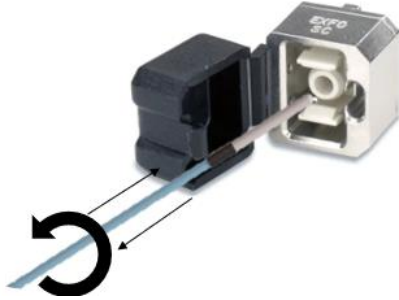


Figura 22. Limpieza de conectores EUI, autoría propia.

4. Gire suavemente la punta de limpieza mientras la retira.
5. Repita los pasos 3 y 4 con una punta de limpieza seca.
6. Limpie el casquillo en el puerto del conector con un paño de limpieza sin pelusa y humedecido con una gota de alcohol isopropílico y séquelos con un paño seco. Verifique con un microscopio de fibra óptica o sonda de inspección de fibra.
7. Vuelva a colocar el EUI en la unidad presionando y girando en sentido horario, deseche las puntas usadas y los paños de limpieza después de su uso.
8. Cubra siempre los detectores con tapas de protección cuando la unidad no esté en uso.

Limpieza de puertos del detector. Esto se debe realizar regularmente.

1. Retire la tapa de protección y el adaptador.
2. Si ve polvo, quítelo con aire comprimido.
3. Humedezca un bastoncillo punta de limpieza o bastoncillo de algodón con una gota de alcohol isopropílico.
4. Aplique una ligera presión limpiando la ventana del detector y luego seque con un trapo seco y limpio.

Recarga de las baterías principales. El estado de carga de ambas baterías se puede ver ingresando al panel de información del dispositivo proceda menú, seleccione administrador de archivos/ información y pulsando ENTER, también se indica con colores a través de leds en la parte superior izquierda. Verde indicara carga completa, rojo indica que la unidad está cargando, amarillo indica error. Las baterías toman aproximadamente 3 horas en cargar.

Realice la carga con el cargador original del equipo o de la misma referencia.

Conecte la unidad con el adaptador y cargador de CA a un toma corriente, la carga comenzara y finalizara automáticamente después de aproximadamente 3 horas.

Sustitución de baterías. Cuando se retire la tapa del compartimento el aparato se apagará automáticamente. Para sustituir las baterías proceda.

1. Abra la tapa del compartimento de las baterías en la parte trasera del OTDR.
2. Levante la parte móvil del seguro de las baterías y gírela 90 grados en el sentido de las manecillas del reloj. La base del cierre de las baterías encajara en la ranura entre las baterías.
3. Sustituya las dos respetando la polaridad.
4. Levante la parte móvil del seguro, gírelo 90 grados en sentido opuesto a las manecillas del reloj y colóquelo nuevamente. Luego cierre la tapa del compartimento de las baterías y ajuste bien dado que de no ser así no encenderá el OTDR (EXFO Inc., 2010).

7.11.2 Manual de Medidor de Potencia óptico EXFO EPM-50.



Figura 23. Medidor de Potencia óptico EXFO EPM-50, autoría propia.

Recomendaciones. Mantenga la unidad libre de polvo. Almacene la unidad a temperatura ambiente en un lugar limpio y seco. Evite luz solar directa. Evite golpes y vibraciones en el aparato. Si derrama liquido en el dispositivo desconecte inmediatamente de cualquier fuente de alimentación incluidas baterías y deje secar.

Limpieza de conectores EUI. Los EUI se pueden usar con interfaces UPC o APC, en la Figura 24 se aprecian.



Figura 24. Conectores universales EUI (EXFO, 2006).

Para limpiar los conectores siga los siguientes pasos.

1. Retire el EUI del instrumento para exponer la placa base y el casquillo.
2. Humedezca una punta de limpieza o copito de 2.5mm con una gota de alcohol isopropílico, evite el exceso podría dejar rastros.
3. Inserte suavemente la punta de limpieza en el adaptador EUI hasta que salga al otro lado, realice movimientos giratorios como en la Figura 25

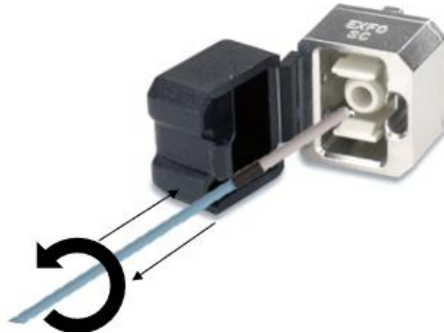


Figura 25. Limpieza de conectores EUI.

4. Gire suavemente la punta de limpieza mientras la retira.
5. Repita los pasos 3 y 4 con una punta de limpieza seca.
6. Limpie el casquillo en el puerto del conector con un paño de limpieza sin pelusa y humedecido con una gota de alcohol isopropílico y séquelos con un paño seco. Verifique con un microscopio de fibra óptica o sonda de inspección de fibra.
7. Vuelva a colocar el EUI en la unidad presionando y girando en sentido horario, deseche las puntas usadas y los paños de limpieza después de su uso.

Limpieza de conectores fijos. Para la limpieza de conectores fijos siga las instrucciones:

1. Doble un paño de limpieza sin pelusa y humedézcalo con una gota de alcohol isopropílico.
2. Limpie suavemente las roscas del conector tres veces con frotando con la mano doblada.
3. Humedezca una punta de limpieza o copito de 2,5mm con una gota de alcohol isopropílico y limpie como se ve en la Figura 26

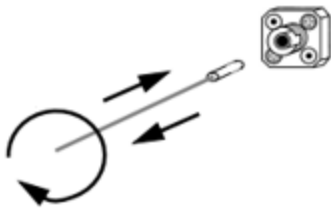


Figura 26. Limpieza de conectores fijos.

Cambio de adaptadores de conectores. Los adaptadores de conectores son accesorios del medidor de potencia vea Figura 27, estos se cambian según el conector de fibra que deba comprobar.



Figura 27. Posición de adaptador de conector en EPM-50 y adaptadores compatibles, autoría propia.

Para cambiar el adaptador de conector siga los pasos.

1. Sostenga la unidad de forma el puerto del conector.
2. Gire el adaptador en sentido contrario a las manecillas del reloj.
3. Enrosque el adaptador que necesite.

Limpieza de puertos del detector. Esto se debe realizar regularmente.

1. Retire la tapa de protección y el adaptador.
2. Si ve polvo, quítelo con aire comprimido.
3. Humedezca un bastoncillo punta de limpieza o bastoncillo de algodón con una gota de alcohol isopropílico.
4. Aplique una ligera presión limpiando la ventana del detector y luego seque con un trapo seco y limpio.

Sustitución de baterías. La unidad funciona con 3 baterías alcalinas AA o recargables.

Para sustituir siga los pasos.

1. Apague el dispositivo.
2. Quite la tapa del compartimento de baterías.
3. Sustituya las baterías mirando la polaridad de las baterías y comparando con la orientación indicada en el compartimento.
4. Ponga la tapa del compartimento.

Recalibración de la Unidad. La recalibración de la unidad depende de las condiciones de uso al que este sometido el aparato, sin embargo, se recomienda realizarla una vez al año (EXFO Electro-Optical Engineering Inc., 2010).

7.11.3 Mantenimiento de Atenuador Variable EXFO FVA-600.



Figura 28. Atenuador variable FVA-600.

Recomendaciones. Para tener un funcionamiento duradero y sin problemas:

1. Examine siempre los conectores de fibra óptica antes de usarlos y límpielos si es necesario.
2. Evite la acumulación de polvo en la unidad.
3. Limpie la carcasa y el panel frontal de la unidad con un paño ligeramente humedecido con agua.
4. Conserve la unidad a temperatura ambiente, en sitio seco y limpio.
5. Evite golpe vibraciones.
6. En caso de derramar liquido en el equipo, apáguelo y desconecte cualquier fuente de alimentación.

Limpieza de conectores EUI. Los EUI son conectores APC y UPC universales, en la Figura 29 se muestra una lista de ellos. La limpieza periódica de los conectores EUI ayudara a mantener un rendimiento óptimo para ello no es necesario desmontar la unidad.



Figura 29. Posición y Lista de posibles conectores EUI en FVA-600. Adaptado de (EXFO, 2006)

1. Retire el EUI del instrumento para exponer la placa base del conector y el casquillo del conector.

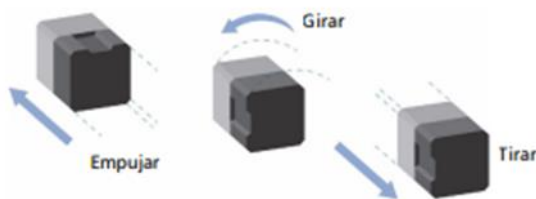


Figura 30. Retirando el casquillo EUI (EXFO Inc., 2010).

2. Luego humedezca una punta limpiadora de 2,5mm con una gota de alcohol isopropílico, no utilice en exceso.
3. inserte lentamente la punta limpiadora en el adaptador de la EUI hasta que salga por el otro extremo, puede ser de ayuda aplicar un lento movimiento giratorio en el sentido de las manecillas del reloj como en la Figura 31,

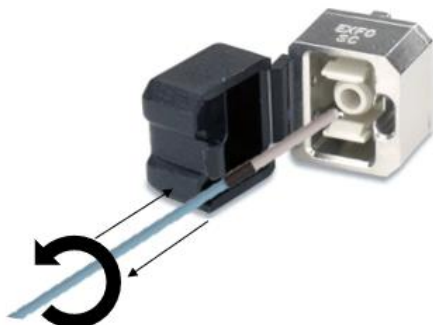


Figura 31. Limpieza de conector EUI autoría propia.

4. gire suavemente la punta limpiadora para limpiar y retírela con los mismo movimientos de giro.

5. repita los pasos 3 y 4 con una punta limpiadora seca.

6. para limpiar el casquillo del puerto del conector, humedezca con una gota de alcohol isopropílico un paño suave que no tenga pelusa, frote con suavidad el conector del casquillo, luego pase un paño seco asegurándose que no deje humedad, compruebe la superficie del lector con un microscopio portátil de fibra óptica o con una sonda de inspección de fibra.

7. vuelva a colocar el EUI en el instrumento, empuje y gire en sentido horario.



8. deseche las puntas limpiadoras y los paños después de cada uso.

Recarga de batería de litio. La batería del dispositivo tarda aproximadamente 5 horas en recargar, para su preservación recargue a temperatura ambiente. Para recargar la batería conecte la unidad a la toma a través de el cargador de CA.



Sustitución de la batería. Para la sustitución de la batería realice los siguientes pasos:

1. Apague la unidad, si el adaptador de CA está conectado puede realizar el cambio de batería con el dispositivo encendido.
2. Abra la tapa del compartimento de la batería en la parte trasera del equipo.
3. Reemplace la batería respetando la polaridad.
4. Cierre la tapa de la batería.

Comprobación de la pantalla LCD. Si nota que alguna parte de la pantalla no se ilumina correctamente, siga los siguientes pasos para comprobar iluminando todos los segmentos al mismo tiempo:

1. Con la unidad encendida, mantenga pulsado  y  al mismo tiempo.
2. Pulse cualquier botón para salir del modo de comprobación de pantalla LCD.

Restaurar a configuraciones de fábrica. La restauración regresara a las configuraciones por defecto de longitudes de onda preseleccionadas, tamaño del paso mínimo en uso, apagado de la iluminación de fondo, uso del modo de funcionamiento absoluto.

Para restablecer los valores con la unidad encendida mantenga pulsados  y  al mismo tiempo (EXFO Inc., 2010).

Solución de problemas. Si presenta alguno de estos problemas, intente su respetiva solución en la Figura 32.


Problema	Solución
La pantalla está en blanco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pulse . ➤ Verifique y conecte el adaptador/cargador de CA.
Las baterías tienen poca carga	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conecte el adaptador/cargador de CA.
La atenuación no es fiable	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modifique la potencia de entrada y salida. ➤ Cambie a la longitud de onda correcta para todos los instrumentos en uso. ➤ Realice una puesta cero de la unidad.
Código de error	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reinicie la unidad. ➤ Si el problema continúa, póngase en contacto con EXFO.

Figura 32. Solución de problemas (EXFO Inc., 2010).

Representante EXFO en Colombia. En caso de requerir mantenimiento, calibración o reparación en Bogotá, Colombia existe un centro de servicio certificado por EXFO al cual se puede recurrir; sus datos de contacto se relacionan a continuación.

Instrumentación S.A.

Dirección: Cr 15A # 118-12 Bogotá, Colombia

Teléfono: (571) 747-7836

7.11.4 Mantenimiento de Fuente de Luz óptico EXFO FLS-600.



Figura 33. Fuente de luz óptico FLS-600.

Recomendaciones. Para ayudar a preservar la vida útil del equipo se debe acatar las siguientes recomendaciones.

- Siempre inspeccione los conectores de fibra antes de usarlos y límpielos si cree necesario.
- Mantenga el equipo libre de polvo, evite golpes y vibraciones.
- Limpie la carcasa y el panel frontal con un paño humedecido ligeramente con agua.
- Guarde la unidad a temperatura ambiente en lugar limpio y seco y sin contacto de luz directa.
- En caso de derramamiento de líquido en el equipo desconecte inmediatamente su fuente de alimentación incluyendo baterías.

Limpieza de conectores EUI. Los EUI se pueden usar con interfaces UPC o APC, en la Figura 34 se muestra una lista de ellos con sus referencias. Para limpiar los conectores siga los siguientes pasos.



Figura 34. Posición de conectores EUI. En FLS-600 y referencias posibles. Adaptado de (EXFO, 2006).

1. Retire el EUI del instrumento para exponer la placa base y el casquillo.
2. Humedezca una punta de limpieza o copito de 2.5mm con una gota de alcohol isopropílico, evite el exceso podría dejar rastros.
3. Inserte suavemente la punta de limpieza en el adaptador EUI hasta que salga al otro lado, realice movimientos giratorios como en la Figura 35.

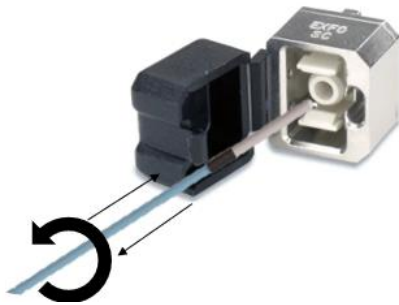


Figura 35. Limpieza de conectores EUI en FLS-600 (EXFO, Inc., 2013).

4. Gire suavemente la punta de limpieza mientras la retira.
5. Repita los pasos 3 y 4 con una punta de limpieza seca.
6. Limpie el casquillo en el puerto del conector con un paño de limpieza sin pelusa y humedecido con una gota de alcohol isopropílico y séquelos con un paño seco. Verifique con un microscopio de fibra óptica o sonda de inspección de fibra.
7. Vuelva a colocar el EUI en la unidad presionando y girando en sentido horario, deseche las puntas usadas y los paños de limpieza después de su uso.

Limpieza de conectores fijos. Para la limpieza de conectores fijos siga las instrucciones:

1. Doble un paño de limpieza sin pelusa y humedézcalo con una gota de alcohol isopropílico.
2. Limpie suavemente las roscas del conector tres veces con frotando con la mano doblada.
3. Humedezca una punta de limpieza o copito de 2,5mm con una gota de alcohol isopropílico y limpie como se ve en la Figura 36.

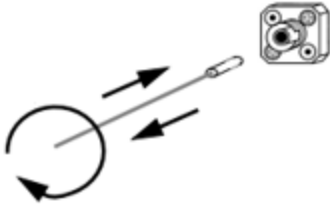


Figura 36. Limpieza de conectores fijos.

4. Repita los pasos con una punta de limpieza seca, deseche las puntas de limpieza usadas.

Limpieza de conectores VFL. Los conectores VFL están fijos en la unidad y se pueden limpiar con un limpiador mecánico ver Figura 37.



Figura 37. Limpiador mecánico EXFO (EXFO, Inc., 2013).

Para limpiar los conectores VFL, Inserte la herramienta en el en el adaptador óptico y empújelo presionando el limpiador con la carcasa, hasta que el limpiador haga un clic que indica que la limpieza finalizo, verifique con microscopio de fibra óptica o sonda de inspección de fibra.

Limpieza de los puertos del detector. La limpieza mantendrá la precisión de medición. Para ello retire la tapa protectora y el adaptador del detector, si tiene polvo quítelo con aire comprimido, humedezca una punta de limpieza o copito con alcohol, limpie cuidadosamente y repita los pasos con un copito de limpieza seco.

Reemplazo de la batería. Para el reemplazo de la batería retire la tapa del compartimento ubicado en la parte trasera del equipo, saque la batería desconéctela del conector eléctrico y reemplácela con la nueva conectándola al conector eléctrico, coloque nuevamente en el compartimento y coloque la tapa nuevamente (EXFO, Inc., 2013).

Representante EXFO en Colombia. En caso de requerir mantenimiento, calibración o reparación en Bogotá, Colombia existe un centro de servicio certificado por EXFO al cual se puede recurrir; sus datos de contacto se relacionan a continuación.

Instrumentación S.A.

Dirección: Cr 15A # 118-12 Bogotá, Colombia

Teléfono: (571) 747-7836

7.11.5 Mantenimiento de Empalmadora de fusión de fibra óptica TYPE-Q101-CA/T-71C.



Figura 38. Empalmadora de fibra óptica TYPE-Q101, autoría propia.

En la Figura 39 se muestran las partes de la empalmadora, necesarias para realizar procedimientos de limpieza y mantenimiento.

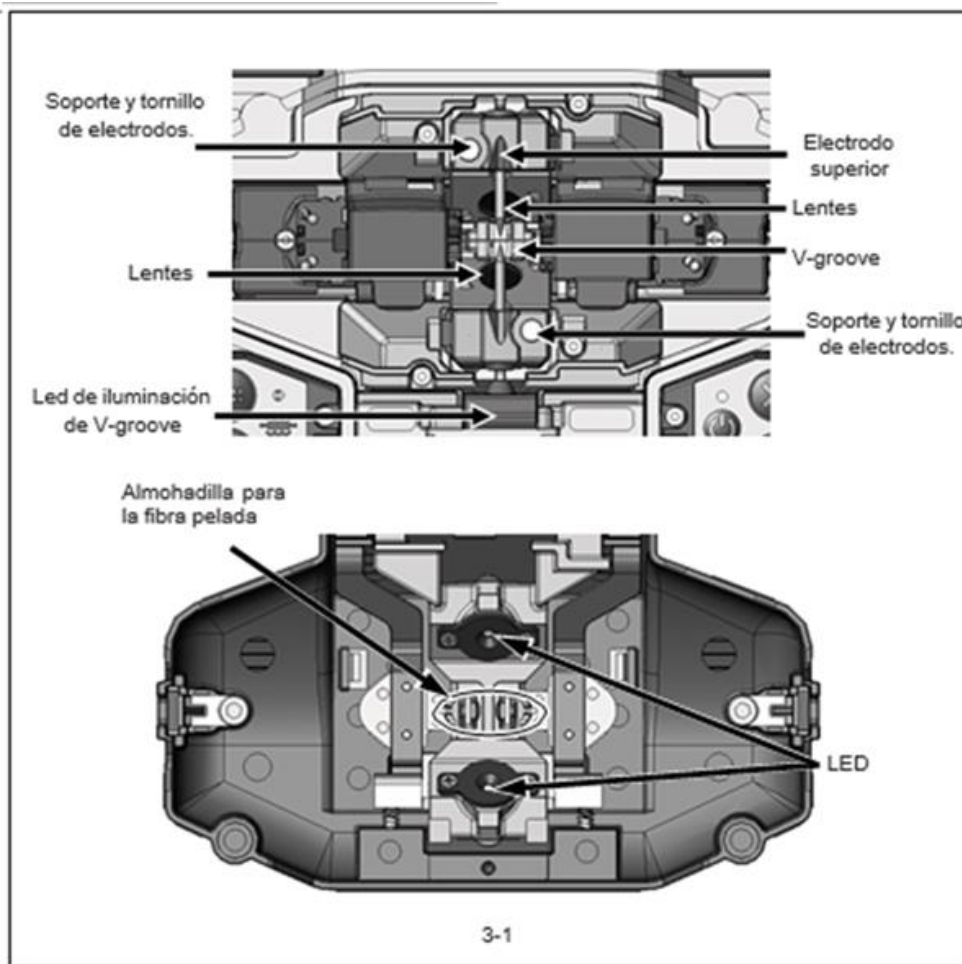


Figura 39. Partes de la empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Recomendaciones. Las recomendaciones a tener en cuenta para el mantenimiento de la empalmadora son.

7. La empalmadora realiza una descarga de arco eléctrico por lo que evite usar el equipo en lugares donde haya presencia de gases inflamables o aparatos eléctricos que los emitan.
8. No utilice aerosoles para la limpieza de la empalmadora que contengan Freón o gas inflamable.
9. Almacene la empalmadora en lugar limpio, seco y a temperatura ambiente dentro de su caja diseñada para protegerla de golpes suciedad y polvo, asegurándose de quitar la batería antes de guardarla en su compartimento.

Mantenimiento. Para la realización de empalmes de calidad, se requiere una limpieza y una inspección regular, la frecuencia recomendada es antes y después del uso de la empalmadora. Se recomienda enviarla a servicio de mantenimiento una vez al año.

Limpieza. Limpie todas las partes con un bastoncillo de algodón.

Limpieza de los V-grooves. El polvo puede afectar y provocar un mal empalme incluso la partícula más pequeña por lo que es necesario limpiar los V-grooves con bastoncillo de algodón humedecido en alcohol isopropílico como en la Figura 40.

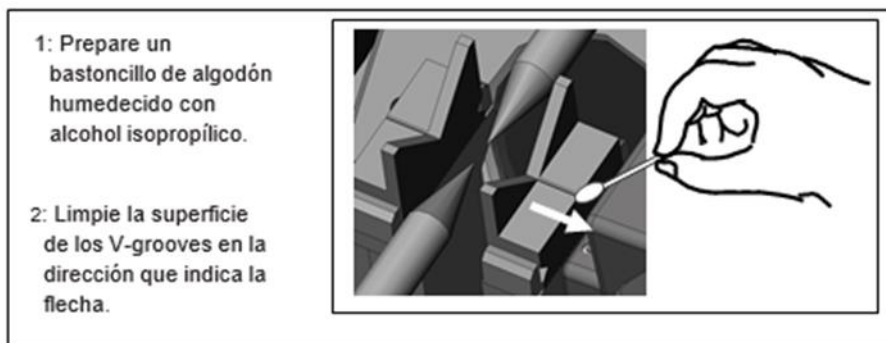


Figura 40. Limpieza de V-grooves de empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Limpieza de LED. La suciedad en el led puede generar una imagen de la fibra poco clara y resultar imperfecto el tratamiento de la imagen. Si la imagen es irregular o hay un error de LED, se debe limpiar con un bastoncillo de algodón humedecido con alcohol isopropílico como se muestra en la Figura 41.

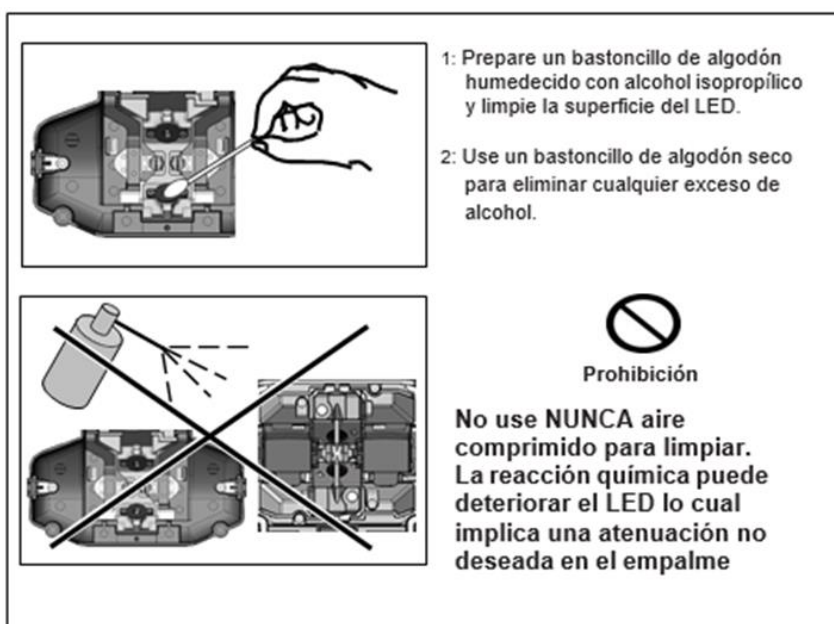


Figura 41. Limpieza de LED de empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Limpieza de almohadillas de fibra pelada. Proceda a limpiar las almohadillas de fibra pelada como en la Figura 42.



Figura 42. Limpieza de las almohadillas de fibra óptica (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Limpieza de las lentes de los microscópicos. Si continúa viendo una imagen irregular proceda a limpiar las lentes de los microscopios como en la Figura 43.

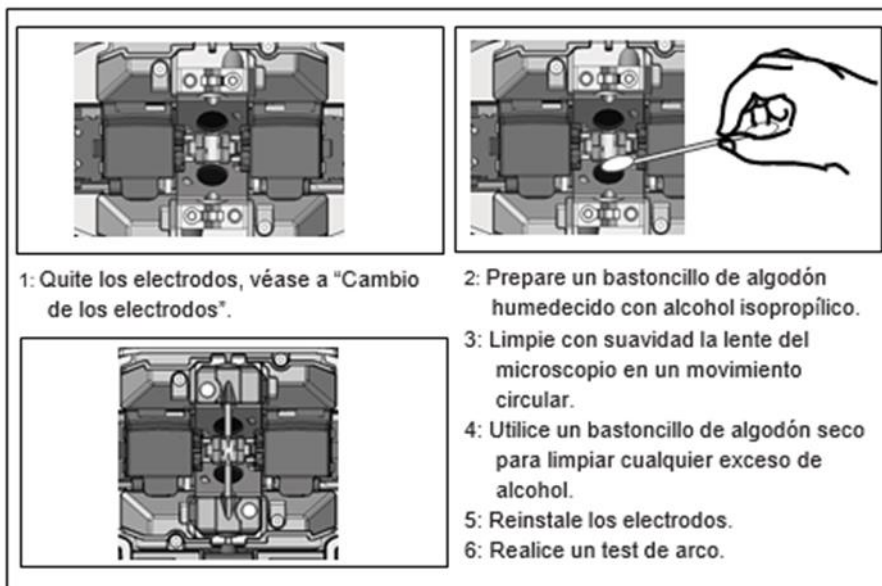


Figura 43. Limpieza de las lentes de los microscopios de la empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Limpieza del horno. Se puede acumular fácilmente suciedad y polvo en los hornos de la empalmadora. Limpie la placa de calentamiento regularmente con un bastoncillo de algodón seco. Como se muestra en la Figura 44.

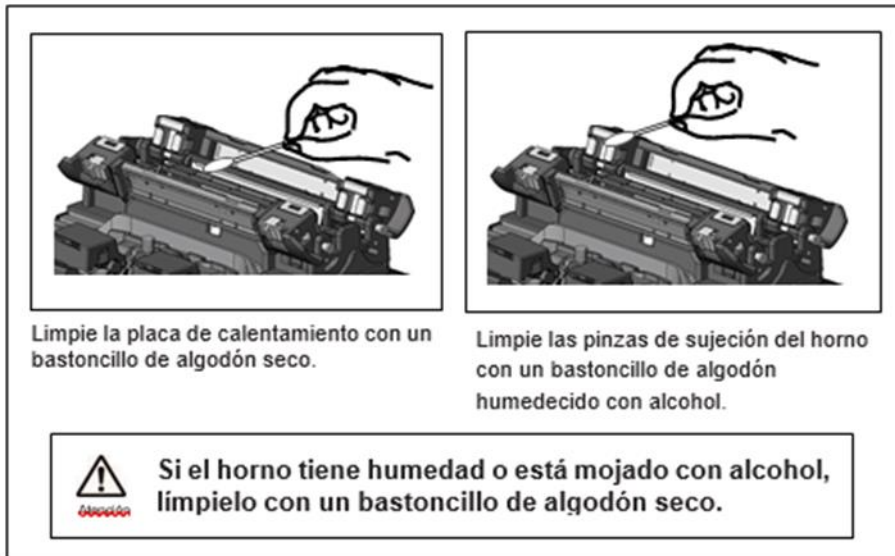


Figura 44. Limpieza de hornos de la empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Cambio de electrodos ER-10. El electrodo se desgasta y contamina por los cristales de sílice evaporados debido al arco eléctrico y su condición con el uso continuo. Para conseguir un arco estable para empalmes de calidad los electrodos deben ser cambiados máximo cada 3.000 descargas. La empalmadora emite una señal si el número de descargas de arco supera 1.000, se encenderá una luz amarilla de aviso, si el número excede las 2.000 descargas se encenderá una luz roja de aviso con un mensaje de advertencia de cambio de electrodos.

Para el cambio de electrodos el procedimiento, tenga cuidado con la manipulación ya que la punta del electrodo es extremadamente afilada, siga las instrucciones de la Figura 45 (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

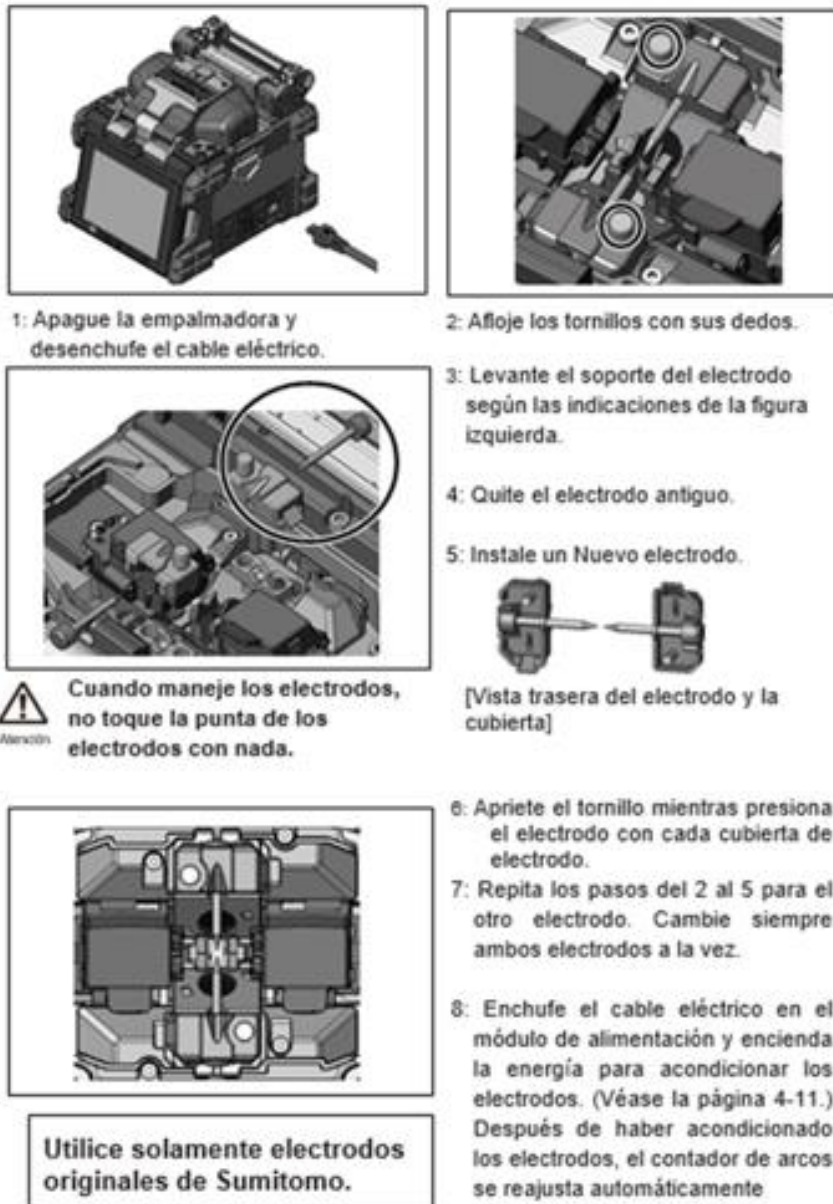


Figura 45. Cambio de electrodos de empalmadora (Sumitomo Electric Industries Ltd., 2012).

Solución de problemas. Ante problemas se relaciona su posible solución en la Tabla 11.

Tabla 11. Problemas y posibles soluciones.

Problemas	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Atenuaciones de empalme altas o inconsistentes • Burbujas en la fibra después de empalmar. • Errores de diámetro. • Monitor de arco inestable. • Fibra quemada. 	<p>realice el cambio de electrodos que debe realizarse como máximo cada 3.000 empalmes.</p>

•	Ruidos durante el proceso de fusión.	
•	Si las fibras se rompen durante la prueba de tracción de empalme, estas se pueden romper debido a que si la potencia de arco es débil el empalme será deficiente y como consecuencia se rompe la fibra.	Realizar test de arco de nuevo, de ser necesario limpieza de V-grooves, peladora y cortadora.
•	Si realizado el test sigue ocurriendo limpie los V-grooves y las pinzas de sujeción de la fibra ya que las peladoras en mal estado pueden romper la fibra. Limpie la peladora y la cortadora de fibra.	
•	La fusionadora no se enciende	Compruebe módulo de alimentación, cable y conexión, si usa batería, recárguela, si continua la falla llévela a soporte técnico.

7.12 Mantenimiento de Fuentes de Voltaje e Inversores

7.12.1 Mantenimiento de Fuente Regulada UNI-T UTP3702S.



Figura 46. Fuente Regulada UNI-T UTP3702S, autoría propia.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo con unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza: verifique que el dispositivo esta apagado y desconectado, para la limpieza del instrumento use alcohol isopropílico y trapo suave, humedeciendo este último ligeramente, limpie el equipo y accesorios.

7.12.2 Mantenimiento de Fuente de Poder Regulada PROTEK PL 3005T.



Figura 47. Fuente de Poder Regulada PROTEK PL 3005T, autoría propia.

Limpieza. Para la limpieza de carcasas sucias o manchadas del aparato, frote ligeramente el área manchada con un paño humedecido con un detergente neutro o alcohol.

Inspección Visual. Se debe inspeccionar visualmente el instrumento en busca de daños en: el chasis, las perillas VR, los botones de función de los terminales de salida, los portafusibles, los voltímetros, los medidores de corriente, los interruptores, etc. Si se detectan daños, en cables o fusible reemplácelos, si es otro problema envíe a soporte técnico.

Cambio de fusible. Si necesita cambiar el fusible utilice uno de referencia T3.15AL para AC 220V/110V.

- Apague y Desconecte los cables de la unidad
- Debajo de la entrada del cable de alimentación se encuentra el compartimento del fusible, retírelo como en la Figura 48 y cámbielo verificando que corresponda.

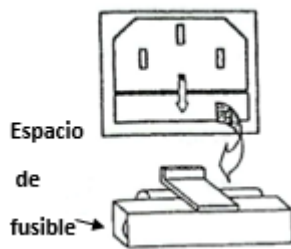


Figura 48. Reemplazo de fusible Fuente Regulada PL 3005T, adaptado de (GS Instruments Co., Ltd.).

- Coloque nuevamente el compartimento en su lugar.

7.12.3 Mantenimiento de Inversor de Corriente STEREN INV-600.



Figura 49. Inversor de Corriente STEREN INV-600, autoría propia.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza.

Limpieza. verifique que el dispositivo esta apagado y desconectado, para la limpieza del instrumento use alcohol isopropílico y trapo suave, humedeciendo este último ligeramente, limpie el equipo y accesorios.

7.13 Mantenimiento de Generadores de Funciones

7.13.1 Mantenimiento de Generador de Funciones 4011A BK precisión.



Figura 50. Generador de Funciones 4011A BK precisión, autoría propia.

Recomendaciones. El fabricante da las siguientes recomendaciones a tener en cuenta.

- Nunca manipule el equipo si, tiene las manos mojadas, si hay condición de rayos o no tiene el cable de alimentación específico del equipo para evitar descargas eléctricas.
- Evite luz directa o polvo en el instrumento. Almacene en lugar limpio seco y a temperatura ambiente.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza: verifique que el dispositivo esta apagado y desconectado, para la limpieza del instrumento use alcohol isopropílico y trapo suave, humedeciendo este último ligeramente, limpie el equipo y accesorios.

Desensamble y reensamblado del instrumento. Estas tareas son necesarias si se requiere cambio de fusible.

Desensamble. Realice el siguiente procedimiento.

- Desenchufe el generador de funciones y voltee la unidad hacia abajo.
- Remueva los cuatro tornillos que quedaron visibles en la tapa al voltear la unidad.
- Levante la tapa.

Reensamble. Siga el siguiente procedimiento.

- Vuelva a colocar la tapa alineando con la abertura que hay en la mitad de la tapa del tablero frontal y trasero de manera que encaje.
- Instale los 4 tornillos nuevamente.

Reemplazo de fusibles. El reemplazo de fusibles puede ser necesario si el fusible se quema o desea cambiar de línea de voltaje, en cualquier caso, verifique que el fusible corresponda con las especificaciones. Para el reemplazo de fusibles realice el desensamble anteriormente descrito. Proceda reemplazar el fusible de línea localizando el sostenedor del fusible en la parte trasera del instrumento junto al transformador. Para el reemplazo del fusible verifique que este cumpla los características que se describen cerca de la caja del fusible. Para el reemplazo de fusible de salida, localice el sostenedor del fusible sobre el cuadro PC del amplificador de salida, montado en el tablero frontal. Reemplace solo con el valor correcto de fusible 0.2 de quema lenta. Proceda hacer el reensamblado (B&K PRECISION).

7.13.2 Mantenimiento de Generador de Funciones PROTEK 9205A.



Figura 51. Generador de Funciones PROTEK 9205A, autoría propia.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo

rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza: verifique que el dispositivo está apagado y desconectado, para la limpieza del instrumento use alcohol isopropílico y trapo suave, humedeciendo este último ligeramente, limpie el equipo y accesorios.

7.13.3 Mantenimiento de Generador de Funciones RIGOL DG 4012 y RIGOL 5102.



Figura 52. Generador de Funciones RIGOL DG 4012, autoría propia.



Figura 53. Generador de funciones RIGOL DG 5102, autoría propia.

Recomendaciones. El fabricante sugiere el siguiente resumen de recomendaciones.

No utilice cable de poder diferente al específico del equipo, no usar si hay presencia de rayos en el entorno o presencia de gases inflamables en la atmósfera; tampoco si tiene manos mojadas para evitar sobrecarga. Mantenga buena ventilación, use y almacene el aparato en área limpia con temperatura ambiente, y no lo exponga a luz solar directa por largos periodos de tiempo. Si hay derramamiento de líquidos desconecte inmediatamente.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo

por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza. Limpie el instrumento periódicamente si lo requiere. Para la limpieza del exterior realice los siguientes pasos.

- Desconecte el instrumento de todas las fuentes de alimentación.
- Limpie el polvo con un paño sin pelusa humedecido con una solución de agua y jabón suave, cuando limpie el LCD tenga precaución para no dañarlo (RIGOL Technologies, Inc., 2011).

En la Tabla 12 se relacionan posibles problemas con posibles soluciones sugeridas por el fabricante.

Tabla 12. Problema y solución en generadores de funciones RIGOL.

Problema	Solución
Pantalla oscura después de encender	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe si la alimentación está correctamente conectada. • Compruebe si el interruptor de encendido está realmente encendido. • Reinicie el instrumento después de terminar las inspecciones anteriores. • Si no funciona correctamente, contacte con RIGOL para nuestro servicio.
Los ajustes son correctos, pero no se genera ninguna forma de onda:	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe si la línea de señal está correctamente conectada al terminal de salida. • Compruebe si el BNC funciona correctamente. • Verifique el botón Salida, si está encendido. • Configure el encendido como "Último" y luego reinicie el instrumento después de terminar las inspecciones. • Si no funciona correctamente, contacte con RIGOL para nuestro servicio.

7.13.4 Mantenimiento de Generador de Funciones UNI-T UTG 9005C.



Figura 54. Generador de Funciones UNIT UTG 9005C, autoría propia.

Recomendaciones. Se resumen las recomendaciones dadas por el fabricante a continuación.

- No almacenar ni colocar el instrumento expuesto directamente a la luz solar.
- Evite tener el dispositivo en ambientes de niebla, no use solventes.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza. Limpie el instrumento cada vez que este lo requiera, para ello siga las instrucciones.

- Desconecte la alimentación y luego limpie con un paño suave que este húmedo pero que no gotee, limpie el polvo del exterior del instrumento con un detergente suave y agua limpia, no use químicos o detergentes que contengan benceno, metilbenceno, di metilbenceno, acetona u otras sustancias fuertes. Tenga cuidado para no maltratar la pantalla LCD (Unit-Trend Technology (China) CO.,LTD).

7.14 Mantenimiento de Osciloscopios

7.14.1 Mantenimiento de Osciloscopio GW-INSTEK 200 MHz GDS 2202A.



Figura 55. Osciloscopio GW-INSTEK 200 MHz GDS 2202A, autoría propia.

Recomendaciones. No rocíe ningún líquido sobre el aparato, ni utilice químicos que contengan benceno, tolueno, xileno y acetona en la limpieza. No exponga el equipo a luz directa ni polvo, consérvelo en lugar limpio y seco. Evite derramar líquidos en el instrumento.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza.

Limpieza: verifique que el dispositivo está apagado y desconectado, utilice un paño suave humedecido en una solución de detergente y agua.

Calibración de resolución vertical. Se debe realizar si se está en un entorno nuevo.

1. Presione la opción (UTILITY).
2. Presione F5 (More).
3. Presione F1 (SELF CAL MENU).
4. Presione F1 (vertical).
5. Sonará y un mensaje “SET CAL TO CH1, luego presione F5 aparecerá el botón de la pantalla
6. Conecte la salida de la señal de CAL a la entrada del canal 1.
7. Presione F5.
8. La calibración del canal 1 comenzará y terminará automáticamente en menos de 5 minutos.
9. Cuando termine, conecte la calibración al canal 2 y presione F5 para comenzar su calibración. Si hay más canales repita los pasos para los demás canales.
10. Cuando la calibración de todos los canales es completada, la pantalla regresará a todos su estado por defecto.

Compensación de sonda. Debe realizarse si se está en entorno nuevo.

1. Conecte la sonda (2Vp-p, 1Khz onda cuadrada) en el panel frontal. Establezca la atenuación en la sonda a x10.
2. Presione (UTILITY).
3. Presione F5 (More) dos veces.
4. Presione F1 (PROBECOMP MENU).
5. Presione F1 (WAVETYPE) repetidamente para seleccionar la onda estándar cuadrada.
6. Presione (Auto Set) la compensación de la señal aparecerá en la pantalla.

7. Presione (DISPLAY) luego F1 (TYPE) dos veces para seleccionar la forma vectorial de onda.
8. Ajuste la sonda hasta que el borde de la señal sea nítido en la pantalla como en la Figura 56.

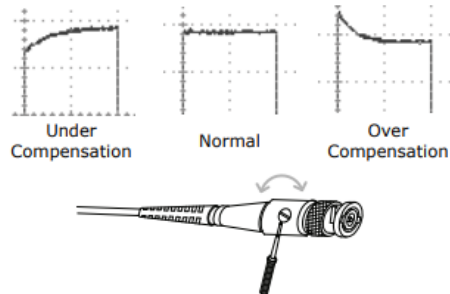


Figura 56. Ajuste de sonda (Good Will Instrument Co,ITD., 2010).

Cambio de Fusible. El equipo requiere un fusible T2A/250V. para instalarlo siga estos pasos.

- Quite el cable de poder.
- Remueva la tapa del fusible ubicada bajo la entrada del cable de poder con un destornillador de punta plana y reemplace el fusible con las especificaciones indicadas, en la Figura 57 se muestra el procedimiento (Good Will Instrument Co,ITD., 2010).

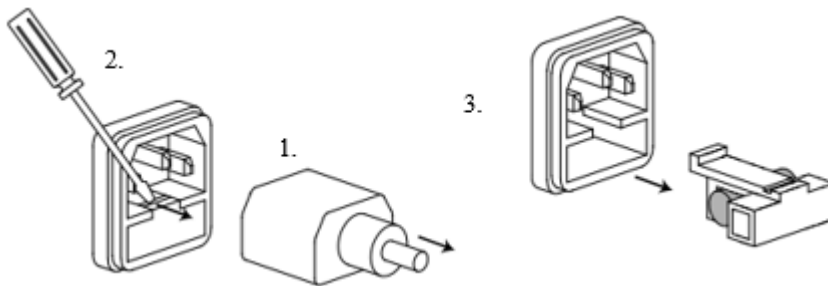


Figura 57. Procedimiento cambio de fusible Osciloscopio GW-INSTEK GDS 2202A (Good Will Instrument Co,ITD., 2010).

7.14.2 Mantenimiento de Osciloscopio 20Mhz PROTEK 6502A.



Figura 58. Osciloscopio 20Mhz PROTEK 6502A, autoría propia.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza. Para limpiar la carcasa del equipo frote suavemente el área con un paño suave y humedecido con un detergente neutro o alcohol isopropílico.

7.14.3 Mantenimiento de Osciloscopio 60Mhz UNI- T UTD2062CE.



Figura 59. Osciloscopio 60Mhz UNIT UTD2062CE, autoría propia.

Recomendaciones. El instrumento y la sonda se deben inspeccionar constantemente. Evite luz solar directa. No use solventes. Evite derramar líquidos.

Limpieza. Asegúrese de que el aparato está apagado y desconectado. Limpie la zona externa del instrumento con un paño suave ligeramente humedecido en una solución de detergente neutro y agua, deje secar totalmente antes de usar el instrumento (Uni-Trend Technology (China) Limited).

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

7.14.4 Mantenimiento de Osciloscopio BK precisión 2540B.



Figura 60. Osciloscopio BK precisión 2540B, autoría propia.

Recomendaciones. Limpie el instrumento cada vez que lo requiera este.

Verificar estado de equipo y accesorios. Mire detalladamente el estado del equipo y sus accesorios en busca de posibles deterioros en estos, de encontrar en mal estado en el caso del equipo rotúlelo y solicite envío a soporte técnico. En caso de deterioro en accesorios realice el reemplazo por unos que estén en óptimas condiciones. De requerirlo realice limpieza y finalmente compruebe que funciona normalmente conectando y encendiendo la unidad.

Limpieza: verifique que el dispositivo esta apagado y desconectado, para la limpieza del instrumento use alcohol isopropílico y trapo suave, humedeciendo este último ligeramente, limpie el equipo y accesorios.

7.15 Mantenimiento de Medidores de Potencia VHF y UHF.

7.15.1 Mantenimiento de Medidor de Potencia BIRD SERIES 43.



Figura 61. Medidor de Potencia BIRD SERIES 43, autoría propia.

Precauciones. No intente quitar el conductor central RF. Esto dañara la sección de línea. Si la sección de línea de RF parece sucia, no afloje ninguna conexión. Limpie componentes accesibles como se describe en la sección de limpieza y aire comprimido, almacénelo en lugar limpio y seco colocándole los tapones en sus entradas para evitar el polvo.

Limpieza. Es importante mantener las superficies limpias de agujero del zócalo, contactos DC en el elemento, aisladores de teflón. Para esto límpielo con un hisopo o bastoncillo de algodón humedecido con un limpiador de contactos o alcohol isopropílico, si requiere use aire comprimido. Para la limpieza de la carcasa exterior del aparato use un paño suave con una solución de detergente suave.

Ajuste a Cero de Medidor. La configuración del medidor debe verificarse cuando no hay energía de RF presente. Cuando no hay conexión la aguja del medidor debe estar en cero, Si esto no es así, es necesario ajústalo; para ello gire el tornillo de ajuste que está en el borde inferior del del visor del medidor hasta que la aguja llegue a cero (Bird Technologies, INC., 2016).

7.16 Mantenimiento de Multímetros

7.16.1 Mantenimiento de Multímetro UNI-T ut33C.



Figura 62. Multímetro UNI-T ut33C, autoría propia.

Recomendaciones. Apague el aparato cuando este no se vaya a utilizar. Quite la batería si el equipo se deja de usar por largo tiempo. Evite el contacto de agua y el instrumento, no use detergentes abrasivos o disolventes en la limpieza del aparato. No use si tiene manos mojadas. Almacene en lugar limpio y seco, a temperatura ambiente.

Limpieza. Limpie frecuentemente la carcasa con pañuelo ligeramente humedecido en solución de agua y detergente suave. Limpie las terminales con una hisopo de algodón y alcohol isopropílico y séquelas.

Reemplazo de la batería. Para evitar falsas lecturas y potenciales riesgos, cambie la batería si aparece el símbolo de batería baja en la pantalla por una de 9V de alguna de estas referencias (NEDA 1604, 006P o 6F22).

1. Desconectar las puntas del test de la unidad y apáguelo.
2. Quite los tornillos de la parte trasera y separe las partes vea Figura 63.
3. Quite la batería del compartimento.
4. Reemplace la batería por una nueva de 9v.
5. Ensamble las partes y coloque nuevamente los tornillos.

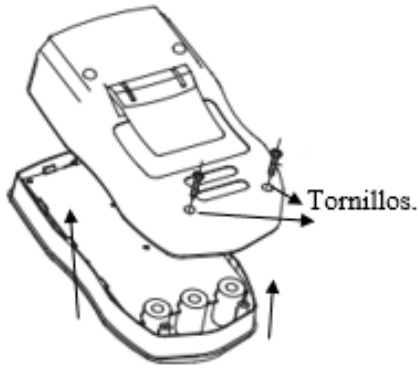


Figura 63. Desensamblaje de UNI-T-33C (Uni-Trend Technology Limited, 2002).

Reemplazo de fusibles. Para evitar descargas eléctricas o arco eléctrico y posibles lesiones personales o daños al instrumento. Use un fusible con estas características (315mA/250V/5x20mm).

Pasos:

1. Desconecte los cables de la unidad y apáguelo.
2. Desensamble el equipo quitando tornillos y separando las partes vea Figura 63.
3. Retire el fusible haciendo palanca cuidadosamente del soporte y coloque el nuevo fusible.
4. Ensamble las partes y coloque nuevamente los tornillos (Uni-Trend Technology Limited, 2002).

7.16.2 Mantenimiento de Multímetro UNI-T ut39C.



Figura 64. Multímetro UNIT ut39C, autoría propia.

Recomendaciones. Apague el aparato cuando este no se vaya a utilizar. Quite la batería si el equipo se deja de usar por largo tiempo. Evite el contacto de agua y el instrumento, no use detergentes abrasivos o disolventes en la limpieza del aparato. No use si tiene manos mojadas. Almacene en lugar limpio y seco, a temperatura ambiente.

Limpieza. Limpie frecuentemente la carcasa con pañuelo ligeramente humedecido en solución de agua y detergente suave. Limpie las terminales con una hisopo de algodón y alcohol isopropílico y séquelas.

Reemplazo de la batería. Para evitar falsas lecturas y potenciales riesgos, cambie la batería si aparece el símbolo de batería baja en la pantalla por una de 9V de alguna de estas referencias (NEDA 1604, 006P o 6F22).

1. Desconectar las puntas de test de la unidad y apáguelo.
2. Quite el tornillo de la tapa del compartimento de la batería y levante la tapa vea Figura 65.
3. Quite la batería del compartimento.
4. Reemplace la batería por una nueva de 9v.
5. Ensamble las partes y coloque nuevamente los tornillos.

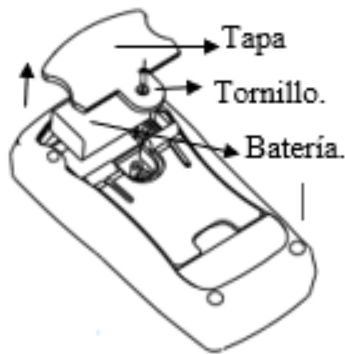


Figura 65. Reemplazo de batería UNI-T ut39C adaptado de (UNIT-Trend technology Limited, 2004).

Sustitución de fusibles. Para evitar descargas eléctricas o arco eléctrico y posibles lesiones personales o daños al instrumento. Use un fusible con estas características (315mA/250V/5x20mm).

Pasos vea Figura 66:

1. Desconecte los cables de la unidad y apáguelo.
2. Retire la funda del multímetro.
3. Retire el tornillo de la tapa del compartimento de la batería vea, levante la tapa y saque la batería vea Figura 65 .
4. Retire el tornillo que está dentro del compartimento de la batería y los otros dos tornillos que están en la parte baja del multímetro luego separe la parte inferior de la superior.
5. Retire el fusible haciendo palanca cuidadosamente del soporte y coloque el nuevo fusible.

6. Ensamble las parte inferior con la superior y coloque nuevamente el tornillo dentro del compartimento y los dos tornillos de la parte inferior.
7. Coloque la batería, la tapa y el tornillo.
8. Vuelva a colocar la funda del multímetro (UNIT-Trend technology Limited, 2004).

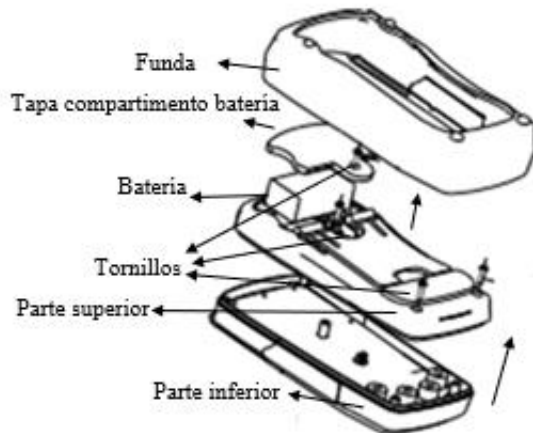


Figura 66. Desensamble multímetro UNI-T ut39C. Adaptado de. (UNIT-Trend technology Limited, 2004).

7.16.3 Mantenimiento de Multímetro UNI-T ut58.



Figura 67. Multímetro UNI-T ut58, autoría propia.

Recomendaciones. No use productos abrasivos o disolventes. No use con las manos mojadas ni moje el aparato. Suciedad y humedad pueden afectar las mediciones.

Limpieza. Verifique que el aparato esta apagado. Limpie periódicamente el aparato con una tela húmeda y detergente suave.

Para limpiar terminales utilice hisopos de algodón humedecidos de alcohol isopropílico y deje secar. Use fusibles indicados para evitar descargas eléctricas. Cuando Almacene el aparato por largos tiempos, déjelo sin baterías en lugar limpio y seco a temperatura ambiente.

Reemplazo de baterías. Para el reemplazo de las baterías use una de 9V (NEDA 1604, 6F22 o 006P9) siga los pasos:

1. Apague el aparato, desconecte cables y quite la funda.
2. Quite los tornillos del aparato y separe las partes vea Figura 68.
3. Quite la batería del compartimento y reemplácela por la referencia indicada.
4. Vuelva a ensamblar las partes y coloque los tres tornillos.
5. Coloque la funda.

Reemplazo de fusible. Para cambiar el fusible use uno de (0,5A/250V/5x20mm) y siga los pasos.

1. Apague el aparato y desconecte los cables si los tiene.
2. Quite la funda del multímetro.
3. Quite los tornillos que quedaron descubiertos, son tres y separe las partes vea Figura 68.
4. Ubique el fusible y quítelo cuidadosamente del soporte y coloque el nuevo de la referencia indicada.
5. Vuelva a ensamblar las partes, coloque los tornillos y la funda (UNI-Trend Technology Limited, 2001).

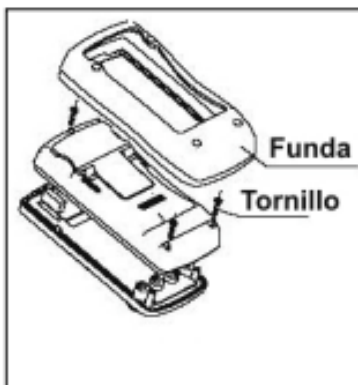


Figura 68. Desensamble de multímetro UNI-T 58 (UNI-Trend Technology Limited, 2001).

7.17 Mantenimiento de Frecuencímetros.

7.17.1 Frecuencímetro (contador de frecuencias de microondas) HP 5350B.



Figura 69. Frecuencímetro (contador de frecuencias de microondas) HP 5350B, autoría propia.

Recomendaciones. No rocíe líquidos al aparato. No utilice productos abrasivos ni químicos de limpieza que contengan benceno, tolueno, xileno y acetona. Almacene en un lugar limpio, seco y sin exposición de luz solar directa.

Limpieza. Verifique que el equipo no esté conectado, luego Use un paño suave ligeramente humedecido en alcohol isopropílico y limpie las superficie de los equipos.

7.18 Mantenimiento de Sistemas de Radiofrecuencia.

7.18.1 Mantenimiento de RF Y Entrenador de Comunicación GW INSTEK GRF 1300.



Figura 70. RF Y Entrenador de Comunicación GW INSTEK GRF 1300, autoría propia.

Recomendaciones. No rocíe líquidos al aparato. No utilice productos abrasivos ni químicos de limpieza que contengan benceno, tolueno, xileno y acetona. Almacene en un lugar limpio, seco y sin exposición de luz solar directa. Desconecte todos los cables antes de realizar cambio de fusible.

Limpieza. Para la limpieza proceda.

- Desconecte el cable de alimentación del dispositivo.
- Use un paño suave humedecido ligeramente en una solución de detergente suave y agua, frote suavemente.

7.18.2 Mantenimiento Sistema de Entrenamiento Receptor y Transmisor Wireless de RF GRF 3300S.



Figura 71. Sistema de Entrenamiento Receptor y Transmisor Wireless de RF GRF 3300S, autoría propia.

Recomendaciones. No rocíe líquidos al aparato. No utilice productos abrasivos ni químicos de limpieza que contengan benceno, tolueno, xileno y acetona. Almacene en un lugar limpio, seco y sin exposición de luz solar directa.

Limpieza. Verifique que el equipo se encuentre desconectado para proceder a la limpieza, use un paño suave ligeramente humedecido en alcohol isopropílico y limpie las superficie de los equipos.

7.18.3 Sistema de entrenamiento de radiofrecuencia ATTEM Instruments AT-3200A/B/C/D.

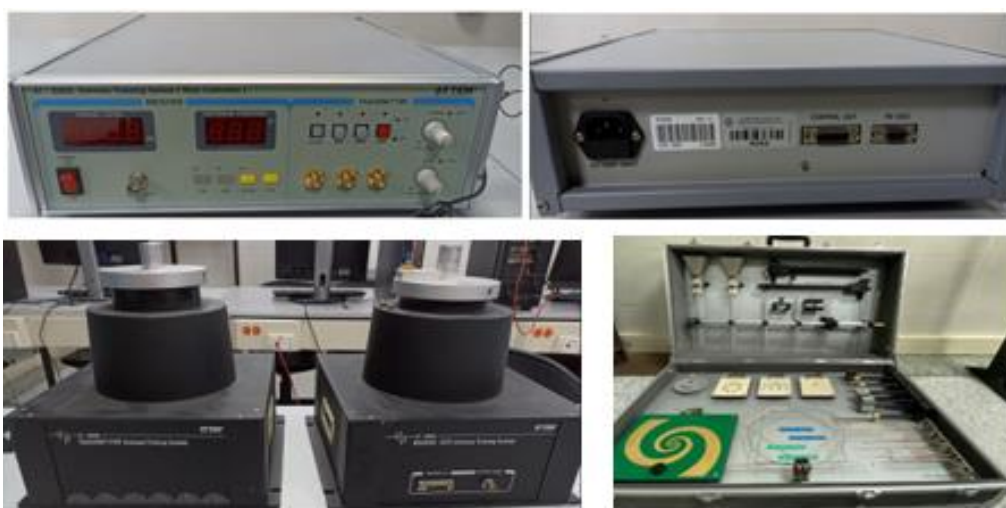


Figura 72. Sistema de entrenamiento de radiofrecuencia ATTEM Instruments AT-3200 A/B/C/D, autoría propia.

Recomendaciones. No rocíe líquidos al aparato. No utilice productos abrasivos ni químicos de limpieza que contengan benceno, tolueno, xileno y acetona. Almacene en un lugar limpio, seco y sin exposición de luz solar directa.

Limpieza. Verifique que el equipo apagado y desconectado, luego Use un paño suave ligeramente humedecido en alcohol isopropílico y limpie las superficie de los equipos.

7.19 Mantenimiento de otros dispositivos.

7.19.1 Antenas.



Figura 73. Antenas, autoría propia.

Limpieza. Para la limpieza de antenas use un trapo seco y quite el polvo frotando suavemente, si esta manchada humedezca el trapo ligeramente con alcohol isopropílico, limpie y deje secar.

7.19.2 Probador de cable UTP TRENDnet.



Figura 74. Probador de cable UTP TC-NT2.

Limpieza. Limpie el dispositivo con un paño suave para quitar el exceso de polvo.

Cambio de batería. Para el cambio de batería.

- Deslice la tapa del transmisor TC-NT2 de la parte trasera.
- Conecte e inserte la batería.
- Coloque la tapa nuevamente.







Conclusiones














Los laboratorios de telecomunicaciones de la Universitaria Agustiniiana necesitan de forma urgente un plan de mantenimiento para sus equipos por lo que se realizó la investigación pertinente para diseñar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos del laboratorio de telecomunicaciones, encontrando que estos se pueden desarrollar basados principalmente en las instrucciones que cada fabricante da para sus productos en temas de mantenimiento o actividades asociadas, por lo que se diseñó de esa forma y se orientó a los encargados de los laboratorios considerando que estos desarrollan tareas de este tipo como parte de su labor en la institución, se propuso un formato de hoja de vida para equipos de laboratorio con sus instrucciones de llenado, se incluyeron las actividades de mantenimiento que se pueden realizar según el fabricante, la estimación de periodicidad y duración de un plan de mantenimiento preventivo para los 75 equipos que se tuvieron en cuenta que fue de aproximadamente 37 horas de trabajo, adicionalmente se deja como evidencia el manual del plan de mantenimiento, archivos anexos con los manuales de usuario digitales y fichas técnicas recopiladas, también algunas hojas de vida llenadas como apoyo para el mejor uso de los equipos de los laboratorios de telecomunicaciones de la Uniagustiniana.


















Se consulto empresas dedicadas al mantenimiento especializado de estos equipos y a la calibración sobre costos de una eventual necesidad de la institución universitaria de contratación externa de servicios como mantenimiento preventivo y/o calibración dado que los encargados de los laboratorios no pueden desarrollar tareas complejas o especializadas de mantenimiento preventivo como mantenimiento interno del equipo o calibración certificada, encontrando que la mejor oferta que incluye mantenimiento preventivo y certificación de calibración tiene un costo estimado de \$ 23.680.000 calculada a partir de las cotizaciones dadas por estas empresas para los modelos de equipos consultados, se deja como archivos anexos estas cotizaciones.

Los beneficios que se prevén por la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los laboratorios de telecomunicaciones de la Uniagustiniana son: un mejor control en la gestión de los equipos tanto en términos de mantenimiento como en gestión documental, contar con un documento que servirá de apoyo en las tareas de mantenimiento, ampliar la vida útil de los equipos al poner en práctica las actividades que recomiendan los fabricantes y servir como base para futuras mejoras.

8 Anexos

NOMBRE	FOTO	FABRICANTE	MODELO	SERIE	CODIGO	ORIGEN	ESTADO	MANTENIMIENTO	SE CALIBRA
MULTIMETRO		UNI-T	UT58B	N/A	7249	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN, CAMBIO DE FUSIBLE, CAMBIO DE BATERIAS	SI
					7250		BUENO		
					8782		BUENO		
					7247		FALTA		
		UNI-T	UT39C	N/A	10133	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN, CAMBIO DE FUSIBLE, CAMBIO DE BATERIAS	SI
		UNI-T	UT33C	N/A	7269	CHINA	SOLO VOLTAJE	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE FUSIBLE, CAMBIO DE BATERIAS	SI
					7270		BUENO		
					7271		BUENO		
					7274		BUENO		
					7275		BUENO		
					10134		BUENO		
					10135		SOLO VOLTAJE		
					10136		SOLO VOLTAJE		
					14673		BUENO		
					14674		SOLO VOLTAJE		
14675	BUENO								
14676	SOLO VOLTAJE								
14677	SOLO VOLTAJE								
14678	BUENO								
14679	SOLO VOLTAJE								
FUENTE REGULADA DE PODER DC, DOBLE		PROTEK	PL-3005T	N/A	7253	KOREA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN, CAMBIO DE FUSIBLE.	SI
					7254		BUENO		
					7255		BUENO		
					7256		BUENO		
					7257		1 SALIDA NO FUNCIONA		
					7258		BUENO		
					7259		BUENO		
					7260		BUENO		
					7261		BUENO		
					7262		BUENO		
					7263		BUENO		
							UNI-T		
GENERADOR DE FUNCIONES 3MHZ		PROTEK	9205A	9205AQ1459	7251	CHINA	FUNCIONA, LA CARCASA ESTA SUELTA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
				9205AQ1618	7252		FUNCIONA, LA CARCASA ESTA SUELTA		
GENERADOR DE FUNCIONES 5MHz		BK PRECISION	4011A	222A 13167	9108	TAIWAN	BUENO	SI, LIMPIEZA VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE FUSIBLE	SI
				222A 13170	9109		BUENO		
				222A 13271	9110		BUENO		
	UNI-T	UTG9005C	N/A	13703	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y ACCESORIOS	SI	
GENERADOR DE FUNCIONES ARBITRARIAS		RIGOL	DG5102	DG5T174900337	15044	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y ACCESORIOS	SI
			DG4102	DG4E192801464	15045		BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
				DG4E192801451	15046		BUENO		

OSCILOSCOLPIO ANALOGICO 20MHz		PROTEK	6502A	6502AQ07194	7082	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
				6502AQ07232	7084		BUENO		
				6502AQ09005	7264		BUENO		
				6502AQ09006	7265		BUENO		
				6502AQ08989	7083 7266		BUENO		
OSCILOSCOPIO DIGITAL 60MHz		BK PRECISION	2540B	337L12142	9158	TAIWAN	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
				337L12123	9160		BUENO		
				340L13116	11137		BUENO		
OSCILOSCOPIO DIGITAL 200MHz		GW INSTEK	GDS-2202A	GEN-141192	9298	TAIWAN	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE FUSIBLE, COMPENSACIÓN DE SONDA, CALIBRACIÓN	SI
				GEN-141179	9299		BUENO		
				GEN151996	9300		BUENO		
				GEN151979	9301		BUENO		
OSCILOSCOPIO DIGITAL 60MHz		UNI-T	UTD2062CE	2130008178	13704	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
ANALIZADOR DE ESPECTRO 9KHz-3GHz		GW INSTEK	GSP-930	EN161902	9754	TAIWAN	DAÑADO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE BATERIAS	SI
				EN161913	9755		BUENO		
ANALIZADOR DE ESPECTRO 50KHz-3.3GHz		BK PRECISION	2652A	267E13101	9114	JAPON	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE BATERIA	SI
ANALIZADOR DE ESPECTRO COMPACTO 24-40GHz		SAF	J0SSAP14	3795503 00075	19879	LETONIA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
ATENUADOR VARIABLE		EXFO	FVA-600	709605	9112	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE BATERIAS	SI
ACCES OTDR RANGO DINAMICO 29DB (PROBADOR DE FIBRA OPTICA)		EXFO	AXS-100	712147	9111	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, SUSTITUCION DE BATERIA	SI
FUENTE DE LUZ OPTICO		EXFO	FLS-600	730776	9358	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, SUSTITUCION DE BATERIA	SI
				709978	9359		BUENO		
MEDIDOR DE POTENCIA OPTICO		EXFO	EPM-50	710354	9113	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, SUSTITUCION DE BATERIA	SI
KIT DE HERRAMIENTA FIBRA OPTICA (FTTH compuesto por 25 piezas)		J-DEAL	N/A	X00VNEPRL	14999	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
EMPALMADORA DE FUSION DE FIBRA OPTICA Y MONITOREO DE NUCLEO DIRECTO		SUMITOMO ELECTRIC	TYPE-Q101-CA	4937296003	9304	JAPON	BUENA, SUCIA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO, CAMBIO DE ELECTRODOS,	SI

ANALIZADOR TV Y SATELITE		PROMAX	HD RANGER ULTRALITE	180799760001	18602	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
ARDUINOS CON CABLE		ARDUINO LLC	UNO R3, NANO	CANTIDAD 31, 3 NANO	N/A	CHINA	BUENOS, FALTAN 4 CABLES	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
SONDAS OSCILOSCOPIO		VARIOS	VARIOS	CANTIDAD 30	N/A	CHINA	9 MALAS, 21 BUENAS	SI, LIMPIEZA VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
PUNTAS DE GENERADOR DE FUNCIONES		VARIOS	BNC CAIMAN	CANTIDAD 30	N/A	CHINA	BUENAS	SI, LIMPIEZA VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
CABLE COAXIAL		VARIOS	VARIOS	CANTIDAD-8	N/A	CHINA	2 MALOS	SI, LIMPIEZA VERIFICACION DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
PROBADOR DE CABLE UTP		PROSKIT	MT-7051N	N/A	9900	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA	NO
				N/A	9899		BUENO		
		TRENDNET	TC-NT2	PA1047V1054811	7278	TAIWAN	BUENO	SI, LIMPIEZA	NO
				PA1047V1054825	7277		BUENO		
CONTROLADOR DE SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE ANTENAS		ATTEN INSTRUMENTS	AT-3200A	118235	9292	TAIWAN	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	NO
RECEPTOR Y TRANSMISOR DE SISTEMA DE ENTRENAMIENTO ANTENAS			AT-3200B	118230	9290		BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
MODULOS EXPERIMENTALES DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE ANTENAS			AT-3200C	118236	9291		BUENO		
SOPORTE PARA GUIA DE ONDAS DE SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE ANTENAS			AT-3200D	N/A	9898		BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE RADIOFRECUENCIA			AT-3000	11300131100698	9303		BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
ANTENAS DE RADIOFRECUENCIA			AT-RF3030	1130013110700	9302		INCOMPLETO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
ANTENAS DE RADIOFRECUENCIA 806-902MHz		LAIRD TECHNOLOGIES	PC-804	N/A	18547	N/A	BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
				N/A	18548		BUENA		
ANTENAS DE RADIOFRECUENCIA		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
		MARPED	32970	N/A	N/A	COLOMBIA	BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
		TP-LINK 2.4GZ	TL-ANT2424B	11AAA101926	N/A	CHINA	BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO

ANTENA OMNIDIRECCIONAL DE POLARIZACION VERTICAL		KATHREIN	K751121 VPOL OMNI	I0J2976314	18543	ROMANIA	BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
				I0J2376601	18544		BUENA		
ANTENA OMNIDIRECCIONAL		MOBILE MARK	0D4-700-BLK	N/A	N/A	N/A	BUENA	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO	NO
				N/A	N/A	N/A	BUENA		
RF Y SISTEMA DE ENTRENAMIENTO		GW INSTEK	GRF-1300	GEN868006	9297	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA	NO
RECEPTOR Y TRANSMISOR WIRELESS DE SISTEMA DE ENTRENAMIENTO RF		GW INSTEK	GRF-3300S	EJ892789	9295	CHINA	BUENO	SI, LIMPIEZA	NO
					9296		BUENO		
MEDIDOR DE POTENCIA EN VHF,UHF 100-250MHz (WATTMETER)		BIRD	43	249529	9161	USA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO. AJUSTE DE MEDIDOR	SI
				149808	9162		BUENO		
FRECUENCIMETRO (CONTADOR DE FRECUENCIA DE MICROONDAS)		HP	5350B	3049A07473	9163	USA	BUENO	SI, LIMPIEZA, VERIFICACIÓN DE ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	SI
PONCHADORA DE IMPACTO		WELSPEC	N/A	CANTIDAD 6	N/A	N/A	BUENO	SI, LIMPIEZA	NO
HACKRF ONE		GREAT SCOTT GADGETS	X0015EZ109	N/A	14979	USA	BUENO	SI, LIMPIEZA,	NO
					14980		BUENO		
					14981		BUENO		
					14982		BUENO		
					14983		BUENO		
					14984		BUENO		
					14985		BUENO		
					14986		BUENO		
					14987		BUENO		
					14988		BUENO		
					14989		BUENO		
NESDR SMART		NOOELEC	X0014GC4S V	N/A	14990	CANADA	BUENO	SI, LIMPIEZA,	NO
					14991		BUENO		
					14992		BUENO		
					14993		BUENO		
					14994		BUENO		
					14995		BUENO		
					14996		BUENO		
					14997		BUENO		
					14998		BUENO		

Figura 75. Lista de reconocimiento de equipos, accesorios y dispositivos, autoría propia.

Tabla 13. Equipos de laboratorio 113B.

Cant.	Tipo	Marca	Modelo	Manual
1	Contador de frecuencias de microondas	HEWLETT PACKARD	5350B	Si
1	Medidor de potencia en VHF, UHF	BIRD	43	Si
1	Switch 24 puertos	ENCORE	ENH934-AUT	No
4	Switch 24 puertos	CISCO	CATALYS 3560V2	No
1	Switch 28 puertos y 2 FSP	CISCO	SG500-28	Si
1	Switch 24 puertos y 2FSP	CISCO	SG300-28	Si
1	Switch 24 puertos y 2FSP	CISCO	SG300-24	Si

4	ROUTER	CISCO	CISCO2901	Si
1	SERVIDOR	SUPERMICRO	SUPERSERVER 6012P	No
4	SERVIDORES	SUPERMICRO	PSA13213	No
1	ROUTER WIRELESS	LINKYS	WRT54G	No
3	ROUTER INALAMBRICO	LINKYS	WRT1900AC	No
1	PISTOLA SOPLADORA DE AIRE	DISCOVER	JEN102	No
1	INVERSOR DE VOLTAJE 12 A 110 V	STEREN	INV-600	No
1	DECODIFICADOR	DIRECTV	L12L-0-700	No
2	PROBADOR DE CABLE UTP	PROSKIT	MT-7051N	Si
2	PROBADOR DE CABLE UTP	TRENDNET	TC-NT2	No
3	CPE INALAMBRICO DE ALTA POTENCIA	TP-LINK	TL-WA5210G	Si
3	PUNTO DE ACCESO INALAMBRICO	TP-LINK	TL-WA5110G	Si
2	PUNTO DE ACCESO	LIGOWAVE	LIGODLB5-20N	No
1	SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE ANTENAS	ATTEN INSTRUMENTS	AT- 3200A/AT3200B /AT3200C/AT3200D	Si
2	SISTEMA DE ENTRENAMIENTO RF	GW INSTEK	3300S	No
10	NESDR SMART	NOOELEC	X0014GC4SV	No
10	KIT RASPBERRY	SIGMA ELECTRONICA	PI 3 MODELO B	No
10	HACKRF ONE	NOOELEC	X0015EZI09	No
10	PANTALLA TACTIL CON CD	7inch HDMI Display	MP17002	No
10	CELULAR MOTO G4	MOTOROLA	XT1621	
10	GAFAS DE REALIDAD VIRTUAL	GOOGLE	VR BOX	No
1	GAFAS DE REALIDAD VIRTUAL	MINISO	N/A	No
20	CONTROL DE XBOX 360 ALAMBRICO	GENERICO	XBOX 360 NEGRO	No

1	SISTEMA DE ENTRENAMIENTO RF	ATTEN INSTRUMENTS	AT-RF 3030	Si
6	ANTENA DE RADIOFRECUENCIA	VARIOS	VARIOS	No
1	PONCHADORA DE IMPACTO	WELSPEC	N/A	No

Tabla 14. Equipos de laboratorio 114B.

Cant.	Tipo	Marca	Modelo	Manual
4	Multímetro Digital	UNI-T	UT58B	Si
1	Multímetro Digital	UNI-T	UT39C	No
15	Multímetro Digital	UNI-T	UT33C	No
11	Fuente alimentación regulada doble	PROTEK	PL-3005T	Si
1	Fuente alimentación regulada doble	UNI-T	UTP3702S	No
2	Generador de Funciones	PROTEK	9205A	Si
3	Generador de Funciones	BK PRECISION	4011A	Si
1	Generador de Funciones	UNI-T	UTG9005C	No
2	Generador de Funciones	RIGOL	DG4102	Si
1	Generador de Funciones	RIGOL	DG5102	Si
5	Osciloscopio Analógico	PROTEK	6502A	Si
3	Osciloscopio Digital	BK PRECISION	2540B /B-GEN	Si
4	Osciloscopio Digital	GW INSTRUK	GDS-2202A	Si
1	Osciloscopio Digital	UNI-T	UTD2062CE	No
2	Analizador de Espectro	GW INSTRUK	GSP-930	Si
1	Analizador de Espectro	BK PRECISION	2652A	Si
1	Analizador de Espectro	SAF TEHNIKA	J0SSAP14	Si
1	Medidor de potencia Óptico	EXFO	EPM-50	No
1	Atenuador Variable	EXFO	FVA-600	No
1	OTDR-Probador de Fibra Óptica	EXFO	AXS-100	No
2	Fuente de Luz Óptico	EXFO	FLS-600	No
1	Empalmadora de Fibra Óptica	SUMITOMO ELECTRIC	TYPE-Q101-CA	No
1	Analizador de Tv y Satélite	PROMAX	HD RANGER ULTRALITE	No
1	Servidor	DELL	R220	Si
1	Servidor	DELL	POWEREDGE 2950	No
1	Switch 28 Puertos	CISCO	SG30028	No
1	Switch 24 puertos	CISCO	SG30024	No
31	Arduino	ARDUINO LLC	UNO R3	No

3	Arduino	ARDUINO LLC	NANO	No
2	Antena Digital Terrestre UHF LTE	FAGOR	RHOMBUS	No
1	Antena	TP-LINK	TL-2424B	No
1	Gafas de realidad virtual 256GB	Facebook Technologies	META QUEST	No
1	Antena	TELEVES TFORCE	REF. 130240	No
1	Soldador Cautín	WELLER	N/A	No
1	Soldador Cautín	Genérico	N/A	No

9 Referencias

- UNIT-Trend technology Limited. (2004). *Manual de operacion modelo UT39A/BC*. Dongguan: UNIT-Trend.
- Acmax de Mexico. (1 de 9 de 2019). *Acmax solución estrategica* . Obtenido de Acmax solución estrategica : <https://acmax.mx/que-es-un-generador-de-funciones>
- Aguar R, A. (19 de septiembre de 2021). *Business Insider*. Obtenido de Business Insider: <https://www.businessinsider.es/europa-prepara-leyes-mejorar-ciberseguridad-iot-933519>
- Alvarez, L., & Montalvo, J. (2021). *Estudio del Impacto de un Nuevo Plan de Mantenimiento Sobre los indicadores de Gestion de Mantenimiento de una Estación Base Celular de Telecomunicaciones* . Trujillo Perú.
- Asomóvil. (31 de 8 de 2022). *Asomóvil*. Obtenido de Asomóvil: <https://www.asomovil.org/avance-en-la-infraestructura-de-telecomunicaciones/>
- B&K PRECISION. (2009). *User Manual model 2650A/2651 Series 3.3 GHz Spectrum Analyzer*. Yorba Linda: B&K PRECISION.
- B&K PRECISION. (s.f.). *Manual de intrucciones modelo 4011A 5MHz Generador de Funciones*. USA: B&K PRECISION.
- B&K Presición. (2009). *Manual Analizador de Espectro BK Presición* . Yorba Linda: B&K Presición.
- Bird Technologies, INC. (2016). *RF Directional Thruline wattmeter*. USA: Bird Technologies, INC.
- Cadena, R. (2019). *Modelo de plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para radio base en telecomunicaciones 4G-LTE*. La Paz, Bolivia.
- Calloni, C. (2007). *Mantenimiento eléctrico y mecánico*. Argentina: bibliografica de Vorox S.A.
- Chitiva Bernal, Y. E. (2020). *Internet of Things (IoT) diseño de una red IoT para el hogar* . Bogota .
- Creus, A. (2005). *Fiabilidad y seguridad*. España: Marcombo S.A.
- EasyMaint. (13 de Julio de 2016). *EasyMaint Blog*. Obtenido de EasyMaint Blog: https://easymaint.net/blog_easymaint/2016/07/13/costo-de-mantenimiento/
- Equipos y Laboratorio de Colombia. (20 de 9 de 2022). *Equipos y Laboratorio de Colombia*. Obtenido de Equipos y Laboratorio de Colombia:

- <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/definicion-uso-y-tipos-de-oscilloscopios>
- Estrada Bolivar, L. B. (2021). *Confiabilidad de los Sistemas de Seguridad del Hogar Inteligente basado en IoT*. Medellin.
- EXFO Electro-Optical Engineering Inc. (2010). *EPM-50/ELS-50 Power Meter/ Light Source*. Canadá: EXFO Electro-Optical Engineering Inc.
- EXFO Inc. (2010). *Guia del Usuario atenuador Variable FVA-600*. Canada: EXFO Inc.
- EXFO Inc. (2010). *Guia del usuario Serie AXS-100 OTDR*. Canadá: EXFO Inc.
- EXFO, I. (2006). *Universal Interface EUI Series*. Quebec: EXFO, Inc.
- EXFO, Inc. (2022). *OTDR de acceso*. Quebec: EXFO.
- EXFO, Inc. (2013). *Guia de Usuario FLS-600*. Canada: EXFO, Inc.
- Fernández, J. (16 de septiembre de 2021). *América Retail*. Obtenido de América Retail: <https://www.america-retail.com/tecnologias-emergentes/tecnologias-emergentes-las-8-mayores-amenazas-y-desafios-de-seguridad-para-iot/>
- Fernández, M., García, M., Orcajo, G., Cano, J., & Solares, J. (1998). *Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas*. Barcelona: Marcombo S.A.
- Fernández, R. (25 de agosto de 2021). *Statista*. Obtenido de Statista: https://es.statista.com/temas/6976/el-internet-de-las-cosas-iot/#topicHeader__wrapper
- Final Test. (20 de Septiembre de 2022). *Final test*. Obtenido de Final test: <https://www.finaltest.com.mx/product-p/art-03.htm>
- Garcia, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos S.A.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral del mantenimiento*. Fernández: Diaz de Santos S.A.
- Good Will Instrument Co.,ITD. (2010). *Manual de Osciloscopio GW Instek GDS 2000 Series*. Taipei: GW INSTRUK.
- Good Will Instrument Co., Ltd. (2012). *Manual de Analizador de Espectro GSP-930*. Taipei: Good Will Instrument Co., Ltd.
- GS Instruments Co., Ltd. (s.f.). *Instruction Manual Regulated DC Power Supply*. Korea: GS Instruments Co., Ltd.
- IBM. (13 de 10 de 2022). *IBM*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/co-es/topics/what-is-a-cmms>

- ICONTEC. (2009). *Guia tecnica GTC-ISO/IEC99*. Bogotá: ICONTEC.
- ICONTEC. (2017). *NORMA NTC-ISO/IEC 17025*. Bogotá: ICONTEC.
- icontec internacional. (2015). *NTC-ISO 9001* . Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Instituto Colombiano de normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (1997). *Sistemas de procesamiento de información vocabulario, confiabilidad, mantenimiento y disponibilidad*. Bogotá: icontec internacional.
- INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION. (2007). *ILAC-G24*. Australia: INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION.
- Isotest, S.L. (19 de Septiembre de 2022). *Isotest, S.L.* Obtenido de Isotest, S.L: <https://isotest.net/compra/siglent-sdg6032x/>
- Levy B, G. E. (2 de marzo de 2020). *Andina Link*. Obtenido de Andina Link: <https://andinalink.com/los-desafios-del-internet-de-las-cosas/>
- Luis, J. (20 de Septiembre de 2022). *Como funciona*. Obtenido de Como funciona: <https://comofunciona.co/un-multimetro/>
- Novoa, M., & García, Z. (2021). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo de los equipos del laboratorio de procesos industriales de la facultad de ingeniería industrial de las unidades tecnológicas de Santander* . Bucaramanga, Colombia.
- Plaza Vera, K. J. (2020). *Diseño de Una Red IoT Domestica Aplicando Protocolos de Seguridad para una Red LAN*. Guayaquil.
- PROMAX. (2017). *HD RANGER ultralite Analizador TV y Satélite*. Barcelona: PROMAX.
- Renove Tecnologia S. L. (9 de Septiembre de 2022). *Renovetec*. Obtenido de Renovetec: <http://www.renovetec.com/irim/sobre-mantenimiento/planes-de-mantenimiento/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- Renovetec tecnologia S.L. (16 de 10 de 2022). *Renovetec*. Obtenido de Renovetec: <http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento/145-frecuencia-de-las-tareas-de-mantenimiento>
- RIGOL Technologies, Inc. (2011). *DG 5000 Series Function /Arbitrary Waveform Generator*. China: RIGOL Technologies, Inc.

Siglent technology. (20 de Septiembre de 2022). *Direct industry*. Obtenido de Direct industry: <https://www.directindustry.es/prod/siglent-technologies-co-ltd/product-71846-1598269.html>

Sumitomo Electric Industries Ltd. (2012). *Manual de instrucciones empalmadora de fusion de fibra óptica TIPO-Q-101-CA/T-71C*. Japón: SUMITOMO ELECTRIC LTDA.

Tecnoedu s.a. (20 de Septiembre de 2022). *Tecnología educativa* . Obtenido de Tecnología educativa : <https://tecnoedu.com/Instrumental/Fuentes.php>

Toolboom. (20 de Septiembre de 2022). *Supermaket for engineers Toolboom*. Obtenido de Supermaket for engineers Toolboom: <https://toolboom.com/es/digital-multimeter-accta-at-290/>

Uniagustiniana. (22 de Septiembre de 2020). *Uniagustiniana*. Obtenido de <https://twitter.com/uniagustoficial>

Uni-Trend Technology (China) Limited. (s.f.). *Operating Manual for UT 2000/3000*. Guandong: Uni-Trend Technology (China) Limited.

UNI-Trend Technology Limited. (2001). *Manual de multímetro UNI-T ut58A/B/C* . Dongguan: UNI-Trend Technology Limited.

Uni-Trend Technology Limited. (2002). *Manual de Usuario Multímetro ut-33B/C/D*. Dongguan: Uni-Trend Technology Limited.

Unit-Trend Technology (China) CO.,LTD. (s.f.). *Function/Arbitrary Waveform Generator User Manual*. Guandong: Unit-Trend Technology (China) CO.,LTD.

Universitaria Agustiniiana. (2018). *Estilo APA para la presentación de trabajos de grado*. Bogotá, Bogotá, Colombia.