



**PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN
MÓVIL PARA LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EMPLEADOS EN LAS ÁREAS DE
GINECOPEDIATRÍA Y URGENCIAS DEL E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE
PAMPLONA**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
MODALIDAD PRACTICA EMPRESARIAL**

DANILSON ALFREDO HERNANDEZ JURADO



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO MECÁNICA, MECATRÓNICA & INDUSTRIAL (MMI)
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PAMPLONA
2022**



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



**PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO A TRAVÉS DE UNA APLICACIÓN
MÓVIL PARA LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EMPLEADOS EN LAS ÁREAS DE
GINECOPEDIATRÍA Y URGENCIAS DEL E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE
PAMPLONA**

DANILSON ALFREDO HERNANDEZ JURADO

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN:
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**DIRECTOR DE PROYECTO:
OSCAR JAVIER SUAREZ SIERRA
DOCTOR EN CIENCIAS CON ÉNFASIS EN CONTROL AUTOMÁTICO**

**CODIRECTOR DE PROYECTO:
OSWAL ALBEIRO VERA MOGOLLÓN
INGENIERO MECATRÓNICO**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO MECÁNICA, MECATRÓNICA & INDUSTRIAL (MMI)
INGENIERÍA MECATRÓNICA
PAMPLONA
2022**



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



Expreso mis más sinceros agradecimientos A:

A Dios, por permitirme culminar mi carrera profesional, agradecerle por llenarme de bendiciones y sabiduría para lograr esta meta.

A mis padres y mis hermanas por brindarme su apoyo económicamente, emocionalmente, por ayudarme a lograr mis sueños e inculcarme valores que me sirvieron para formarme como un gran profesional.

Al Doctor Oscar Javier Suarez Sierra por su tiempo, para guiarme al desarrollo de este proyecto y por brindarme su conocimiento para una óptima ejecución de mi trabajo de grado.

A la Universidad de Pamplona por haber permitido formarme con un excelente cuerpo de docente, que transmitieron un buen conocimiento significativo que hoy se ve reflejado en la culminación de proceso académico profesional.

A la empresa VHM INGENIERIA S.A.S y sus ingenieras Tatiana Isidro, Adriana Gonzales por permitirme realizar mis prácticas, enseñándome el conocimiento de la ingeniería biomédica el cual me ayudo en el ámbito laboral.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO Y MARCO REFERENCIAL	2
1.1 Síntesis	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	3
1.5.3 Acotaciones	4
1.6 Estructura del documento	4
1.7 Marco Referencial	5
1.7.1 VHM INGENIERÍA S.A.S.	5
1.7.2 Que es la ingeniería biomédica.....	5
1.7.3 Dispositivos médicos para uso humano	6
1.7.4 Equipos biomédicos según el decreto 4725 de 2005.....	6
1.7.4.1 Equipo biomédico de tecnología controlada	6
1.7.4.2 Equipo biomédico nuevo.....	7
1.7.4.3 Equipo biomédico en demostración	7
1.7.4.4 Equipo biomédico usado	7
1.7.4.5 Equipo biomédico repotenciado	7
1.7.4.6 Equipo biomédico prototipo	7
1.7.5 Entidades reguladoras de los dispositivos médicos.....	7
1.7.5.1 Organización Panamericana de la Salud (OPS)	7
1.7.5.2 Organización Mundial de la Salud (OMS).....	8
1.7.5.3 Ministerio de Salud y protección social en Colombia.....	8
1.7.5.4 Invima.....	8
1.7.6 Clasificación de dispositivos médicos según su nivel de riesgo.....	9
1.7.7 Criterio de clasificación de equipos médicos	10
1.7.8 Recurso humano para el mantenimiento de los dispositivos médicos considerados equipos biomédicos	10
1.7.9 Fallas en un equipo.....	10
1.7.9.1 Fallas progresivas	11
1.7.9.2 Fallas sistemáticas	11
1.7.9.3 Fallas aleatorias	11
1.7.10 Mantenimiento preventivo.....	11
1.7.11 Mantenimiento correctivo	12
1.7.12 Importancia del mantenimiento en equipos biomédicos	13
1.7.13 Estado del arte	13
1.7.13.1 Artículos internacionales relacionados.....	13
1.7.13.1.1 Mantenimiento y reparación de dispositivos médicos.....	13



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



1.7.13.1.2	Una evaluación de la efectividad de las prácticas de mantenimiento de equipos en hospitales públicos	14
1.7.13.1.3	El Uso de la Termografía como Elemento de Predicción en el Mantenimiento de Equipos Médicos	14
1.7.13.1.4	El uso de informes de fallas de equipos médicos para identificar fallas de diseño latentes	14
1.7.13.2	Artículos nacionales relacionados	15
1.7.13.2.1	Gestión de mantenimientos de equipos biomédicos con la empresa VHM INGENIERÍA S.A.S. en la empresa social del estado hospital regional norte	15
1.7.13.2.2	Desarrollo de un software predictor para determinar la periodicidad del mantenimiento preventivo de monitores de pacientes en la unidad de cuidados intensivos de una institución de salud.....	15
1.7.13.2.3	Requerimientos de Gestión de Mantenimiento en Tecnología Médica	15
1.7.13.2.4	Desarrollo de un Protocolo para la Evaluación del Comportamiento Mecánico de una Prótesis Transtibial por Termografía Infrarroja	16
1.7.13.2.5	Pulsómetro para deportistas en actividad (Implementando IoT).....	16
2	CAPÍTULO II. COMPRENDER LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EMPLEADOS EN LAS ÁREAS DE GINECOPEDIATRIA Y URGENCIAS	17
2.1	Síntesis	17
2.2	Identificación de los equipos biomédicos empleados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E Hospital San Juan de Dios de Pamplona	17
2.3	Operatividad de los equipos biomédicos identificados	18
2.4	Características de los equipos biomédicos identificados.....	28
2.5	Precauciones de uso de los equipos conocidos.....	33
2.6	Categorización de los equipos biomédicos identificados según su nivel de riesgo.....	38
3	CAPÍTULO III. MONITOREO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS IDENTIFICADOS Y ANÁLISIS DE LAS POSIBLES FALLAS A PRESENTAR	41
3.1	Síntesis	41
3.2	Ejecución de rutinas diarias.....	41
3.3	Análisis de los formatos de las rondas diarias.....	42
3.3.1	Análisis de rutina diaria en el área de Ginecopediatria	42
3.3.2	Análisis de rutina diaria en el área de Urgencias.....	44
3.4	Inspecciones realizadas a los equipos identificados	45
3.5	Análisis de histórico de fallas.....	47
3.6	Clasificación de los equipos según el tipo de falla.....	50
4	CAPÍTULO IV. EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EMPLEADOS EN EL ÁREA DE GINECOPEDIATRIA Y URGENCIAS EN EL E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE PAMPLONA	53
4.1	Síntesis	53
4.2	Mantenimiento preventivo	53
4.2.1	Gestión de mantenimiento preventivo por medio del aplicativo y software de la empresa llamado lipa	53
4.2.2	Realización de mantenimientos preventivos programados mensualmente	56
4.2.3	Análisis de los protocolos de mantenimiento preventivos desarrollados	64



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



4.2.4	Interpretación del mantenimiento preventivo a través de un diagrama de flujo.....	65
4.3	Mantenimiento correctivo	67
4.3.1	Fallas presentadas en los diferentes equipos del área de Ginecopediatria y Urgencias.	68
4.3.2	Ejecución de reportes de los mantenimientos correctivos.....	71
4.3.3	Interpretación del mantenimiento correctivo a través de un diagrama de flujo.....	72
5	CAPÍTULO V. PROTOCOLOS PARA REALIZAR UN MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LOS DIFERENTES EQUIPOS BIOMÉDICOS UTILIZADOS EN LAS ÁREAS GINECOPEDIATRÍA Y URGENCIAS DEL E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE PAMPLONA	74
5.1	Síntesis	74
5.2	BOMBA DE INFUSIÓN, MEDCAPTAIN HP-60.....	74
5.2.1	Protocolo para el diagnóstico y cambio de pantalla táctil	74
5.3	EQUIPO DE ÓRGANOS 767.....	77
5.3.1	Protocolo para el cambio de transformador del equipo	77
5.4	OXÍMETRO EDAN H1B00	80
5.4.1	Protocolo para el remplazo de pines de carga	80
5.5	MONITORES COMEN STAR8000E.....	82
5.5.1	Protocolo para el cambio de pantalla.....	82
5.6	DEFIBRILADOR	86
5.6.1	Protocolo para corregir el parpadeo del indicador de servicio del desfibrilador	86
6	CAPITULO VI. DISEÑO DE APLICACIÓN MOVIL	92
6.1	Síntesis	92
6.2	Desarrollo de aplicación móvil.....	92
6.3	Software de programación Android Studio.....	92
6.3.1	Lenguaje de programación Kotlin en Android Studio.....	92
6.3.2	Particularidades del lenguaje Kotlin en Android Studio	93
6.4	Diseño de la aplicación.....	93
6.4.1	Código de programación lógica Kotlin	93
6.4.2	Código de desarrollo de interfaz del usuario - maquina Layout.....	94
6.4.3	Archivos de recursos Drawable.....	95
6.4.4	Almacenamiento de datos Firebase	96
6.5	Navegación en la aplicación.....	97
6.5.1	Pantalla principal.....	97
6.5.2	Área del personal medico	98
6.5.2.1	Generación de orden de trabajo.....	99
6.5.2.2	Operatividad de los equipos	100
6.5.2.3	Advertencias de uso de los equipos.....	100
6.5.2.4	Capacitaciones.....	101
6.5.3	Área del personal técnico	102
6.5.3.1	Detalles de ordenes de trabajo notificadas	102
6.5.3.2	Generar formatos de mantenimiento correctivo	103
6.5.3.3	Generar formatos de mantenimiento preventivo	104
6.5.3.4	Protocolos de mantenimiento correctivos.....	105
6.5.3.5	Protocolos de mantenimiento preventivos.....	106
6.5.3.6	Inventario.....	106



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



6.5.3.6.1	Inventario del area Ginecopediatria.....	106
6.5.3.6.2	Hojas de vida de equipos area de Ginecopediatria	107
6.5.3.6.3	Inventario del area de Urgencias	108
6.5.3.6.4	Hojas de vida de equipos area de Urgencias	108
6.5.3.7	Manuales de usuario	109
7	CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
7.1	Conclusiones	110
7.2	Recomendaciones.....	111
8	ANEXOS.....	112
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Aspirador de secreciones	19	Figura 32 Aplicativo Lipa	54
Figura 2 Bomba de infusión	19	Figura 33 Aplicativo Lipa clientes	55
Figura 3 Doppler fetal	19	Figura 34 Aplicativo lipa gestión de mantenimiento	56
Figura 4 Laringoscopio	20	Figura 35 M.P. Aspirador de secreciones	55
Figura 5 Tensiómetro	20	Figura 36 M.P. Bomba de infusión	55
Figura 6 Equipo de órganos.....	20	Figura 37 M.P. Doppler fetal	55
Figura 7 Oxímetro	21	Figura 38 M.P. Laringoscopio	56
Figura 8 Monitor de signos vitales	21	Figura 39 M.P. Tensiómetro	56
Figura 9 Electro cardiógrafo.....	21	Figura 40 M.P. Equipo de órganos	56
Figura 10 Termómetro infrarrojo	22	Figura 41 M.P. Oxímetro	57
Figura 11 Desfibrilador	22	Figura 42 M.P. Monitor de signos vitales.....	57
Figura 12 Fonendoscopio	22	Figura 43 M.P. Electro cardiógrafo	57
Figura 13 Glucómetro	23	Figura 44 M.P. Termómetro infrarrojo	58
Figura 14 Lampara de calor radiante	23	Figura 45 M.P. Desfibrilador	58
Figura 15 Pesa Bebe Electrónica	23	Figura 46 M.P. Fonendoscopio	58
Figura 16 Lampara de foto terapia	24	Figura 47 M.P. Glucómetro	59
Figura 17 Negatoscopio	24	Figura 48 M.P. Lampara de calor radiante	59
Figura 18 Tallímetro	24	Figura 49 M.P. Pesa Bebe Electrónica	59
Figura 19 Lampara cuello de cisne	25	Figura 50 Lampara de foto terapia	60
Figura 20 Nebulizador	25	Figura 51 M.P. Negatoscopio	60
Figura 21 Monitor Fetal	25	Figura 52 M.P. Tallímetro	60
Figura 22 Balanza Mecánica	26	Figura 53 M.P. Lampara cuello de cisne	61
Figura 23 Incubadora Neonatal	26	Figura 54 M.P. Nebulizador	61
Figura 24 Infantómetro	26	Figura 55 M.P. Monitor Fetal	61
Figura 25 Termohigrómetro	27	Figura 56 M.P. Balanza Mecánica.....	62
Figura 26 Ventilador mecánico	27	Figura 57 M.P. Incubadora Neonatal	62
Figura 27 Categorización de los equipos biomédicos identificados en el área de Ginecopediatria y Urgencias	40	Figura 58 M.P. Infantómetro	62
Figura 28 Formato de rutina diaria	42	Figura 59 M.P. Termohigrómetro	63
Figura 29 Reportes presentados mensualmente en el área de Ginecopediatria	43	Figura 60 M.P. Ventilador mecánico	63
Figura 30 Reportes presentados mensualmente en el área de urgencias	44	Figura 61 Mantenimiento preventivo mediante un diagrama de flujo	67
Figura 31 clasificación de equipos según el tipo de fallas	52	Figura 62 Fallas presentadas en el área de Ginecopediatria y Urgencias.....	70
		Figura 63 Formato de mantenimiento correctivo	71



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



Figura 64 Mantenimiento correctivo mediante un diagrama de flujo	73
Figura 65 P.C. Bomba de infusión I.R.1	74
Figura 66 P.C. Bomba de infusión I.R.2	74
Figura 67 P.C. Bomba de infusión I.R.3	74
Figura 68 P.C. Bomba de infusión I.R.4	75
Figura 69 P.C. Bomba de infusión I.R.5	75
Figura 70 P.C. Bomba de infusión I.R.6	75
Figura 71 P.C. Bomba de infusión I.R.7	75
Figura 72 P.C. Bomba de infusión I.R.8	75
Figura 73 P.C. Bomba de infusión I.R.9	76
Figura 74 P.C. Bomba de infusión I.R.10	76
Figura 75 P.C. Bomba de infusión I.R.11	76
Figura 76 P.C. Bomba de infusión I.R.12	76
Figura 77 P.C. Bomba de infusión I.R.13	77
Figura 78 P.C. Bomba de infusión I.R.14	77
Figura 79 P.C. Bomba de infusión I.R.15	77
Figura 80 P.C. Equipo de órganos I.R.1	78
Figura 81 P.C. Equipo de órganos I.R.2	78
Figura 82 P.C. Equipo de órganos I.R.3	78
Figura 83 P.C. Equipo de órganos I.R.4	78
Figura 84 P.C. Equipo de órganos I.R.5	78
Figura 85 P.C. Equipo de órganos I.R.6	79
Figura 86 P.C. Equipo de órganos I.R.6	79
Figura 87 P.C. Equipo de órganos I.R.7	79
Figura 88 P.C. Equipo de órganos I.R.8	79
Figura 89 P.C. Equipo de órganos I.R.9	79
Figura 90 P.C. Equipo de órganos I.R.10.....	80
Figura 91 P.C. Oxímetro I.R.1	80
Figura 92P.C. Oxímetro I.R.2	80
Figura 93 P.C. Oxímetro I.R.3	80
Figura 94 P.C. Oxímetro I.R.4	81
Figura 95 P.C. Oxímetro I.R.5	81
Figura 96 P.C. Oxímetro I.R.6	81
Figura 97 P.C. Oxímetro I.R.7	81
Figura 98 P.C. Oxímetro I.R.8	82
Figura 99 P.C. Oxímetro I.R.9	82
Figura 100 P.C. Monitor de signos I.R.1.....	82

Figura 101P.C. Monitor de signos I.R.2	83
Figura 102 P.C. Monitor de signos I.R.3	83
Figura 103 P.C. Monitor de signos I.R.4	83
Figura 104 P.C. Monitor de signos I.R.5	83
Figura 105 P.C. Monitor de signos I.R.6	84
Figura 106 P.C. Monitor de signos I.R.7	84
Figura 107 P.C. Monitor de signos I.R.8	84
Figura 108 P.C. Monitor de signos I.R.9	84
Figura 109 P.C. Monitor de signos I.R.10.....	85
Figura 110 P.C. Monitor de signos I.R.11	85
Figura 111 P.C. Monitor de signos I.R.12.....	85
Figura 112 P.C. Monitor de signos I.R.13.....	85
Figura 113 P.C. Monitor de signos I.R.14.....	86
Figura 114 P.C. Monitor de signos I.R.15.....	86
Figura 115 P.C. Monitor de signos I.R.16.....	86
Figura 116 P.C. Desfibrilador I.R.1.....	87
Figura 117 P.C. Desfibrilador I.R.2.....	87
Figura 118 P.C. Desfibrilador I.R.3.....	87
Figura 119 P.C. Desfibrilador I.R.4.....	87
Figura 120 P.C. Desfibrilador I.R.5.....	87
Figura 121 P.C. Desfibrilador I.R.6.....	88
Figura 122 P.C. Desfibrilador I.R.7.....	88
Figura 123 P.C. Desfibrilador I.R.8.....	88
Figura 124 P.C. Desfibrilador I.R.9.....	88
Figura 125 P.C. Desfibrilador I.R.10.....	88
Figura 126 P.C. Desfibrilador I.R.11	89
Figura 127 P.C. Desfibrilador I.R.12	89
Figura 128 P.C. Desfibrilador I.R.13	89
Figura 129 P.C. Desfibrilador I.R.14	89
Figura 130 P.C. Desfibrilador I.R.15	89
Figura 131 P.C. Desfibrilador I.R.16	90
Figura 132 P.C. Desfibrilador I.R.17	90
Figura 133 P.C. Desfibrilador I.R.18	90
Figura 134 P.C. Desfibrilador I.R.19	90
Figura 135 P.C. Desfibrilador I.R.20	90
Figura 136 P.C. Desfibrilador I.R.21	90
Figura 137 P.C. Desfibrilador I.R.22	90
Figura 138 P.C. Desfibrilador I.R.23	91



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



Figura 139 P.C. Desfibrilador I.R.24	91
Figura 140 P.C. Desfibrilador I.R.25	91
Figura 141 P.C. Desfibrilador I.R.26	91
Figura 142 P.C. Desfibrilador I.R.27	91
Figura 143 Código de lógica de programación Kotlin	94
Figura 144 Código de desarrollo de interfaz del usuario	95
Figura 145 Archivos de recursos Drawable	96
Figura 146 Portal de base de datos Firebase	97
Figura 147 Pantalla de inicio misión y visión ..	97
Figura 148 Pantalla de inicio para acceso de usuarios.....	97
Figura 149 Pantalla del área del personal médico	98
Figura 150 Pantalla de autenticación de personal médico	98
Figura 151 Registro de formato de orden de trabajo	99
Figura 152 Histórico de ordenes de trabajo.....	99
Figura 153 Opción de operatividad de equipos biomédicos.	100
Figura 154 Pantalla de operatividad de equipos biomédicos.	100
Figura 155 Opción de advertencia de equipos biomédicos	101
Figura 156 Pantalla de advertencia de uso de los equipos biomédicos.....	101
Figura 157 Opción de capacitaciones	101
Figura 158 Pantalla de capacitaciones.....	101
Figura 159 Pantalla de autenticación de personal técnico	102
Figura 160 Pantalla del área del técnico.....	102
Figura 161 Ordenes de trabajo personal técnico	103
Figura 162 Detalles de ordenes de trabajo personal técnico	103

Figura 163 Histórico de mantenimiento correctivo	104
Figura 164 Registro de formato de mantenimiento correctivo	104
Figura 165 registro del formato de mantenimiento preventivo	105
Figura 166 Histórico de mantenimiento preventivo	105
Figura 167 Protocolos de mantenimiento correctivo	105
Figura 168 Protocolo de aspirador de secreciones	105
Figura 169 Pantalla de protocolos de mantenimiento preventivo de Ginecopediatria y Urgencias	106
Figura 170 Protocolos de mantenimiento preventivo	106
Figura 171 Pantalla de registro del equipo al inventario	107
Figura 172 Opción de elegir inventario de Ginecopediatria	107
Figura 173 Opción de elegir hojas de vida Ginecopediatria	107
Figura 174 Pantalla de hojas de vida de Ginecopediatria.....	107
Figura 175 Lista de equipos de inventario del área de urgencias	108
Figura 176 Pantalla de registro del equipo al inventario de urgencias	108
Figura 177 Pantalla de hojas de vida de Urgencias	109
Figura 178 Opción de elegir hojas de vida Urgencias	109
Figura 179 Manuales de usuario de los equipos empleados en el área de Ginecopediatria y Urgencias	109
Figura 180 Manual de usuario bomba de infusión	109



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Equipos biomédicos empleados en las áreas de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.....	18
Tabla 2 Operatividad de los equipos biomédicos identificados en las áreas de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	27
Tabla 3 Características de los equipos biomédicos identificados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	32
Tabla 4 Precauciones de los equipos biomédicos identificados en las áreas de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	38
Tabla 5 Clasificación de clase y tipo de riesgo de los equipos biomédicos identificados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	39
Tabla 6 Reportes de rutinas diarias presentados en el área de Ginecopediatria	43
Tabla 7 Reportes de rutinas diarias presentados en el área de Urgencias	44
Tabla 8 Inspecciones diarias realizadas a los equipos identificados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	47
Tabla 9 Recolección histórica de mantenimientos correctivos ejecutados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	50
Tabla 10 Clasificación de equipos biomédicos identificados en el área de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona	51
Tabla 11 Numero de equipos por tipo de fallas.....	52
Tabla 12 Protocolos de mantenimiento preventivos ejecutados en los equipos biomédicos empleados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.....	63
Tabla 13 Fallas presentadas en los diferentes equipos implementados en el área de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.....	69
Tabla 14 Cantidad de fallas reportadas por equipo	70



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona

Pamplona - Norte de Santander - Colombia

Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

www.unipamplona.edu.co



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sistema salud cuenta tecnología de punta presente en equipos y dispositivos biomédicos los cuales están destinados para brindar y mejorar la calidad del servicio a los pacientes. Son considerados un componente fundamental para la prestación de los servicios de salud, pero como todo equipo o dispositivo que cuente con sistemas eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos, neumáticos, entre otros, se van deteriorando, motivo por el cual, pueden presentar fallas en su funcionamiento, ya sea por el uso constante o inadecuado, errores de fabrica o porque han cumplido su vida útil, por lo cual deben estar protegidos con un plan de mantenimiento efectivo que garantice el correcto funcionamiento del equipo dentro del servicio asistencial.

La gestión mantenimiento de equipos médicos es de gran importancia en el sector de la salud, debido que de ellos depende un correcto funcionamiento de los dispositivos, dando un diagnóstico adecuado a los pacientes que asisten a los centros de atención en salud, para una prestación de servicios confiables es necesario el desarrollo de mantenimientos preventivos y correctivos de calidad, por ende, es necesario ejecutar mantenimientos con protocolos eficaces.

Muchas empresas prestadoras de servicios de mantenimiento biomédicos, ejecutan trabajos de mantenimientos sin protocolos del equipo a reparar, esto debido a que los fabricantes de los dispositivos no comparten dicha información para realizar correctamente diferentes revisiones. En este proyecto se realizó el desarrollo de un protocolo de mantenimiento correctivo en los equipos empleados en las áreas de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

En el diseño del protocolo, se ejecutó rutinas diarias para la identificación de equipos con fallas latentes, con base a esto y apoyados del histórico de fallas, se seleccionó los dispositivos los cuales se les desarrollo el registro de los pasos pertinentes a reparar y obtener un adecuado funcionamiento. Para el desarrollo fue necesario hacer un análisis de funcionalidad, modos de operación y estudio de los equipos clasificados. Completado la guía, se identificó la plataforma la cual fue programada la aplicación móvil, para incorporar este mismo, en el desarrollo del software se tuvo encuesta que se dividiera por las dos áreas, y así mismo que sea una herramienta intuitiva y práctica, esto con el fin de que los trabajadores de la empresa puedan tener acceso.

Realizar reparaciones exitosas con ayuda de protocolos, evita a realizar acciones erróneas las cuales pueden generar sobre costos en el mantenimiento, este protocolo desarrollado favorece ya que se puede verificar procesos de trabajos antes de la ejecución, brindando un funcionamiento confiable y seguro de los dispositivos. Con ayuda de la aplicación móvil el técnico o ingeniero, puede acceder a esta información desde cualquier lugar, lo cual facilita el desarrollo de las actividades a realizar.



1 CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO Y MARCO REFERENCIAL

1.1 Síntesis

En este apartado se efectúa la contextualización del proyecto, realizando el planteamiento y formulación del problema, su justificación por la cual será desarrollada dicha idea, como también se realizó el planteamiento de los objetivos a desarrollar. Se comenta sobre la empresa la cual se va a realizar la planificación, también se indago sobre los dispositivos y equipos biomédicos, los criterios para su clasificación en los niveles de riesgo, se comentó sobre los entes reguladores. Se investigo sobre las fallas que pueden presentar un equipo, y así mismo mantenimientos preventivos y correctivos.

1.2 Planteamiento del problema

Actualmente la tecnología diseña herramientas para diagnosticar el cuerpo humano, los equipos biomédicos interactúan diariamente con el individuo, para esto se exigen una gran inversión ya que implementan un alto nivel de tecnología, hoy en día es complejo encontrar instituciones de salud que no cuenten con equipos biomédicos de alto nivel.

Debido a que es importante prestar un excelente servicio en estas instituciones, se deben gestionar y desarrollar planes de acciones técnicas preventivas y correctivas de los equipos utilizados, en los cuales consiste en realizar actividades de chequeo que son programadas para prevenir o corregir fallas. El avance de la tecnología de los equipos biomédicos, ha ayudado a muchas entidades modernizarse en sus equipos, por lo tanto, es necesario implementar nuevos protocolos de ajustes correctivos de equipos renovados.

Ya que existen diferentes marcas de equipos, las empresas prestadora de servicios biomédicos como lo es VHM INGENIERIA S.A.S, no cuentan con un manual de reparaciones tecnificado para cada equipo, es ahí donde se genera la problemática de un mal trabajo ejecutado por un técnico y la falta de capacitación, donde especifique los pasos que se debe implementar en actividades mantenimiento correctivo, como también en muy complejo encontrar una página web o aplicación móvil donde brinde información de cómo realizar paso a paso la reparación de un equipo biomédico. Esta problemática se presenta ya que algunos fabricantes de los equipos biomédicos no presentan manuales de cómo realizar actividades de revisión, ni como ejecutar procesos que corrijan fallas en los diferentes equipos.

1.3 Formulación del problema

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se plantea la pregunta ¿Qué propuesta se debe gestionar para mejorar el servicio de mantenimientos correctivos ejecutados por la empresa VHM INGENIERIA S.A.S para los equipos biomédicos en las áreas gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona?



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



1.4 Justificación

La problemática mencionada anteriormente la presenta la empresa VHM INGENIERIA S.A.S ya que no cuenta con un manual de mantenimiento correctivo para los equipos biomédicos, por lo tanto, es importante generar un protocolo de restauración de dispositivos donde se pueda verificar procesos de trabajo antes de realizar un arreglo, esto fortalecerá el trabajo ejecutado por el técnico, ya que podrá acceder a datos de los equipos antes de proceder a la inspección evitando errores que puedan afectar al equipo.

Al tener un protocolo de mantenimiento correctivo la empresa brindara una ejecución de actividades más confiables y certeras, como también ayudara a la capacitación de diferentes técnicos que no tengan conocimiento de como corregir una falla en los diferentes equipos modernos.

Con el diseño de la aplicación el técnico puede acceder a esta en cualquier lugar donde se encuentre ubicado, por lo que sería útil esta información de manera virtual. También es necesario mencionar que al tener un manual de mantenimiento correctivo se puede soportar el trabajo tecnificado en las auditorías realizadas por el hospital.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un protocolo de mantenimiento correctivo usando el historial de intervenciones correctivas mediante una aplicación móvil enfocada a los equipos biomédicos utilizados en las áreas de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

1.5.2 Objetivos específicos

- Comprender la operatividad de los equipos biomédicos empleados en las áreas de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.
- Monitorear los equipos biomédicos que presente fallas con mayor frecuencia en las áreas de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.
- Realizar mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos biomédicos aplicados en las áreas de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.
- Determinar el protocolo para realizar un mantenimiento correctivo en los diferentes equipos biomédicos utilizados en las áreas gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.
- Diseñar una aplicación móvil donde se encuentre instrucciones de mantenimientos correctivos de equipos biomédicos para la empresa VHM INGENIERIA S.A.S. que presta sus servicios biomédicos en el E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



1.5.3 Acotaciones

El desarrollo de este proyecto está enfocado en las actividades de mantenimiento, para el diseño de un protocolo de reparaciones en equipos biomédicos empleados en el área de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. En el presente se mostrará la clasificación de equipos con fallas más frecuentes, la planificación del protocolo, la plataforma en la cual se programará y la programación de la aplicación móvil. El proyecto a desarrollar surgió por la necesidad de ejecutar un trabajo más confiable al momento de elaborar una restauración de los dispositivos averiados.

Las labores de ejecución de mantenimiento en dispositivos médicos están programadas en mi cargo de pasante, esto con el fin de brindar apoyo a los cronogramas de revisión de los equipos, fortaleciendo los conocimientos aprendidos en las áreas de investigación y análisis.

1.6 Estructura del documento

El proyecto desarrollado abarca una amplia temática en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos, por lo cual fue necesario dividirlo en siete capítulos, los cuales en cada apartado de estos se cumplen con los objetivos planificados, en ellos se contienen la información estructurada para la comprensión de cómo se llegaron a ejecutar cada objetivo y cumplimiento del proyecto.

En el capítulo uno se aprecia la indagación sobre los equipos biomédicos, contextualizando que equipos son y como identificarlos, los diferentes usos que se pueden dar en estos y la importancia del mantenimiento en los dispositivos médicos, también se contempla quienes son los entes reguladores de los equipos, se aprecia la normas que lo rigen y los distintos niveles de riesgos que pueden presentar. Se contemplan los diferentes tipos de mantenimientos que existen, como también los distintos tipos de fallas que puede ocasionar. Es importante mencionar que en este capítulo se aprecia artículos y libros de investigación relacionados a la revisión de equipos biomédicos.

En el apartado dos se contempla la identificación y clasificación para el desarrollo de protocolo de los equipos que son empleados en el área de gineco pediatría y urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona, se aprecia el análisis de funcionalidad de los equipos, como sus características principales, como también se presenta el estudio de los protocolos de mantenimientos preventivos.

En el capítulo tres se aprecia el monitoreo de los equipos seleccionados por medio de rutinas diarias y estudio en el histórico de fallas, para identificar el tipo de falla que puede presentar cada equipo.

En el apartado cuatro se contempla la realización de mantenimientos preventivos, bajo criterios técnicos suministrados por la empresa, como también se aprecia la descripción del proceso para el chequeo dispositivos. Se contempla la ejecución de las reparaciones, las fallas presentadas durante el proceso y sus posibles causas, también se puede apreciar el análisis de actividades de mantenimiento correctivo mediante un diagrama de flujo.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



En el capítulo cinco se aprecia el desarrollo del protocolo de mantenimiento correctivo que se ejecutó en los equipos biomédicos, como también se puede observar el desarrollo de los paso a paso, con sus respectivas imágenes de referencia.

En el capítulo seis se contempla el desarrollo de la aplicación móvil, inicialmente aclarando el software el cual se realizó la aplicación, como también la descripción de los archivos más importantes de esta misma, se aprecia la explicación de la navegación por medio de la herramienta y sus diferentes usos que se le puede dar. Finalmente, En el capítulo siete se puede apreciar las conclusiones y recomendaciones que se logró con este proyecto.

1.7 Marco Referencial

1.7.1 VHM INGENIERÍA S.A.S.

VHM INGENIERÍA S.A.S. es una empresa que se dedica a prestar servicios profesionales de alta calidad en el campo Industrial, Biomédico e informático, ofreciendo diferente una variedad de servicios técnicos para mejorar el rendimiento y calidad de los procesos de cada ámbito tecnológico. Tiene como misión dar soluciones tecnológicas para contribuir a la mejora general de las operaciones al ofrecer herramientas basadas en las necesidades personalizadas en los campos. Industria, salud y educación [1].

Ofrecen en sus servicios el ámbito de los mantenimientos biomédicos que tienen como objetivo respaldar el adecuado funcionamiento de los equipos médicos en las diferentes áreas que comprendan las instituciones de la salud, desarrollando métodos de mantenimientos efectivos correspondientes que son recomendados internacionalmente además coordinan la información como hojas de vida de la familia de equipos trabajados [1].

Entrando en el entorno Biomédico de la empresa ofrecen servicios de asesoría metrología y calibración de equipos biomédicos, estas calibraciones son basadas en soportes estandarizados, normalizados. También abarcan la automatización de esterilizadores a vapor de uso hospitalarios los cuales llevan a cabo un método definido para dejar desinfectado un producto de los microorganismos [1].

1.7.2 Que es la ingeniería biomédica

La ingeniería biomédica “es la rama de la ingeniería que implementa los principios de las tecnologías”, implementa los principios de las tecnologías al área de la medicina. Principalmente se dedica a diseñar y construir equipos de uso médico, como lo son prótesis, dispositivos quirúrgicos de alto nivel, instrumentos que califican imagenología médica y de terapia. Por otra parte, intervienen gestionando procesos técnicos de participio a los sistemas hospitalarios. Compone de la práctica de la ingeniería con requisitos médicos para alcanzar intereses del cuidado de la salud [2].



Esta disciplina de la ingeniería biomédica se une los principios de la ingeniería con la medicina con el fin de llegar a avances tecnológicos y nuevos conocimientos científicos que aporten al desarrollo en equipos biomédicos. Las labores del ingeniero biomédico van desde la aplicación de métodos matemáticos y la ciencia experimental como también implementar nuevas técnicas clínicas en la medicina [2].

Actualmente la ingeniería biomédica integra diferentes áreas que conforman la telemedicina, ya que, con ayuda de las telecomunicaciones, la informática como también la electrónica ayudan a solucionar problemáticas en la biología y medicina a grandes distancias [2].

1.7.3 Dispositivos médicos para uso humano

Los dispositivos médicos son conocidos para la utilización sobre el cuerpo humano, estos son cualquier equipo, dispositivo, maquinaria, Software, equipo biomédico u otro elemento parecido o relacionado, estos son utilizados solos o en conjunto con sus accesorios requeridos, como sensores, cables, brazaletes, entre otros, con el fin de intervenir en su segura funcionalidad que es propuesta por el diseñador para la utilización, de diagnóstico y prevención, como también supervisión y tratamientos que ayuden a la mejora del paciente, son importantes al presentar asistencia de compensación de lesiones o deficiencia [3].

El monitor de signos vitales, las incubadoras, asisten a la supervisión de un embarazo y control de concepción, con el fin de monitorear y controlar el nacimiento del bebe, teniendo en cuenta el cuidado después de que el niño nazca. Es importante mencionar que los dispositivos médicos no deben ejecutar acciones principales por medios farmacológicos, metabólicos e inmunológicos [3].

1.7.4 Equipos biomédicos según el decreto 4725 de 2005

Es un dispositivo medico operacional y funcional que opera con diferentes sistemas reunidos como lo puede ser, sistemas electrónicos, mecánicos, hidráulicos e eléctricos, los cuales están incorporados para operar con programas informáticos que ayudan a su optimo funcionamiento, estos están diseñados con el propósito de ser utilizados en seres humanos para prevenir, diagnosticar y rehabilitar. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso [3].

1.7.4.1 Equipo biomédico de tecnología controlada

Son los dispositivos médicos que se someten a un monitoreo especial, ya que están relacionados a su clasificación de riesgo, como lo puede ser equipos de alto riesgo y nivel de vulnerabilidad, como también los nuevos prototipos de dispositivos que relacionen a ejecutar labores de investigación tecnológica. En este tipo de equipos están incluidos aquellos que sean objeto de control mediante la utilización de estándares que permitan la distribución eficiente de la tecnología, como también a equipos que son repotenciados o usados, e incluso los dispositivos que para su ejecución sea necesario una alta inversión mayor a los 700 salarios mínimos legales vigentes [3].



1.7.4.2 Equipo biomédico nuevo

Son aquellos dispositivos los cuales no ha tenido mucho trabajo, para esto el decreto determino una fecha la cual es de 2 años, comprendiéndose así que el equipo que no haya sido utilizado a un periodo mayor a dos años se considera como nuevo [3].

1.7.4.3 Equipo biomédico en demostración

Son aquellos dispositivos nuevos que son usados para incentivar el desarrollo de la tecnología, los equipos biomédicos que son importados pueden ser nacionalizados, pero con condiciones y estándares que son asignados por las regulaciones aduanera para el método de importación y para su certificación se debe ejecutar por el diseñador del equipo o representante en el país [3].

1.7.4.4 Equipo biomédico usado

Son aquellos equipos los cuales ha tenido un largo periodo de trabajo en su ciclo de vida, en el decreto se establece que se comprende un equipo biomédico usado cuando tiene una prestación de servicio por más de 5 años desde su hechura [3].

1.7.4.5 Equipo biomédico repotenciado

Son aquellos equipos los cuales ya han tenido un largo periodo de trabajo en la prestación de servicio de la salud o en desarrollo de pruebas, por lo cuales algunos de sus accesorios principales para su funcionalidad han sido remplazados por unos nuevos, si cumple con los estándares especificados por el fabricante y el equipo funciona correctamente, se reconoce como repotenciado, pero bajo las normas de seguridad por el cual fue diseñado [3].

1.7.4.6 Equipo biomédico prototipo

Son aquellos dispositivos los cuales están en procesos de pruebas en su desarrollo, por lo cual no están certificados por ninguna entidad para llegar a prestar servicios en centros de salud, por ende, no podrán ser comercializados, porque pueden causar algún evento serio grave si no está bajo regulaciones del ministerio de salud [3].

1.7.5 Entidades reguladoras de los dispositivos médicos

1.7.5.1 Organización Panamericana de la Salud (OPS)

Los equipos médicos se comprenden que son instrumentos potenciales en los sistemas de salud ya que brinda beneficios que ayudan a la prevención, diagnósticos, tratamientos y rehabilitación de enfermedades de forma eficaz y segura, por ello la Organización Panamericana de la Salud (OPS), por medio de la Unidad de Medicamentos y Tecnologías Sanitarias, suministra ayudas y robustece la capacidad de los países de la Región de la Américas en los temas de regulación de dispositivos médicos, ejecutando congregaciones y



capacitaciones regionales, como también ayuda a las creaciones de nuevas técnicas de manejo de equipos, intercambiando información entre entidades regionales [4].

La OPS ayuda con los países americanos a generar y fortalecer la capacidad reguladora de dispositivos médicos, con el propósito de garantizar la calidad, funcionalidad, garantía y eficacia de los equipos que son usados por la población [4].

1.7.5.2 Organización Mundial de la Salud (OMS)

La organización mundial de la salud certifica las diferentes regulaciones en el sector de los dispositivos médicos en América latina, estas documentaciones son establecidas por la asamblea mundial de la salud, quien es el ente que decide decisiones de la OMS en los últimos años [5].

Actualmente las autoridades de la OMS disponen de una gran diversidad de alternativas sobre el tema de equipos médicos en el mercado, por lo que es necesario implementar medidas que permitan diseñar equipos más perfeccionados y de calidad, aunque es importante aclarar, que la OMS debe comprender la complejidad tecnológica de los dispositivos; para generar un mercado más global y competitivo [5].

1.7.5.3 Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia

El Ministerio de Salud y Protección Social es un ente público, que está incluido en el nivel central gobierno de Colombia y el cual es primer mando en el sector de la salud, este ministerio es encargado de conocer, direccionar, diagnosticar y orientar las practica de seguridad social en la salud, esto lo hace a través de generación de políticas, cronogramas y programas, la coordinación intersectorial y la articulación de trabajadores de salud con el propósito de mejorar la calidad, oportunidad, accesibilidad de los servicios de salud y sostenibilidad del sistema, incrementando los niveles de satisfacción de los pacientes, familias, comunidades y habitantes del territorio nacional [6].

El Ministerio de Salud y Protección genero un decreto relacionado a los equipos médicos, este es el decreto número 4725 de 2005, el cual establece que se debe regular el régimen de registros sanitarios, como también las autorizaciones para poder comercializar dispositivos médicos, junto con esto se decretó la vigilancia sanitaria la cual va relacionada a la producción, procesamiento y mantenimiento de los dispositivos médicos, esto con el propósito de dar cumplimiento a la análisis y supervisión de dispositivos médicos [6].

1.7.5.4 Invima

Según la información que presenta el documento ABC de dispositivos médicos del Ministerio de Salud y Protección Social, se presenta al INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) como un establecimiento público de orden nacional el cual está adscrito al Ministerio de Salud y Protección Social, actúa como agencia sanitaria para ejecutar las políticas pertinentes a la vigilancia sanitaria y el control de la calidad en todo el territorio colombiano [7].



Dicha institución siendo el líder del sistema nacional de vigilancia sanitaria busca proteger y promover la salud de la población, mediante la gestión del riesgo asociada al consumo y uso de los productos y tecnologías objeto de vigilancia sanitaria [7].

Observando por el sitio web del INVIMA y tomando como enfoque los dispositivos médicos y equipos biomédicos se muestran aspectos que tienen que ver con la autorización y comercialización de dichos dispositivos siendo esta entidad la que otorga El permiso a un fabricante, importador o comercializador para que comercialice su producto en el mercado colombiano, con el previo cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la normatividad sanitaria vigente por medio de un registro sanitario o permiso de comercialización el Invima garantiza que la introducción de los dispositivos médicos y equipos biomédicos, cumplan con los estándares de seguridad, eficacia y desempeño para que puedan ser comercializados y usados en Colombia [7].

1.7.6 Clasificación de dispositivos médicos según su nivel de riesgo

Cuando se habla del término dispositivo medico hace referencia a diferentes equipos de uso clínico cuyo fin es una acción básica ejecutada en el cuerpo humano, este se no ve mediante de medios farmacéuticos, inmunológicos, aunque está ligado a ser asistido en funciones por los mecanismos mencionados. Los equipos biomédicos se deprenden de una gran variedad que empiezan desde utensilios simples como baja lenguas hasta dispositivos con un alto nivel de complejidad por ejemplo la imagen de resonancia mediante magnética nuclear teniendo en cuenta los diferentes productos que se operan en forma temporal al cuerpo humano [8].

Cada equipo biomédico tiene un grado de peligro que va unido dependiendo su trabajo, dado de este nivel de riesgo es necesario que cumplan respectivamente con estándares que son establecidos para cada dispositivo, con el fin de ser utilizados bajo las regulaciones que establecen los fabricantes, de acuerdo a lo anterior es importante mencionar que se requiere eficacia de los equipos y que sea clínicamente comprobados para el uso de productos seguros y de calidad [8].

Los principios de la clasificación de los dispositivos médicos. Presentan las definiciones y los factores que influyen en el riesgo asociado con los dispositivos dependiendo de su uso, del usuario y de su forma de operación y tecnología asociada entre otros factores Este sistema de categorización cubre cuatro diferentes categorías, los cuales son nivel bajo, bajo moderado, alto moderado y alto. El propósito es proveer información que identifique el dispositivo, su fabricante, su uso previsto o propósito, cómo debe ser usado, mantenido y almacenado; el riesgo residual del equipo, alertas, limitaciones o contraindicaciones y funcionamiento del equipo [8].

Nivel bajo, se caracteriza porque son los equipos médicos de bajo riesgo, que están ligados a monitoreos globales, y estos no están designados a cubrir o conservar la vida o para un manejo de relevancia especial para prevenir la degradación de la salud de una persona, no se reconocen como un peligro de un alto nivel



de enfermedad o lesiones, como ejemplo se tienen a instrumentos quirúrgicos simples hasta baja lenguas [8].

Nivel bajo moderado, aquellos equipos médicos de un peligro moderado, que unidos a monitoreos especializados en el proceso de diseño para asegurar su garantía y eficacia, como por ejemplo agujas hipodérmicas o dispositivos de presión negativa [8].

Nivel alto moderado aquellos equipos médicos de grado de peligro elevado, estos están unidos a monitoreos especializados en el proyecto y estructura de fabricación con el fin de patentizar su garantía de funcionamiento, por ejemplo, ventilador pulmonar e implantes ortopédicos [8].

Nivel alto aquellos equipos médicos de un alto grado de peligro, estos están unidos a monitoreos especializados, y estos son designados a salvaguardar la vida de una persona o para una labor de prevenir la degradación de la salud de un paciente, o en caso si su manejo represente un peligro importante de alguna afección o herida por ejemplo lo es válvulas cardiacas y desfibrilador implantable [8].

1.7.7 Criterio de clasificación de equipos médicos

Para la clasificación de los equipos médicos se rige por su finalidad de ejecución, para esto se tiene cuatro criterios de clasificación. En el primer criterio se tiene que, si un dispositivo es usado junto con otro, las normas por las cuales se clasificaran se ejecutan a cada uno de estos por separado independientemente del artículo que se utilice. Para el segundo criterio se tiene que los soportes informáticos que ayuden la operación de un artículo o que tengan relación para su ejecución se contara en la misma categoría del dispositivo. En el tercer criterio se tiene que, si un dispositivo no es necesario usarlo exactamente en un área del cuerpo, este se clasificara de forma a su utilización específica más crítica. En último y cuarto criterio se tiene que si aun dispositivo se puede clasificar diferentes normas por las funcionalidades que le atribuyo el fabricante, a este equipo se le asignara las normas que conlleven a la clasificación más elevada.

1.7.8 Recurso humano para el mantenimiento de los dispositivos médicos considerados equipos biomédicos

En el decreto se contempla que cualquier persona jurídica o natural que realice acciones de mantenimiento y comprobación de la calibración de quipos biomédicos que estos clasificados de alto riesgo, se deben asumir personas técnicas en el área, contando con certificaciones como profesional en ingeniería biomédica o ingeniería afines, como también técnicos debidamente acreditados, estas personas deben tener un registro ante el INVIMA o la entidad sanitaria competente [3].

1.7.9 Fallas en un equipo

Se denomina falla al deterioro, desperfecto, mal estado o situación por el que un equipo o sistema deja de funcionar y no cumple el objetivo para el cual fue diseñado. Siempre que ocurre una falla que provoque que un equipo o proceso se detenga se debe tomar acción para restablecerla y comprender qué factor la produjo.



Se puede optar por establecer métodos los cuales permitan documentar los eventos y organizar la información creando así un histórico de fallas, esto permite determinar la frecuencia de dichos eventos (cada cuánto se repiten), identificar las posibles causas (repuestos, malas prácticas, insumos), planificar tareas de control (inspecciones y verificación de funcionamiento), con el fin de trabajar en pro a garantizar el funcionamiento de los equipos, evitar altos costos de mantenimiento y paros de emergencia que afectan la calidad del sistema o servicio [9].

1.7.9.1 Fallas progresivas

Son aquellas que persisten y se incrementan al paso del tiempo y normalmente se confunden con las condiciones operativas normales del equipo por lo que pueden pasar desapercibidas y en algunas ocasiones son ignoradas afectando el rendimiento y efectividad del mismo, las causas que las provocan pueden ser combinadas (por desgaste físico de componentes del sistema, reparaciones previas, entre otros) por lo que dificulta la solución, son fallas difíciles de identificar en las tareas de mantenimiento preventivo y suelen confundir problemas de mantenimiento con problemas de operación [9].

1.7.9.2 Fallas sistemáticas

Este tipo de falla suele aparecer cada cierto periodo de tiempo y cuya aparición causa la interrupción operativa del equipo, luego de ser reparada el equipo vuelve a su estado de operación previo, suelen responder a una sola causa y se puede tener el control de las mismas por lo que sus acciones correctivas no son tan complejas [9].

1.7.9.3 Fallas aleatorias

Son aquellas que inevitablemente permanecen, aunque se solucionen las fallas sistemáticas. Las fallas aleatorias pueden ser provocadas por una gran variedad de causas las cuales se salen de las manos del equipo de mantenimiento (caídas, golpes, condiciones ambientales, sobrecargas eléctricas, entre otros) o en ocasiones algunas de ellas pueden ser completamente desconocidas según ocurra el evento. Estas fallas son repentinas e incontrolables y no se pueden evitar en ninguna medida. Frecuentemente están producidas por una gran combinación de causas y efectos previos del sistema [9].

1.7.10 Mantenimiento preventivo

Es conocido como mantenimiento preventivo al trabajo de inspeccionar de una forma sistemática, bajo criterios técnicos de protocolos a equipos y dispositivos de diferentes modelos ya sean eléctricos, mecánicos o informáticos que eviten fallas por uso o desgaste por el trabajo ejecutado por el equipo. Diferenciando el mantenimiento preventivo al correctivo es que se realiza acciones proactivas para reducir problemáticas a futuro del equipo. El mantenimiento preventivo se adelanta a las averías antes de que ocurran o hace que sean menos graves, por lo que disminuye el gasto en reparaciones y el tiempo en el que los equipos dejan de estar operativos debido a las mismas [10].



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Existen tres tipos de mantenimientos preventivos la cual estos comprenden un plan de mantenimiento, ya que estos planes son indispensables para ejecutar un trabajo de conservación de calidad y eficacia de los equipos, los diferentes modelos de mantenimientos preventivos son los programados, predictivo y de oportunidad [10].

En el mantenimiento programado se ejecutan por tiempo, es decir por cada periodo especificado de estar funcionando el equipo de debe realizar un mantenimiento preventivo, como por ejemplo se realizan dependiendo de kilómetros o tiempo de trabajo [10].

Mantenimiento predictivo es realizado al final del período estimado máximo de utilización, en este mantenimiento se puede prevenir fallas futuras a los equipos ya que se verifica su estado después de su periodo de trabajo máximo [10].

En el mantenimiento de oportunidad es realizando los mantenimientos preventivos cuando los equipos o dispositivos no se encuentran en funcionamiento aprovechando su estado de inactividad para una mejor revisión [10].

También se puede encontrar dos tipos de mantenimiento dependiendo el tipo de servicio, estos son el mantenimiento pasivo que trata de ejecutar un protocolo de mantenimiento utilizando un nivel de garantía con el fin de que el equipo siempre se encuentre en sus mejores condiciones de uso y prevenir desgastes o fallas por condiciones meteorológicas. Por otra parte, se tiene el mantenimiento activo que depende la calidad de las piezas a las cuales se les va a realizar el mantenimiento ya que se deberá diagnosticar [10].

1.7.11 Mantenimiento correctivo

La meta de cualquier empresa es elevar el nivel de producción de los equipos para entregar productos establecidos al tiempo estipulados por el cliente, por lo tanto, para que esto suceda se debe optimizar y llevar un control de mantenimiento con el fin de asegurar la calidad de los productos.

El mantenimiento correctivo se comprende de un conjunto de actividades tecnificadas que son destinadas para reparar equipos y corregir fallas que indiquen la necesidad de cambiar una pieza del equipo.

Este tipo de mantenimiento corrige los errores del equipo que dependen de la intervención para volver a su función inicial, este tipo de actividades de mantenimiento no dependen de planes programados por la empresa ya que son fallas que pueden presentarse imprevistamente y por lo tanto la posibilidad de que no existan repuestos a la mano de los equipos de un alto nivel, aunque mayormente los mantenimientos correctivos tienden a tener una mayor influencia en el impacto financiero de las empresas, las fallas suelen tener la indisponibilidad por un largo tiempo del equipo debido a falta de recursos, esto es importante en el proyecto porque si falta de un insumo o repuesto en un mantenimiento correctivo puede detener el proceso de reparación y finalización de todas las instrucciones requeridas para desarrollar el protocolo [11].



En el mantenimiento correctivo se encuentra dos diferentes modelos, mantenimiento correctivo no planificado y el mantenimiento correctivo planificado. En el mantenimiento correctivo no planificado se conoce más comúnmente como impredecible ya que este se produce cuando los dispositivos efectúan una falla que menudamente da un lugar a un cierto tiempo de inactividad, En estos mantenimientos que no son planificados suele ser el resultado de una falla prematura de los componentes del equipo o insuficiencia de supervisión del equipo [11].

En el mantenimiento correctivo planificado o predicho mantenimiento es aquel en el cual se produce la falla cuando se observa la deficiencia del equipo, por lo tanto, intervenir no es urgente lográndose programar un plan de mantenimiento correctivo [11].

1.7.12 Importancia del mantenimiento en equipos biomédicos

El objetivo principal de la gestión de dispositivos biomédicos es garantizar el funcionamiento seguro y rentable de todos los equipos biomédicos en uso, mediante un mantenimiento basado en el riesgo, el objetivo de suministrar un ambiente seguro y operacional para los dispositivos y el espacio. También es una técnica para ayudar a los trabajadores de salud y técnica en el progreso, supervisión y gestión de programas de mantenimiento necesarios para dispositivos médicos vitales. El mantenimiento preventivo y correctivo es un trabajo que genera un origen real, resumiéndose en las capacidades de producción con excelencia, garantía y ganancias.

En el ámbito médico, el mantenimiento preventivo y correctivo en los dispositivos biomédicos representan una enorme importancia previniendo fallos en los equipos, hasta el punto de que este modo de funcionamiento, en este caso, constituye una barrera de seguridad para todos los usuarios [12].

1.7.13 Estado del arte

Al conducirnos a un tema específico como lo es el mantenimiento biomédico, es necesario profundizar sobre parámetros desconocidos y relevantes de protocolos de mantenimientos con el fin de alcanzar resultados satisfactorios del estudio, por lo tanto, es importante destacar artículos de investigación sobre el tema, ya que en ellos se encuentra pautas para las estrategias de preservación de vigilancia para los equipos. Mencionado lo anterior se iniciará con una revisión bibliográfica para guiar el proyecto.

1.7.13.1 Artículos internacionales relacionados

1.7.13.1.1 Mantenimiento y reparación de dispositivos médicos

En este documento se presenta el análisis de los métodos de la profesión de mantenimiento y restauración de equipos biomédicos para gestionar la ciencia biomédica. También brindan una reseña para pasos y manuales de mantenimiento, además a entender la guía de los estándares y reglamentaciones que afectan la gestión de la tecnología del cuidado de la salud. Es importante destacar que este documento no cuenta con una solución definitiva a todos los métodos de mantenimiento porque a medida que avanza la tecnología es



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



necesario adaptarse a nuevos cambios prácticos que garantiza la viabilidad del equipo médico como también la seguridad del paciente [13].

1.7.13.1.2 Una evaluación de la efectividad de las prácticas de mantenimiento de equipos en hospitales públicos

Actualmente se han presentado avances al momento de prestar servicios adecuados de mantenimiento biomédicos a instituciones. Los equipos biomédicos son cada vez más tecnológicos como tecnificados, por ende, son más difíciles de operar y controlar, en este artículo tuvo la meta de diagnosticar y evaluar la efectividad de estas prácticas de mantenimiento que se aplican en tres hospitales públicos. Primeramente, se plantearon los objetivos que consiste en reconocer las distintas prácticas de mantenimientos y el efecto que estas influyen a la prestación de servicios médicos. Posteriormente se realizó un muestreo de 55 cuestionarios entre los trabajadores y operadores de los equipos, obteniendo como resultado una indisponibilidad de equipos, todo esto por inconsistencia en los planes de mantenimiento, como también equipos con fallas frecuentes y falta de personal de técnicos biomédicos. Un 24% de las personas encuestadas concordaron que le pareció un buen servicio, un 76% concordaron que no fue buen servicio y un 84% estuvo de acuerdo que las prácticas de mantenimiento ejecutadas tenían muchos desafíos mientras que un 16% no estaban seguros. El resultado de estas encuestas, se juntaron distintos equipos biomédicos en diferentes niveles según su rango de criticidad, posteriormente crearon un plan de mantenimiento efectivo centrado en la confiabilidad (RCM) con la meta de tener más equipos disponibles y mantenimientos confiables, agregando valor al servicio de salud [14].

1.7.13.1.3 El Uso de la Termografía como Elemento de Predicción en el Mantenimiento de Equipos Médicos

En esta investigación abarca el tema de las cámaras infrarrojas como instrumentos para actividades de mantenimiento de equipos médicos, ya que estas pueden observar fallos que otros equipos no detectan, el uso de cámaras para identificar fallos ayuda a que el equipo se mantenga en óptimas condiciones ya que se puede prevenir averías a futuro. La termografía se ha implementado como actividad no destructiva para diagnosticar los procesos de deterioro progresivo y los mecanismos de falla de distintos equipos médicos, concluyendo en la investigación en la termografía encontramos ventajas con respecto a otras técnicas de examinar equipos médicos, ya que esta no arroja radiaciones que pueden afectar al equipo ni al operador, por lo que no es necesario estar en contacto directo con el equipo a diagnosticar y analizar, con la ventaja de que los fallos encontrados se detectan rápidamente teniendo la oportunidad de poder ser un proceso repetitivo indefinidamente, esto ayuda a un análisis en tiempo real para mejorar el diagnóstico del equipo y permitiendo reduciendo fallos en el equipo y asegurando un excelente funcionamiento [15].

1.7.13.1.4 El uso de informes de fallas de equipos médicos para identificar fallas de diseño latentes

En esta investigación se buscó reconocer los equipos biomédicos que presenten fallas o errores de diseño latente que estén ligados con la usabilidad, utilizando informes de mantenimiento de equipos médicos y



métodos de factores humanos. Para el proceso de identificación de equipos asociados con fallas más frecuentemente se analizaron antecedentes de informes de reparación de equipos, deduciendo que a mayor usabilidad de equipos mayor será la probabilidad de ser enviado a reparar, por ende, para lograr reconocer los equipos con probabilidad de fallas de diseño latentes relacionadas con la usabilidad se normalizo la tasa de informes para analizar la frecuencia del uso de los equipos.

1.7.13.2 Artículos nacionales relacionados

1.7.13.2.1 Gestión de mantenimientos de equipos biomédicos con la empresa VHM INGENIERÍA S.A.S. en la empresa social del estado hospital regional norte

En este documento se tuvo como propósito ejecutar una coordinación de mantenimiento donde estuviese orientada a equipos biomédicos de la empresa VHM ingeniería S.A.S. en el E.S.E. Hospital Regional Norte, donde se basaron de técnicas y procedimientos de (PMO) Optimización plan de mantenimiento, como también análisis de falla a causa raíz (RCFA), para lograr esta meta se recopiló información sobre las técnicas y métodos de gestión de mantenimientos, una vez identificadas se seleccionaron las técnicas y los métodos más adecuados de gestión de mantenimiento en equipos biomédicos, posteriormente se integraron y aplicaron dichas técnicas para evaluar los resultados obtenidos y poder proponer una gestión de mantenimiento biomédico acorde a las particularidades de las empresa. Como resultado obtuvieron técnicas de mantenimiento por producción total, como también por centrando en confiabilidad [16].

1.7.13.2.2 Desarrollo de un software predictor para determinar la periodicidad del mantenimiento preventivo de monitores de pacientes en la unidad de cuidados intensivos de una institución de salud

En este documento se buscó desarrollar un programa que predijera el número de mantenimiento anuales que tendría un monitor de un paciente con dicho fin de poder adaptar la frecuencia del mantenimiento preventivo de cada monitor. Esto se logró con una base de datos la cual se entrenó en el sistema predictor empleando métodos de regresión como lo fue la regresión logística, lineal, multinomial y paso a paso. Para el análisis de los componentes principales y la elección de características por cada examen de componente, se implementan métodos de dimensionalidad. Para la sistematización del programa se implementan los softwares de Matlab y Python [17].

1.7.13.2.3 Requerimientos de Gestión de Mantenimiento en Tecnología Médica

En esta investigación se trató el tema de la ingeniería clínica donde en esta se aplica métodos que llevan a la gestión de mantenimientos de equipos médicos, cumpliendo con sus normas y estándares. Actualmente en diferentes centros de salud estas normas son complejas que se cumplan correctamente debido a distintas causas. La meta de este artículo fue determinar las normas necesarias que se debería cumplir en un procedimiento de mantenimientos biomédicos. Para llevar a cabo este objetivo, se realizó una investigación en internet para reconocer los estándares ligados con los equipos médicos territoriales como también los universales, para esto investigaron en la organización mundial de la salud donde contempla ciertas normas



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



y poder compararlos. Como resultado obtuvieron similitudes significativas, observándose que en Colombia se regulan por estándares internacionales para las gestiones de mantenimiento, con la información recopilada lograron determinar los requisitos necesarios, pero aún queda estudios con los que se puedan fortalecer estos mismos [18].

1.7.13.2.4 Desarrollo de un Protocolo para la Evaluación del Comportamiento Mecánico de una Prótesis Transtibial por Termografía Infrarroja

En esta investigación se realizó un protocolo que evalúa el trabajo de una prótesis, esto por medio de la termografía infrarroja que ayuda como técnica de evaluación concisa y ampliamente aceptada para calcular temperaturas sin la necesidad de tener contacto. La meta de esta investigación es monitorizar la termografía como una ayuda para evaluar los esfuerzos mecánicos de la prótesis transtibial por medio de un protocolo que pueda analizar los sitios críticos. Para lograr su objetivo sometieron una prótesis a un estrés mecánico por medio de un dispositivo que simula la marcha humana, posteriormente desarrollaron el protocolo que permitió reconocer las áreas con mayor relevancia, concluyendo que la termografía podría utilizarse como instrumento para valorar prótesis de miembros inferiores ya que es un procedimiento no invasivo [19].

1.7.13.2.5 Pulsómetro para deportistas en actividad (Implementando IoT)

En este documento se desarrolla un dispositivo con monitorización de la frecuencia cardiaca de deportistas que permita al entrenador revisar su frecuencia en tiempo real, mientras los deportistas están ejecutando sus ejercicios, para la monitorización emplearon una aplicación móvil que se encuentra en la plataforma de Android. El método desarrollado envía datos de diferentes atletas al tiempo, a un módulo utilizando Zigbee donde posteriormente son transmitidos a una red 3G para su procesamiento de estos. El sistema desarrollado tiene una transmisión de RRHH y una unidad de análisis de datos. Implementaron un microcontrolador donde está vinculado a un sensor de frecuencia cardiaca que detecta los latidos del corazón en altos y bajos. Una vez recibidos y analizados los datos del microcontrolador, el dispositivo móvil indaga en una base de datos y a través de una interfaz se generan gráficos de comportamiento del RRHH durante el entrenamiento [21].



2 CAPÍTULO II. COMPRENDER LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EMPLEADOS EN LAS ÁREAS DE GINECOPEDIATRÍA Y URGENCIAS

2.1 Síntesis

En este apartado se aborda la operatividad de los equipos, mencionando las precauciones que se deben de tomar al momento de su uso, también se mencionó sus características generales como los registros técnicos, sus clases y tipos de riesgos que emplean los equipos identificados.

2.2 Identificación de los equipos biomédicos empleados en las áreas de Ginecopediatría y Urgencias del E.S.E Hospital San Juan de Dios de Pamplona

El equipamiento médico es una parte esencial de los hospitales, sin importar cuán alto o bajo sea el grado de complejidad. A través de ellos se permite la identificación de anomalías en el cuerpo humano, como también el tratamiento de enfermedades y asistir la salud de los usuarios. Estas son herramientas que posibilitan la labor en un campo lleno de retos y desafíos, por lo tanto, si un centro hospitalario o establecimiento médico no cuenta con los equipos médicos más modernos y tecnológicamente avanzados, no puede brindar un servicio de alta calidad ni una atención integral.

Es por ello que el E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona, en las áreas de gineco pediatría y urgencias emplean equipos médicos de alto nivel tecnológico, lo que permite dar un diagnóstico más confiable y eficaz. Pero un punto importante para tener en óptimas condiciones los equipos, es saber su operatividad, sus características y precauciones durante su manejo, esto previene al operador a niveles de riesgos que se pueden presentar, el número de equipos implementados en el área de Ginecopediatría son 67 equipos, los empleados en el área de urgencias son 61 equipos, para un total de 128 equipos, haciendo el reconocimiento de los equipos se encontraron equipos repetitivos, es por ellos que se generó una tabla la cual indica los equipos utilizados en Ginecopediatría y Urgencias, con los diferentes equipos, se aclara que no se incluyeron los 128 equipo ya que se repiten en marca y modelo, por lo tanto en esta tabla se encuentra los diferentes, clase equipos existentes en el área.

A continuación, en la tabla 1, se presenta los equipos empleados en las áreas de Ginecopediatría y Urgencias:

Nº	AREAS EN EL QUE SE IMPLEMENTAN	NOMBRE DEL EQUIPO
1	Gineco pediatría – Urgencias.	Aspirador de secreciones
2	Gineco pediatría – Urgencias.	Bomba de infusión
3	Gineco pediatría – Urgencias.	Doppler fetal
4	Gineco pediatría – Urgencias.	Laringoscopio
5	Gineco pediatría – Urgencias.	Tensiómetro
6	Gineco pediatría – Urgencias.	Equipo de órganos



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



7	Gineco pediatría – Urgencias.	Oxímetro
8	Gineco pediatría – Urgencias.	Monitor de signos vitales
9	Gineco pediatría – Urgencias.	Electro cardiógrafo
10	Gineco pediatría – Urgencias.	Termómetro infrarrojo
11	Gineco pediatría – Urgencias.	Desfibrilador
12	Gineco pediatría – Urgencias.	Fonendoscopio
13	Gineco pediatría – Urgencias.	Glucómetro
14	Gineco pediatría	Lampara de calor radiante
15	Gineco pediatría – Urgencias.	Pesa Bebe Electrónica
16	Gineco pediatría	Lampara de foto terapia
17	Gineco pediatría	Negatoscopio
18	Gineco pediatría – Urgencias.	Tallímetro
19	Gineco pediatría – Urgencias.	Lampara cuello de cisne
20	Gineco pediatría – Urgencias.	Nebulizador
21	Gineco pediatría – Urgencias.	Monitor Fetal
22	Gineco pediatría – Urgencias.	Balanza Mecánica
23	Gineco pediatría	Incubadora Neonatal
24	Gineco pediatría	Infantometro
25	Gineco pediatría – Urgencias.	Termohigrómetro
26	Urgencias	Ventilador mecánico

Tabla 1 Equipos biomédicos empleados en las áreas de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: Autor

2.3 Operatividad de los equipos biomédicos identificados

Conocer el modo de operación de los diferentes equipos mencionados anteriormente es necesario, porque ayuda a entender como es el comportamiento de ellos, como también comprender las finalidades a detalle de sus funciones, esto nos permite tener más seguridad al momento de operar el dispositivo y prevenir un mal manejo del mismo. La operatividad de los equipos biomédicos de las áreas de Ginecopediatria y Urgencias se presentan a continuación en la Tabla 2:



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

IMAGEN DEL EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	ÁREAS EN EL QUE SE IMPLEMENTAN	MARCA	MODELO	OPERATIVIDAD
 <i>Figura 1 Aspirador de secreciones (Autor)</i>	Aspirador de secreciones	Gineco pediatría Urgencias.	THOMAS	1630	Este equipo que se fabricó con el propósito de remover las mucosidades en el sistema respiratorio que se retienen en las vías áreas del paciente, es usado cuando el paciente no es capaz de expulsarlas por su propio medio. El funcionamiento del equipo es generar una presión negativa o succión, que arrastra las secreciones al recipiente del equipo, este aspirador se compone de un manómetro que indica la presión en mmHg, es controlado por un regulador que se encarga de ajustar la presión que se desee, el equipo cuenta con un filtro hidrofóbico para proteger de la humedad, es activado por un interruptor.
 <i>Figura 2 Bomba de infusión (Autor)</i>	Bomba de infusión	Gineco pediatría Urgencias.	MED CAPTAIN	HP-60	Es un dispositivo que tiene como finalidad administrar fármacos vía intravenosa, el equipo puede suministrar volúmenes de medicamentos muy pequeños, esto lo logra ya que el equipo cuenta con tarjetas controladoras de motores paso a paso para la inyección del líquido, también cuenta con sensores de posicionamiento y burbujas del set con el fin de evitar anomalías en su ejecución. Para su uso el equipo cuenta con una pantalla táctil en la cual se podrá configurar la velocidad que se desee y también cuenta con tres botones los cuales puede apagar y encender, abrir y cerrar la puerta, por último, el botón de configuración del equipo.
 <i>Figura 3 Doppler fetal (Autor)</i>	Doppler fetal	Gineco pediatría Urgencias.	EDAN	SONOTRA X II PRO	Es un dispositivo que tiene como propósito el monitoreo fetal, lo cual lo hace detectando la frecuencia cardiaca del feto, esto es realizado por medio de un transductor de 2 Mhz o 3Mhz, para su uso el equipo cuenta con una pantalla la cual se puede observar gráficamente y numéricamente los datos obtenidos por la sonda, el equipo emplea un altavoz con el fin de poder oír claramente los latidos, es un equipo portátil ya que es recargable.



Figura 4 Laringoscopio (Autor)

Laringoscopi
o

Gineco pediatria
Urgencias.

WELCH
ALLYN

60300

Este dispositivo tiene como finalidad permitir la visualización de la laringe y la garganta, en este proceso se introduce un tubo en el área endotraqueal. El equipo consta de un mango el cual internamente lleva un bombillo led y sus respectivas baterías, el accesorio del equipo son las hojas del laringoscopio, esta tiene diferentes tamaños, al momento de acoplar la hoja en el mango mantiene oprimido un interruptor que permite encender el led y poder tener una mejor visión.



Figura 5 Tensiómetro (Autor)

Tensiómetro

Gineco pediatria
Urgencias.

LORD

HS-20A

Es un dispositivo sencillo, pero muy importante presente en los consultorios médicos, su propósito es medir la presión arterial del paciente, en este caso es un tensiómetro analógico, pero también existen digitales. Este dispositivo analógico se compone de un manómetro que se encarga de indicar la presión, una perilla que se encarga de suministrar aire al brazalete y un brazalete que es el encargado de ejercer presión en la arteria del paciente, por otro lado, los tensiómetros digitales poseen un sistema neumático simple conformado por una bomba que se encarga de suministrar aire al brazalete y una pantalla lcd, la cual refleja el dato suministrado de dicha medición. Es un aparato capaz de medir el momento justo en el que el corazón se llena de sangre y en el en que este se contrae para expulsarla.



Figura 6 Equipo de órganos (Autor)

Equipo de
órganos

Gineco pediatria
Urgencias.

WELCH
ALLYN

767

Este equipo permite la observación de los oídos y ojos, para su funcionamiento es necesario estar conectado a una fuente eléctrica de AC, el equipo internamente cuenta con una tarjeta controladora que contiene un transformador de AC a DC para el uso de los bombillos incorporados en cada mango, para uso es necesario oprimir su interruptor de encendido y posteriormente levantar uno de los mangos, esto será leído por el sensor óptico que enviara una señal a la tarjeta para encender el bombillo, en el mango es posible graduar la intensidad de la luz por medio de un reóstato que esta incorporada en cada uno de los mangos.

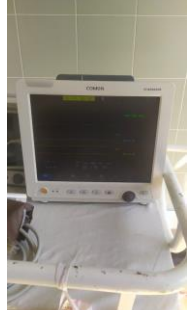
 Figura 7 Oxímetro (Autor)	Oxímetro	Gineco pediatría Urgencias.	EDAN	H100B	Este dispositivo está fabricado con el fin de monitorear continuamente la saturación oxígeno arterial funcional (SpO2), como también puede medir la frecuencia cardiaca. El equipo cuenta con un sensor el cual se debe de ubicar en el dedo índice, en la pantalla del dispositivo se debe apreciar el valor de la saturación de oxígeno como la lectura de cada pulso, contiene de cuatro botones, el de encendido y apagado, el de iluminación, un botón para desplazarse por la pantalla y poder hacer configuraciones internas, y el botón de menú, el equipo tiene la facilidad de ser portátil ya que cuenta con baterías de litio y su propia base de cargador.
 Figura 8 Monitor de signos vitales (Autor)	Monitor de signos vitales	Gineco pediatría Urgencias.	COMEN	STAR8000 E	Este equipo es esencial en los centros de salud ya que tiene como finalidad medir parámetros fisiológicos del paciente como lo puede ser la presión arterial que es medida mediante una presión aplicada en la arteria por la insuflación de un brazalete, permite medir la saturación de oxígeno, la temperatura del paciente por medio de un sensor pt100, también puede medir el pulso cardiaco por medio del ECG, estas mediciones se desarrollan ya que el equipo cuenta con una bomba interna para insuflar el brazalete y tarjetas controladoras las cuales detectan y analizan las señales emitidas por los sensores y electrodos conectados al paciente.
 Figura 9 Electro cardiógrafo (Autor)	Electro cardiógrafo	Gineco pediatría Urgencias.	EDAN	SE - 301	Este equipo tiene como propósito recibir y analizar las señales emitidas por el corazón, esto lo realiza por medio de electrodos de succión que son colocados en distintas partes del cuerpo. El equipo recibe las señales y la tarjeta controladora las procesa de forma que se pueda ver claramente al imprimirla, se puede configurar con diferentes filtros con el fin de ver la señal con menos ruido, como también permite guardar información del paciente para llevar un mejor control, el equipo consta de seis electrodos de succión y cuatro palas lo que genera un circuito a la hora de tomar el examen.



Figura 10 Termómetro infrarrojo (Autor)

Termómetro infrarrojo

Gineco pediatría Urgencias.

DIKANG

HG01

Este dispositivo tiene como finalidad medir la temperatura corporal de una persona, su funcionamiento es recolectar aquella radiación térmica infrarroja del cuerpo humano. El dispositivo emplea un sensor infrarrojo que detecta la longitud de onda que es emitida a un valor de 5-14um, tiene diferentes funcionalidades que incorporan temperatura, interruptor de alarma, punto de alarma de temperatura, desviación de temperatura y modo de medición, puede medir en Celsius o Fahrenheit.



Figura 11 Desfibrilador (Autor)

Desfibrilador

Gineco pediatría Urgencias.

MINDRAY

BENEHEART D3

Es un equipo que tiene como propósito proveer descargas eléctricas al corazón de los pacientes que padecen de ataques cardiacos, estas descargas se ejecutan a través de la pared torácica, con la finalidad de poder controlar el ritmo cardiaco del paciente, este equipo tiene la facilidad de monitorear el ritmo cardiaco y calcular en qué momento es necesario realizar una descarga. Este equipo cuenta con cuatro modos de operación, en el modo de monitor el equipo monitorea parámetros fisiológicos incluyendo el ECG, en el modo DEA el equipo analiza la saturación de oxígeno y el ECG para saber en qué momento es necesario realizar una descarga, en el modo desfibrilador manual el operario analiza el ECG y controla el nivel de energía a descargar y por último en el modo Marcap el equipo suministra terapia de estimulación transcutánea no invasivo.



Figura 12 Fonendoscopio (Autor)

Fonendoscopio

Gineco pediatría Urgencias.

GMD

OIS500

Este dispositivo tiene como fin oír los sonidos internos del cuerpo humano, como pueden ser los ruidos respiratorios o cardiacos. Este dispositivo cuenta con olivas los cuales se incorporan dentro del oído del operario, también cuenta con un arco metálico y una tubuladora la cual permite transferir el sonido emitido desde el cuerpo humano, la parte más importante de este dispositivo se compone de la campana donde lleva el diafragma y las membranas que permiten tener el contacto con la piel del paciente.

 Figura 13 Glucómetro (Autor)	Glucómetro	Gineco pediatría Urgencias.	ACCU-CHEK	GC	Este dispositivo tiene como finalidad medir el nivel de glucosa en una gota de sangre para tener monitoreo de los pacientes con diabetes, cuenta con una pantalla donde se observa el resultado de la prueba, dos botones los cuales se puede acceder a la memoria del dispositivo y modificar los ajustes de este mismo, para iniciar el examen es necesario utilizar una tirilla reactiva que estará untada con sangre del paciente, una vez se introduce al interior del glucómetro, posteriormente el dispositivo realiza una prueba estándar de 2 segundos y en los siguientes 5 segundos arroja el resultado el cual será guardado en la memoria con el nivel de glucosa fecha y hora.
 Figura 14 Lampara de calor radiante (Autor)	Lampara de calor radiante	Gineco pediatría	NINGBO DAVID	HKN-9010	Este equipo tiene como finalidad emitir un ambiente térmico a los neonatos para lograr controlar la temperatura en la que deben estar. Este equipo consta de un módulo de calefacción, un controlador, una cuna en la cual reposara el bebe y su respetiva base. En el módulo de calefacción se encuentra el calentador el cual proporciona radiación del rango de infrarrojo del espectro electromagnético, En el controlador se puede configurar los tres modos de operación, modo de precalentamiento, modo manual y modo bebe, también se puede ajustar un temporizador que se maneja en función del tiempo.
 Figura 15 Pesa Bebe Electrónica (Autor)	Pesa Bebe Electrónica	Gineco pediatría Urgencias.	SECA	354	Este equipo permite pesar a los bebes o niños con capacidad de 20Kg, esta bascula permite desacoplar la base donde se pesa él bebe para lograr pesar de pie a niños menores de 44Lbs, esta cuenta con la función de HOLD la cual permite retener el resultado del bebe pesado, en la función TARA se podrá descontar el peso de mantas o pañales en caso de que estén en los bebes.

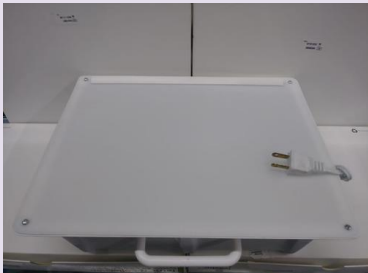
 Figura 16 Lámpara de foto terapia (Autor)	Lámpara de foto terapia	Gineco pediatría	NINGBO DAVID	XHZ-90L	La lámpara de foto terapia tiene como finalidad controlar la ictericia del recién nacido, en pocas palabras es causada por la alta bilirrubina. Este equipo proyecta una luz de alta intensidad en el rango de 400 nm – 550 nm por medio de unos tubos fluorescentes con el fin de tratar la bilirrubina. Cuenta con un módulo de lámpara que incorpora la fuente de la radiación de la luz, también incluye un temporizador, generalmente el tratamiento a distancia recomendado es de 40 cm a 46 cm.
 Figura 17 Negatoscopio (Autor)	Negatoscopio	Gineco pediatría	GENÉRICO	UN CUERPO	Este equipo permite visualizar imágenes emitidas de equipos rayos x por medio de placas radiográficas, este equipo cuenta en su interior tubos fluorescentes de 14W, el cual son encendidos por medio de un interruptor, para su uso es muy fácil ya que lo único es ubicar la placa radiográfica en el borde del negatoscopio y accionar su interruptor de encendido.
 Figura 18 Tallímetro (Autor)	Tallímetro	Gineco pediatría Urgencias.	KRAMER	ADULTO	Este tallímetro está fabricado de acrílico, tiene una longitud de 2 metros, se puede medir pulgadas como también centímetros, también tiene la facilidad de ser instalado en la pared.

 Figura 19 <i>Lampara cuello de cisne (Autor)</i>	Lampara cuello de cisne	Gineco pediatria Urgencias.	KRAMER	GENÉRICO	Este equipo tiene como finalidad suministrar luz en cualquier posición que se desee ajustar, cuenta con un cabezal el cual refleja la luz emitida por un bombillo, en su cuerpo cuenta con el interruptor on – off, como también una oruga la cual puede ser ajustada de cualquier forma, como el cable de alimentación va en el interior de esta permite que este se acomode acorde de la oruga, este equipo generalmente trabaja con corriente alterna a 110V. Es un equipo cromado en acero inoxidable.
 Figura 20 <i>Nebulizador (Autor)</i>	Nebulizador	Gineco pediatria Urgencias.	DEVILBISS	5610D	Este dispositivo tiene como fin convertir el medicamento liquido en vapor, para así ser suministrado a través de la inhalación. Este equipo cuenta con un compresor el cual va suministrando el medicamento en finas partículas, para su uso es importante colocarlo en una superficie nivelada, tratando de no bloquear las aberturas del aire, este equipo trabaja con corriente alterna a 110V.
 Figura 21 <i>Monitor Fetal (Autor)</i>	Monitor Fetal	Gineco pediatria Urgencias.	EDAN	F3	Este equipo permite monitorear el cuidado del feto porque vigila datos como la frecuencia cardiaca, la actividad uterina y el movimiento fetal. Este equipo supervisa la presión de contracción uterina por medio del TOCO con un rango de Sensibilidad de 3.7 V/V/mmHg.



Figura 22 Balanza Mecánica
(Autor)

Balanza
Mecánica

Gineco pediatría
Urgencias.

DETECT
O

RGTA-200

Esta balanza tiene la finalidad de pesar cualquier persona sea adulta o niño, su capacidad máxima es de 200Kg y para su uso tiene contrapesas calibradas en kg y en gramos, estas se pueden desplazar de forma horizontal en los diferentes kilogramos con el fin de posicionarlas en el peso correcto, una vez posicionadas se equilibra la balanza, también tiene la opción de un tallímetro el cual tiene 148cm de altura, el cual se puede medir en pulgadas, la precisión de esta balanza es de 100 g.



Figura 23 Incubadora Neonatal
(Autor)

Incubadora
Neonatal

Gineco pediatría

NINGBO
DAVID

YP-90A

Este equipo permite al bebe recién nacido mantener la temperatura corporal, evita que el recién nacido se pueda infectar, ayuda a que reciba las suficientes concentraciones de oxígeno necesarias. Esta incubadora cuenta con un compartimiento de bebe que soporta 10Kg, también puede ser inclinado dependiendo la necesidad. El controlador de la incubadora opera con diferentes modos de operación, como lo es el modo aire, modo bebe y el modo de anulación de la temperatura cuando es mayor a 37 grados Celsius. Este equipo trabaja a 110V con una potencia máxima de 377W, el rango de control de temperatura es de 25° a 37°.



Figura 24 Infantómetro (Autor)

Infantómetro

Gineco pediatría
Urgencias.

KRAME
R

ACRÍLICO

Este equipo se utiliza para medir los bebes y los niños pequeños de dos años de edad, también esta graduado en dos diferentes escalas las cuales son en pulgadas y centímetros, tiene una longitud de 0 a 100cm, su material es de acrílico y tiene dos aletas las cuales sirven para ajustar en la medición y tener una correcta medida.

 Figura 25 Termohigrómetro (Autor)	Termohigrómetro	Urgencias.	GENÉRICO	309	Este dispositivo ayuda a medir la temperatura interior y la humedad, puede medir en dos diferentes modos en grados Celsius y Fahrenheit, también se puede visualizar la hora y fecha. También se puede ajustar valores máximos y mínimos de temperatura y humedad. Funciona con pilas AAA de 1.5V. El rango de operación de su temperatura es de 14 grados Fahrenheit y 122 grados Fahrenheit.
 Figura 26 Ventilador mecánico (Autor)	Ventilador mecánico	Urgencias	MINDRAY	SYNOVENT E5	Este equipo tiene como finalidad suministrar asistencia respiratoria y de ventilación para adultos y niños, tiene la capacidad de proporcionar volumen de 20 a 200ml, cuenta con diferentes modos de operación de SIMV, PRVC, APRC, DuoLevel y NIV. Emplea una interfaz por medio de una pantalla táctil, de 12.1 pulgadas, logra mostrar 4 diferentes formas de ondas, como también múltiples parámetros como la frecuencia de ventilación, el flujo inspiratorio, la presión inspiratoria, la concentración de O ₂ . Cuenta con diferentes puertos externos como lo es ethernet, rs232, VGA, USB, estos para el procesamiento durante su calibración.

Tabla 2 Operatividad de los equipos biomédicos identificados en las áreas de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente (Autor)



2.4 Características de los equipos biomédicos identificados

Se pudo observar que en las áreas de gineco pediatría y urgencias se emplean una gran variedad de equipos, una vez comprendido su operatividad es importante conocer sus características generales, para entender completamente como son sus funcionalidades. Al comprender sus características se puede distinguir su clasificación biomédica, su clase de tecnología, sus usos más importantes y los registros técnicos que nos indican tensiones nominales, peso, dimensiones y rangos de operación, Estas características se pueden observar en la Tabla 3:

NOMBRE DEL EQUIPO	REGISTRO DE APOYO TÉCNICO			REGISTRO TÉCNICO
	USO	CLASIFICACIÓN BIOMÉDICA	CLASE DE TECNOLOGÍA	
Aspirador de secreciones	Medico	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electromecánico	Dimensiones: 37.5 cm x 21 cm x 25.5 cm (l x an x alt) peso 5.3 kg, Presión máxima: 560 mm hg. al nivel del mar. Regulador con calibrador: 0 - 760 mmhg ajustable. Tipo de bomba de vacío: diafragma sin lubricación.
Bomba de infusión	Medico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Alimentación de corriente AC 100-240 V, DC 12 V 7 modos de infusión: rango, goteo, tiempo, peso estándar, peso, rangos, múltiples, readquisición de infusión. Rango de Ajuste de Flujo/ Gotas: 0,1 - 1200,0 ml/hr Flujo (Set de 20d/ml), 0,400 d/mín. Gotas (Set de 20d)
Doppler fetal	Básico Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Sonda obstétrica de 2,0 MHz Pilas alcalinas AA, 1,5 V. Pantalla LCD de 45x25mm. Rango 50 ~ 210 bpm. Resolución: 1 bpm.
Laringoscopio	Básico Apoyo	Diagnostico	Eléctrico	Hojas curvas de acero inoxidable. Lámpara de Vacío 2.7V Alimentación 2 Pilas tipo C de 1.5V, Mango de metal cromado Accionamiento mecánico para activar la iluminación



Tensiómetro	Medico	Diagnostico	Neumático	los analógicos se componen de: manómetro de 0 a 300mmHg, válvula reguladora de presión, perilla para liberar la presión, mangueras, brazalete NIBP los digitales se componen de: pantalla led, bomba de insuflación, brazalete NIBP.
Equipo de órganos	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Tipo de lámparas Halógena Alimentación de AC 110 V Dimensiones son 30x9.5x8 centímetros. Oftalmoscopio con sistema óptico normal de 3.5 v. Otoscopio de fibra óptica de 3.5 v. Reóstato para aumentar la intensidad de la luz Transformador de pared, 3.5 V.
Oxímetro	Medico Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Pantalla LCD, Visualización onda pletismográfica de SpO2 Peso 165 (g), Tamaño 160(l) x 70 (w) x 37.6 (h) (mm) Baterías AA 4 unidades de 1.5V, incluye cargador, Tensión nominal total 6 V, Capacidad 2600 mAh Precisión en Adultos y pediátricos $\pm 2\%$ (70% ~ 100%)
Monitor de signos vitales	Medico Básico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Pantalla con resolución 800 x 600. ECG, SpO2, RESP, NIBP, 2- TEMP, PR. Batería de Litio interna recargable. Pmax: 80VA Fuente de alimentación externa: AC 100-240V, 50/60HZ Batería recargable Litio, Voltaje: 14.8 V DC. Capacidad: 5000 mAh
Electro cardiógrafo	Medico Básico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Tensión de funcionamiento 100 V-240 Frecuencia de funcionamiento 50 Hz / 60 Hz Capacidad nominal 2500mAh Pantalla LCD de 800x480



Termómetro infrarrojo	Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Vida útil ≥ 300 ciclos Impresora térmica de matriz de puntos, Rollo de papel térmico, 80mm×20mm Tamaño de termómetro 8.7x4.4x15cm Rango de medición 32°C – 42°C Precisión de medición +- 0.2°C Fuente de alimentación DC-3V 2 baterías AAA Distancia de medición 3cm – 5cm Tiempo de medición ≤ 1 s"
Desfibrilador	Medico Básico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Administración de dosis de 1J hasta 360 J. Fuente de alimentación: entrada ACm Voltaje de línea: AC 100 a 240 V (± 10 %) Corriente: 0,8 a 1,8 A Frecuencia: 50/60Hz Entrada DC: Convertidor AC-DC , Voltaje de entrada: DC 12 V, Consumo: 90W
Fonendoscopio	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Acústico	Dimensiones del fonendo son 54,7 cm x 40,9 cm x 26,2 cm Peso del fonendo 0,6 kg Materiales los cuales está fabricado tubos auriculares en cobre, campana en aleación de zinc y manguera en PVC.
Glucómetro	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Temperatura del dispositivo +8° C a +42° C Valor máximo de memoria 500 Dimensiones 97.8 x 46.8 x 19.1 mm Tipo de batería 2032 Volumen de la muestra de sangre 1-2 μ L
Lampara de calor radiante	Medico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Tensión AC110V-120V/60HZ 600VA Dimensiones del equipo 122cm x 67cm x 110cm Peso del equipo 100 Kg Rango de temperatura de operación 34,5°C a 37,5°C. Salida de potencia 540W. Ángulo de



				calentamiento del módulo 0° , 30° , 60° de dos maneras Inclinación de la cuna Tres posiciones
Pesa Bebe Electrónica	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Peso máximo 20kg/44Lbs Dimensiones 550 x 165 x 330 mm Temperatura de trabajo + 5 °C hasta + 60 °C Precisión de la bascula ± 30 g / $\pm 0,6\%$
Lampara de foto terapia	Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Tensión AC110V-120W 60Hz Potencia 75W Espectro de luz 465nm La longitud de onda es de 420-470nm Medidas 95.5cm x 65.5cm x 20.5cm Peso del equipo 23 kg
Negatoscopio	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Eléctrico	Medidas 38cm x10cm x48cm Peso 5Kg Temperatura del tubo 6800K Tensión AC110V-220V
Tallímetro	Básico Apoyo	Diagnostico	Mecánico	Material acrílico Espesor del tallímetro 6mm Escala de medida centímetros y pulgadas Bisagra
Lampara cuello de cisne	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Eléctrico	Medidas largo 0,40 m, ancho 0,40 m, altura 1,50 m a 2,00 m. Alimentación 110V Material Acero inoxidable
Nebulizador	Medico Básico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Eléctrico	Peso del equipo 3.2Kg Alimentación 110V AC a 60Hz 1.3Amps , Rango de sonidos 51-55 dBA Presión del compresor 206kPa Temperatura de operación (+5 to +40°C) Velocidad del equipo para la nebulización 0.15 ml/min
Monitor Fetal	Medico Básico Apoyo	Diagnostico	Electrónico	Medidas 350mm x 300mm x 104mm, Peso del equipo 3Kg Dimensión de la pantalla 5.6 in Frecuencia de operación de los accesorios 1.0 MHz $\pm 10\%$

Balanza Mecánica	Básico Apoyo	Diagnostico	Mecánico	Rango de medición del FCF 50 latidos por minuto Batería de 14.8V a 4200mAh Capacidad del equipo 200Kg Medidas 53 X 27,5 28 cm Temperatura de trabajo 5 a 40°C Material hierro, acero, aluminio Longitud del tallímetro 0 200cm
Incubadora Neonatal	Medico Básico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electromecánico	Medidas Ancho 650 × Alto 1560 × Largo 1440mm, Longitud del compartimiento al suelo 980mm Peso del equipo 103Kg Alimentación AC110V-120V, 50/60Hz, 850VA Potencia máxima 377W/120V Corriente máxima 3.15 Amp.
Infantómetro	Básico Apoyo	Diagnostico	Mecánico	Dimensiones 10×15×5 cm Precisión de 1mm Peso 0.1Kg Medidas 50 a 100cm
Termohigrómetro	Básico Apoyo	Apoyo	Electrónico	Medidas 94 x 37 x 94 mm Peso del dispositivo 95g Baterías de 1.5V Rango de temperatura 0°C...+50°C (+32°F...+122°F) Rango de medición de humedad 20...90 % rH
Ventilador mecánico	Medico Básico Apoyo	Tratamiento y Mantenimiento de la Vida	Electrónico	Alimentación 100 a 240 V, 50/60 Hz Potencia 195W Dimensiones alto 47.5cm, ancho 43cm, profundidad 43 cm Peso del equipo 16Kg Dimensión de la pantalla 12.1in Frecuencia respiratoria 1 a 150/min

Tabla 3 Características de los equipos biomédicos identificados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: Autor



2.5 Precauciones de uso de los equipos conocidos

Es importante plantear precauciones al momento de operar el equipo, ya que estas previenen eventos serios en los que pueden salir ilesos los manipuladores o el paciente, para el desarrollo del proyecto es importante mantener la seguridad de cualquier dispositivo es por ello el desarrollo de la tabla 4 que se presenta a continuación:

NOMBRE DEL EQUIPO	PRECAUCIONES
Aspirador de secreciones	- Al momento de operar el equipo es importante observar que este bien conectado a la red eléctrica, observar que el cable de alimentación no presente anomalías como peladuras o torcedura en sus terminales. - No usar el equipo donde se pueda caer en algún tipo de líquido, ni sumergirlo en ningún tipo de líquido. - Prevenir usar el equipo en ambientes donde se presente rocío de aerosol o donde se esté suministrando el oxígeno. - No bloquear las mangueras de aire del equipo, ni colocarlo en superficies donde puedan obstruir las mangueras. - Prevenir la caída del equipo ya que se puede desajustar internamente. - No operar en el equipo sin su filtro hidrofóbico ya que puede entrar componentes al interior del equipo que lo pueden dañar.
Bomba de infusión	- En la ejecución del equipo es importante observar que este bien conectado a la red eléctrica, observar que el cable de alimentación no presente anomalías como peladuras o torcedura en sus terminales. - Es importante tener en cuenta que la bomba de infusión no es permitida para la transfusión sanguínea. - No utilizar la bomba de infusión en lugares donde puedan presentarse líquidos inflamables. - Asegurarse que al momento de colocar el set en la bomba no presente burbujas en este mismo, también es recomendable colocar un set IV. - Prevenir infundir un líquido de alta viscosidad a alta velocidad a través de las agujas ya que puede presentar obstrucciones.
Doppler fetal	- En la operación del equipo observar que el cable de alimentación no presente anomalías y no desconectarlo con las manos mojadas o húmedas. - No tocar el transductor del equipo y al paciente a la vez en el momento de operarlo. - En caso de que el equipo tenga pilas alcalinas normales no recargarlos ya que pueden presentar una explosión. - Mantener el equipo en superficies que eviten las vibraciones y ambientes inflamables.



	• Previo al operar el equipo asegúrese que no presentas anomalías en su unidad principal o en la sonda ya que puede poner en riesgo el paciente o el operario.
Laringoscopio	• Observar que el mango y la hoja del equipo no presente oxidación. • Es necesario desinfectar el equipo antes de su uso o mantenimiento. • Accione el mecanismo para encender el bombillo antes de su uso, en caso que no accione asegúrese de que las baterías están buenas. • No dejar suelta la tapa que asegura las baterías. • Observar las hojas que no estén quebradas antes de su uso.
Tensiómetro	• No dejar caer el dispositivo ya que se puede desajustar su manómetro. • Prevenir sumergirlo en cualquier tipo de líquido. • No insuflar el equipo mayor a la presión indicada para venir su daño. • Evitar desconectar las mangueras del dispositivo para prevenir su obstrucción.
Equipo de órganos	• Asegurarse que el cable de alimentación del equipo no presente daños, ni desconectarlo con las manos mojadas. • Observar que la operación del equipo los cables de conexión del Oftalmoscopio y el Otoscopio se encuentren en buen estado. • Al momento de la operación solo levante uno de los dos accesorios (Oftalmoscopio u Otoscopio) y evitar que los dos estén levantados. • Al encenderlo asegúrese que la luz piloto este encendida. • No sumergir los accesorios del equipo en cualquier tipo de líquido ya que puede generar un cortocircuito.
Oxímetro	• Prevenir la operación del oxímetro en ambientes que se presente mezclas anestésicas con oxígeno o óxido nítrico. • En la ejecución tratar de no cubrir el espacio del sensor ya que el material con alta luz del ambiente proporciona una imprecisión en las medidas. • Asegúrese de que equipo no presente daños en su superficie como pantalla y botones ya que puede sufrir alguna afectación. • Evite levantar el equipo con el cable del sensor. • En ocasiones es importante revisar la batería para observar si esta se encuentra en estado de corrosión.
Monitor de signos vitales	• Al momento de operar el monitor observar que ningún cable ya sea de sus accesorios o de alimentación se encuentre dañado, esto evita riesgos al paciente u operario.⁷ • Prevenir utilizar el monitor en ambientes donde se encuentre productos inflamables para evitar explosiones. • Organice los cables de los accesorios del equipo para evitar ser dañados. • Colocar en su forma adecuada los cables del ECG al paciente para tener un buen diagnóstico.



Electro cardiógrafo	• No golpear la panta del monitor con los dedos para evitar la rotura de esta misma, como también evitar dejarlo caer. • Revisar el monitor antes de usarlo, observar que no esta partida la pantalla, los botones y la perilla de mando, no incrustar objetos diferentes a los accesorios a las entradas del monitor. • Es importante mencionar que el equipo no está diseñado para usarlo como tratamiento intracardiaco. • En su conexión al cable de alimentación es importante que este cuente con conexión a tierra, revisar su estado antes de operar el e quipo. • Cerciorase que los electrodos del cable de accesorio ECG Esten completos y no tenga algún tipo de daño no corrosión, también es importante revisar la entrada del cable. • Mantener la tapa de la impresora cerrada durante su uso y mantener el papel de forma adecuada para que no presente fallos la impresora. • Asegurarse que la pantalla LCD del equipo este en buen estado antes de su uso, como también sus botones de impresión y encendido. • Chequear la entrada de alimentación del cargador se encuentre en buen estado.
Termómetro infrarrojo	• Importante mantener limpio la parte interior del sensor, para presentar una buena medida. • No sumergir el termómetro en ningún tipo de líquido. • Antes de uso observar el equipo que no se encuentre averiada su pantalla ni sus botones de uso. • No alojar el equipo en superficies de alta temperatura en un tiempo prolongado. • Oprimir adecuadamente el gatillo del termómetro y no exceder.
Desfibrilador	• Al momento de operar el equipo es importante evitar tocar las palas del equipo ya qué equipo puede suministrar hasta 360J de energía lo cual puede provocar la muerte o lesiones graves. • Estar a una buena distancia el equipo del paciente y los dispositivos que son metálicos durante la ejecución del equipo. • Prevenir el uso del equipo en entornos con alto nivel de oxígeno o sustancias analgésicas inflamables ya que puede provocar una explosión. • Observar en general el equipo como sus cables de accesorios y su cable de alimentación antes de su uso. • Importante el equipo solo se puede utilizar una vez por cada paciente. • No hacer las pruebas de desfibrilación si el equipo se encuentra húmedo o el paciente se encuentre húmedo.
Fonendoscopio	• No someter este equipo a esterilización con vapor. • Evitar exponer el fonendoscopio a temperaturas extremas, solventes y aceites. • No sumergir el fonendoscopio en sustancias liquidas.



Glucómetro	• Es de suma importancia evitar el uso del mismo medidor de glucometría en distintos pacientes, pudiendo existir el riesgo de transmitir infecciones. • Limpiar y desinfectar el medidor de glucemia con un paño húmedo y/o alcohol, y no sumergirlo en agua. • Se debe tener en cuenta el uso de una tira nueva para cada medición de glucometría. • Mantener el medidor de glucemia en un lugar fresco y seco.
Lampara de calor radiante	• Se debe supervisar la condición del usuario mientras la lampara este trabajando, como también observar la temperatura si aumenta o baja la cual puede causar efectos negativos en el paciente. • No usar el equipo mientras esté presente falla o mal funcionamiento. • No solicitar el servicio a personas que no están autorizadas y no cuentan con el óptimo conocimiento para el uso correcto del dispositivo. • Antes de utilizar el dispositivo verificar que la piel del paciente este seca y limpia.
Pesa Bebe Electrónica	• Al momento de utilizar la pesa bebe es importante que sus cuatro bases en la parte inferior estén equilibradas. • No mantener objetos mayores de 500g por un tiempo prolongado. • No pesar bebes o infantes mayor a 20kg o 44Lb, ya que puede desajustar los parámetros de su calibración.
Lampara de foto terapia	• Es considerable tener en cuenta que el mal uso del equipo de fototerapia puede ocasionar daños en el neonato. • Debe contar con un ambiente adecuado y estable para el tratamiento de fototerapia lo cual permitirá la temperatura corporal estable del infante. • No colocar su mano sobre el espacio entre la lámpara y su soporte de montaje para evitar lastimarse los dedos. • No tratar a los equipos de fototerapia con soluciones inflamables (antisépticos, productos de limpieza, etc.) • El tratamiento de fototerapia no puede realizarse en un ambiente de temperatura muy alta.
Negatoscopio	• El operario no debe sumergir el aparato en ninguna sustancia líquida para realizar su limpieza. • Manejar con cuidado el cambio de los tubos fluorescentes lo cual podría ocasionar lesiones y daños. • Desconectar el equipo de la red antes de realizar cualquier limpieza. • Prevenir el contacto y manipulación por parte de los niños. • El operario debe evitar el suministro con disolventes o sustancias similares.
Tallímetro	• Mantener en constante limpieza para reducir su deterioro. • ajustarlo en la pared para evitar el daño de su bisagra.
Lampara cuello de cisne	• Inspeccionar el cable de alimentación que no se encuentre en mal estado en su parte exterior.



	• Evitar agarrar la lampara en su cabezal y para su manipulación tomarla por la holgura. • No dejar caer la lampara debido a que puede dañar el interruptor de la lampara.
Nebulizador	• Es indispensable que el personal realice la limpieza del equipo después de cada tratamiento, evitando el riesgo de infecciones debido a un medicamento contaminado. • Es requerido preparar siempre una solución nueva para cada limpieza y desecharla después de su total uso. • No tapar las aberturas de aire del producto ni colocarlo en una superficie blanda, como una cama o sofá, o donde impida la entrada de aire, se debe mantener las entradas limpias sin obstáculo alguno. • Es de gran importancia que el operario realice supervisión al paciente cuando se esté utilizando este producto. • No utilice este producto cuando este tenga el cordón o el enchufe en mal estado, no funcione correctamente, se ha caído y descompuesto, se ha sumergido en el agua.
Monitor Fetal	• Es necesario que el operario regularmente ejecute supervisiones de seguridad, con el objetivo de garantizar la seguridad de los pacientes. Entre estas se incluyen la prueba de medición de corriente de fuga y la prueba de aislación. • No conecte o desconecte el cable con las manos mojadas. Asegúrese de contar con sus manos limpias y secas antes de tocar el cable de alimentación. • Mientras se realiza el monitoreo no es recomendable desconectar el monitor. • Es importante conectar los accesorios solo recomendado por el fabricante. • No extraer mientras está operando el equipo la cubierta del panel superior que está conectado al cable de alimentación.
Balanza Mecánica	• Mantener las pesas de medidas en cero para evitar el desajuste de la balanza. • Manejar adecuadamente el tallímetro incluido para evitar el daño de la aleta de medición. • No arrojar sustancias liquidas ya que puede provocar oxidación.
Incubadora Neonatal	• Para el uso de la incubadora es necesario agregar agua destilada para evitar la pérdida de agua evaporada del infante • Es recomendable monitorear la temperatura del niño por el aumento de la humedad relativa ya que disminuye el agua evaporada en el infante. • En la operación del equipo asegurarse que la incubadora tenga todas sus puertas cerradas para evitar reducir la humedad relativa. • Es necesario que el equipo se encuentre lejos de materiales inflamables debido al uso del oxígeno.



	• Evitar que el conectar directamente el cable de alimentación al toma corriente, es recomendable conectarlo a la toma de corriente de la base VHA.
Infantómetro	• Mantener limpio el equipo para evitar su desgaste • Manejarlo con la fuerza adecuada para evitar dañar sus bisagras • Lubricar la sección de desplazamiento de las aletas para evitar su obstrucción.
Termohigrómetro	• Mantener este dispositivo alejado de los niños. • No exponga en ambientes demasiados húmedos y donde se encuentre extremas temperaturas y vibraciones. • Mantener las baterías alejadas a líquidos inflamables o al fuego.
Ventilador mecánico	• Es recomendable que el equipo se conecte a la red con protección a tierra para evitar descargas eléctricas. • No ubicar el equipo donde pueda obstruir el flujo de aire ya que provoca recalentamiento del mismo. • En el modo de mantenimiento del equipo solo se debe seleccionar cuando no está en operación con ningún paciente. • En su limpieza es importante manejarlo con protección para evitar infecciones • No operar el e quipo en ambientes hiperbárica para prevenir incendios debido a alto nivel de oxígeno.

Tabla 4 Precauciones de los equipos biomédicos identificados en las áreas de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: Autor

2.6 Categorización de los equipos biomédicos identificados según su nivel de riesgo

Los equipos biomédicos tienen un grado de riesgo que va ligado dependiendo su finalidad, dado de este nivel de riesgo es necesario que cumplan respectivamente con estándares que son establecidos para cada dispositivo, con el fin de ser utilizados bajo las regulaciones que establecen los fabricantes, es por ello que es importante generar una tabla en la cual se indique las inseguridades que se presentan en los equipos identificados, la categorización de los equipos biomédicos según su peligro u exposición para las áreas de Ginecopediatría y Urgencias se observa en la Tabla 5.

NOMBRE DEL EQUIPO	CLASE DE RIESGO	TIPO DE RIESGO
Aspirador de secreciones	Clase IIA	Riesgo moderado
Bomba de infusión	Clase IIB	Riesgo alto
Doppler fetal	Clase IIA	Riesgo moderado
Laringoscopio	Clase IIA	Riesgo moderado
Tensiómetro	Clase I	Riesgo bajo



Equipo de órganos	Clase IIA	Riesgo moderado
Oxímetro	Clase IIB	Riesgo alto
Monitor de signos vitales	Clase IIA	Riesgo moderado
Electro cardiógrafo	Clase IIA	Riesgo moderado
Termómetro infrarrojo	Clase I	Riesgo bajo
Desfibrilador	Clase IIB	Riesgo alto
Fonendoscopio	Clase I	Riesgo bajo
Glucómetro	Clase IIA	Riesgo moderado
Lampara de calor radiante	Clase IIA	Riesgo moderado
Pesa Bebe Electrónica	Clase I	Riesgo bajo
Lampara de foto terapia	Clase IIB	Riesgo alto
Negatoscopio	Clase I	Riesgo bajo
Tallímetro	Clase I	Riesgo bajo
Lampara cuello de cisne	Clase I	Riesgo bajo
Nebulizador	Clase IIA	Riesgo moderado
Monitor Fetal	Clase IIA	Riesgo moderado
Balanza Mecánica	Clase I	Riesgo bajo
Incubadora Neonatal	Clase IIB	Riesgo alto
Infantómetro	Clase I	Riesgo bajo
Termohigrómetro	Clase I	Riesgo bajo
Ventilador mecánico	Clase IIB	Riesgo alto

Tabla 5 Clasificación de clase y tipo de riesgo de los equipos biomédicos identificados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: Autor

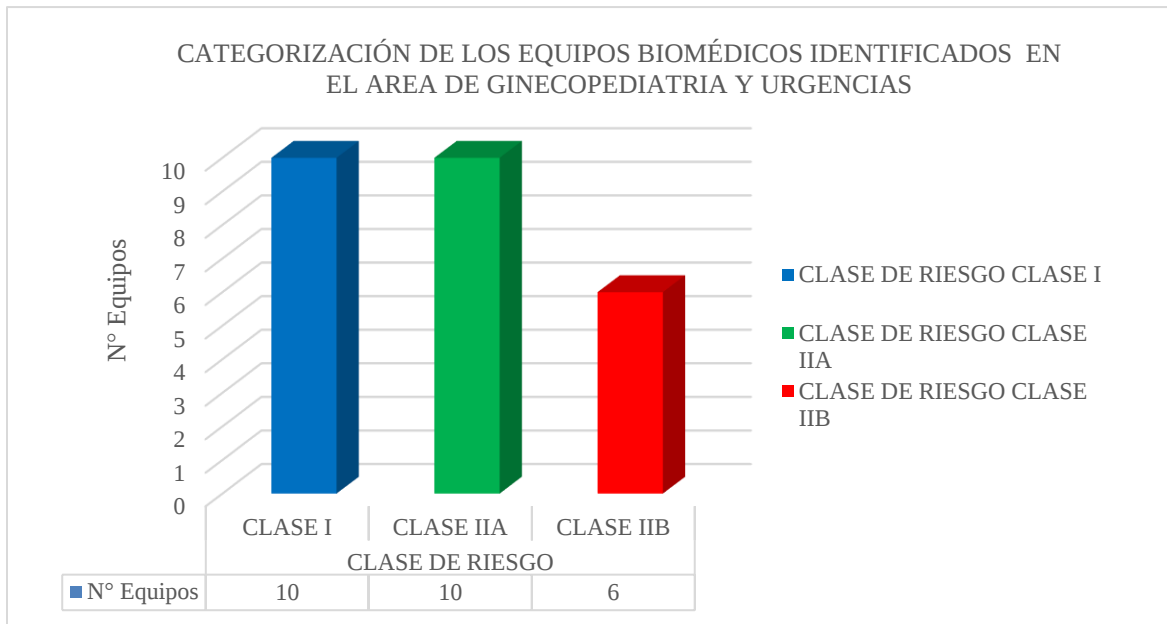


Figura 27 Categorización de los equipos biomédicos identificados en el área de Ginecopediatría y Urgencias. Fuente: (Autor)

Como se pudo observar en la gráfica anterior, el número de equipos con mayor categorización son los de la clase I, el cual representa un nivel de riesgo bajo, por lo tanto por superioridad de instrumentos es importante desarrollar protocolos a la mayor parte de estos dispositivos, pero también se puede analizar que se encuentra 6 elementos en un alto nivel de riesgo donde se utilizan para el mantenimiento de la vida del paciente, estos están categorizados con la clase IIB el cual representa un riesgo alto. Este análisis grafico es importante desarrollarlo ya que podemos observar el nivel de importancia de estas herramientas y es por ellos que se realizó un correcto mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos, como también sus protocolos.



3 CAPITULO III. MONITOREO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS IDENTIFICADOS Y ANÁLISIS DE LAS POSIBLES FALLAS A PRESENTAR

3.1 Síntesis

En este apartado se encuentra la descripción de la rutina diarias las cuales se ejecutaron para el desarrollo del monitoreo de los equipos biomédicos, también se plantea las acciones realizadas en la ejecución del monitoreo a los diferentes dispositivos como pueden ser observaciones de vibraciones de las maquinas, las temperaturas de operación, las bases de los instrumentos entre otros. También se efectúa el análisis de fallas de los mantenimientos correctivos encontrado en los meses anteriores en la empresa, logrando identificar cuáles son las herramientas que frecuentemente presentan fallas.

3.2 Ejecución de rutinas diarias

Monitorear los equipos identificados en el área de gineco pediatría y urgencias es una de las tareas más importante durante del desarrollo del proyecto, ya que al supervisar dichas herramientas diariamente se pudo encontrar aquellos dispositivos con fallas más latentes, en la supervisiones se aplicó el monitoreo de condición donde podremos encontrar las temperaturas de trabajo del estos instrumentos, olores en caso de quemaduras, ruidos anormales, vibraciones e inspección visual donde no se encontraran piezas de las maquinas dañadas.

Al llevar un control de monitoreo diario se llegó clasificar los equipos identificados según el tipo de falla, esto con ayuda en el análisis del histórico de falla donde se estudiaron los formatos de mantenimiento correctivos empleados en las áreas de gineco pediatría y urgencias. Una vez realizado las tareas de monitoreo se seleccionan los equipos los cuales se realizarán el protocolo de mantenimiento.

La ejecución de las rutinas diarias presentó un gran aporte para llevar el control de los equipos los cuales presentan más fallas en las áreas de gineco pediatría y urgencias, estas se desarrollaron todos los días en el horario de 8:00 am a 10:00 am, como primer paso se realizó una encuesta al jefe de enfermería de turno, donde nos indicaba los dispositivos con problemas, en caso que se encontrara un instrumento con fallos se apuntaba la fecha del reporte, el nombre, la marca y serie, la causa y el daño reportado, por último la firma del jefe de enfermería que reporto el caso, de esta forma se logró obtener el control diario de las herramientas biomédicas.

Los reportes dados con equipos de fallas no relevantes, como ejemplo cambio de baterías, reseteo, entre otros, se desarrollaban las soluciones de inmediato, ya que no requería de un mantenimiento de manera profunda.

Sim embargo las rutinas de monitoreo diario se desarrollaron en los 14 servicios diferentes que se presenta en el E.S.E. Hospital San Juan de Dios, en estos servicios de igual forma notificaban los equipos con fallos en el presente día para darles su respectiva solución.



	RUTINA DE VERIFICACIÓN DIARIA		
	Código: FR-GTL-01-01 v.00	Página 1 de 3	

ÁREA/SERVICIO	FECHA	EQUIPO	MARCA/SERIE	CAUSA DE REPORTE O DAÑO	FIRMA
Consulta Externa (calpas) PYP.	18-01-2022	Lámpara cuello de cisne	Genérico	Paredada al máximo en to	<i>[Signature]</i>
Consulta externa clínicos	18-01-2022	Báscula mecánica	Defecto	Resorte suelto NO PESA.	<i>[Signature]</i>
Ginecopediatría	19-01-2022	Lámpara de fototerapia	Ningbo David B46B2A203015.	Baja intensidad en la luz.	<i>[Signature]</i>
Medicina interna	19-01-2022	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>
Cirugía	19-01-2022	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>
Estomatología	19-01-2022	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>
Laboratorio	19-01-2022	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>
Imagendología	19-01-2022	Equipo de rayos X	AGFA/DR1000.	el equipo se tarda en tomar el rayo por la batería	<i>[Signature]</i>
Urgencias	19-01-2022	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>
Traslados	19-01-2022	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>
Vacunación	19-01-2022.	N/A	N/A	N/A	<i>[Signature]</i>

Figura 28 Formato de rutina diaria (Autor)

Como se puede observar en la figura 27 se recorrió todos los servicios buscando información sobre equipos en mal estado, un ejemplo es el del área de gineco pediatría donde la lámpara de foto terapia se presenta una baja intensidad de luz, por lo tanto se tomó la fecha del reporte, el nombre, la marca y la causa del daño, por ultimo como se puede ver se toma las firmas de los jefes encargados del área, en el caso de que no se reporte ningún dispositivo dañado en el día, se coloca en cada uno de los datos N/A referenciado que no aplica a ningún reporte. Este formato de recolección de información es importante para el control de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.3 Análisis de los formatos de las rondas diarias

Para llevar a cabo este análisis fue necesario ir recopilando la información del número de reportes que presentaron cada una de las áreas mensualmente, con ayuda de esta indagación puede observar en que mes fue donde tuvieron más reportes de mantenimiento en la rutina diaria.

3.3.1 Análisis de rutina diaria en el área de Ginecopediatría

A continuación, se puede encontrar la tabla relacionada a la cantidad de reportes encontrados en las rutinas diarias en el área de Ginecopediatría, con estos datos podemos analizar en que mes se obtuvo una mayor necesidad de mantenimientos los cuales se notificaron por la rutina diaria, es importante mencionar que todos los mantenimientos generados por el área no están descritos en el formato de la rutina ya que esta se

realizó en el horario de 8am a 10 am, los reportes generados que no están descritos en la rutina se encuentran establecidos en la tabla 13, a continuación se encuentra la tabla de los reportes generados mensualmente en el área de urgencias en los cuatros meses de prácticas.

EQUIPOS	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Pesa bebe electrónica			1	
Tensiómetro	1		1	2
Bomba de infusión	1	2	2	
Termómetro	1			1
Monitor de signos vitales		1		

Tabla 6 Reportes de rutinas diarias presentados en el área de Ginecopediatria. Fuente: (Autor)

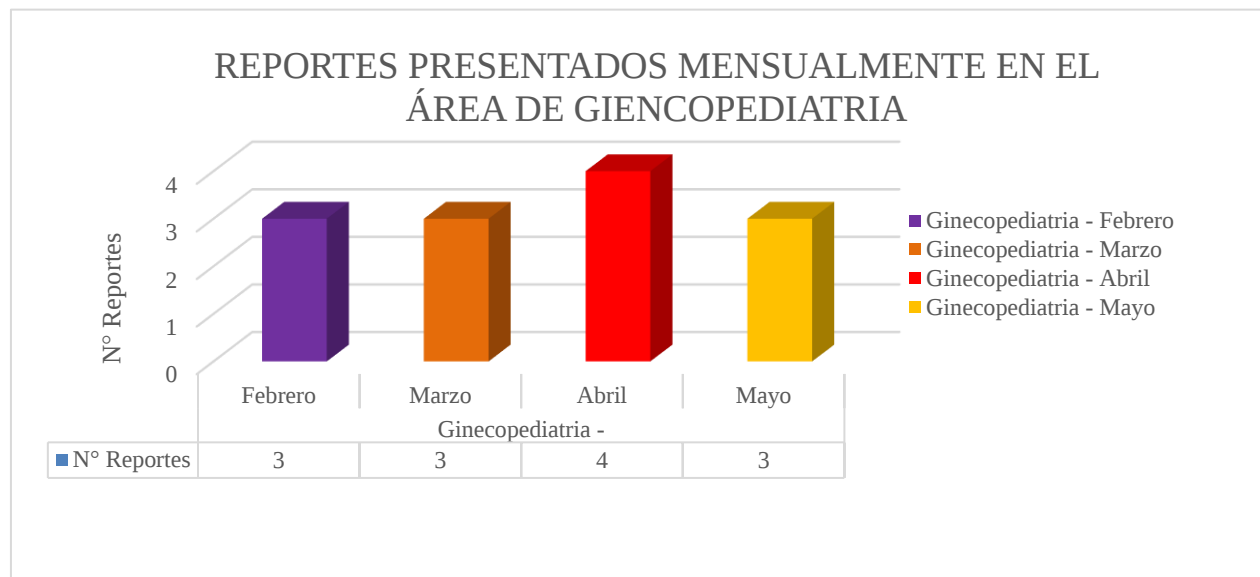


Figura 29 Reportes presentados mensualmente en el área de Ginecopediatria. Fuente: (Autor)

Como se pudo observar en la gráfica anterior el mes el cual tuvo mayor reportes en la rutina diaria en al área de Ginecopediatria es abril, en él se reportaron 4 solicitudes de mantenimiento, el cual encontramos al equipo bomba de infusión con un mayor número de reportes, este es un dato clave ya que nos indica que es un equipo que frecuentemente falla, por lo tanto es necesario desarrollar protocolos de mantenimiento correctivo para este equipo, con este monitoreo se pudo analizar que el número de reportes generados en toda el área en los cuatro meses fue de 13 casos, en los cuales incluyen equipos de diferente clase de riesgo.

3.3.2 Análisis de rutina diaria en el área de Urgencias

A continuación, se puede encontrar la tabla relacionada a la cantidad de reportes encontrados en las rutinas diarias en el área de Urgencias, con estos datos podemos analizar en que mes se obtuvo una mayor necesidad de mantenimientos los cuales se notificaron por la rutina diaria, es importante mencionar que todos los mantenimientos generados por el área no están descritos en el formato de la rutina ya que esta se realizó en el horario de 8am a 10 am, los reportes generados que no están descritos en la rutina se encuentran establecidos en la tabla 13, a continuación se encuentra la tabla de los reportes generados mensualmente en el área de urgencias en los cuatros meses de prácticas.

EQUIPOS	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Pesa bebe electrónica	1			
Bomba de infusión	1		2	1
Tensiómetro	1		3	
Monitor fetal		1		
Monitor de signos				1
Electrocardiógrafo				1

Tabla 7 Reportes de rutinas diarias presentados en el área de Urgencias. Fuente: (Autor)

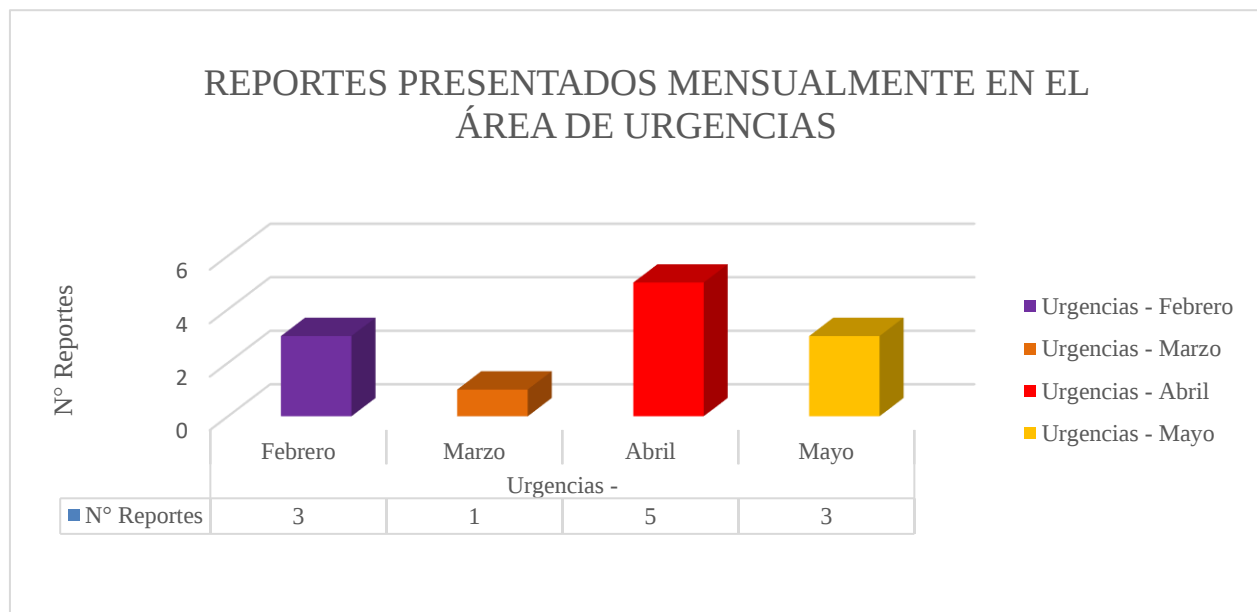


Figura 30 Reportes presentados mensualmente en el área de urgencias. Fuente: (Autor)



Como se pudo observar en la gráfica anterior el mes el cual tuvo mayor reportes en la rutina diaria en al área de Urgencias es abril, en él se reportaron 5 solicitudes de mantenimiento, el cual encontramos al dispositivo tensiómetro con un mayor número de reportes, este es un dato clave ya que nos indica que frecuentemente falla, por lo tanto es necesario desarrollar protocolos de mantenimiento correctivo para esta herramienta, con este monitoreo se pudo analizar que el número de reportes generados en toda el área en los cuatro meses fue de 12 casos, en los cuales incluyen equipos de diferente clase de riesgo.

3.4 Inspecciones realizadas a los equipos identificados

La ejecución del monitoreo de los equipos idealmente se desarrolla con herramientas que nos indican los estados de los dispositivos, debido a que la empresa VHM INGENIERIA S.A.S. no cuenta con herramientas especializadas para hacer un monitoreo de calidad, se desarrolla el monitoreo de forma que se pudo inspeccionar ruidos anormales, vibraciones excesivas, olores anormales y una inspección visual, estas inspecciones son realizadas a la vez que se ejecutan las rutinas diarias, las inspecciones realizadas a los instrumentos de las áreas de Ginecopediatria y Urgencias a lo largo de la practica desarrolla se visualiza en la Tabla 8:

NOMBRE DEL EQUIPO	INSPECCIONES REALIZADAS
Aspirador de secreciones	Para la inspección de este equipo se observó que el motor gire libremente, como también que no presentes olores anormales, que el manómetro y las mangueras no tengan fugas y muy importante que el vaso del equipo no se encuentre con fisuras.
Bomba de infusión	En este equipo se realizó la inspección donde la pantalla se encuentre en buen estado, no tenga vibraciones excesivas, que la puerta del equipo está cerrada completamente y este se encuentre bien ajustado al atril para evitar su caída.
Doppler fetal	Para este dispositivo se observa que el cable de su sonda se encuentre en buen estado, como también su pantalla, se revisó que no se encuentre partida alguna de sus carcasas.
Laringoscopio	En este dispositivo se revisó que el mango se encuentre en buen estado y las hojas no se encuentre vencidas u oxidadas.
Tensiómetro	En el monitoreo se realizó la inspección de que el brazalete insuflara bien y no estuviese roto, como su pera la cual no se encuentre cristalizada.
Equipo de órganos	Para este equipo se lleva a cabo una inspección visual donde se observa que los cables de los accesorios no se encuentren partidos ni que los cabezales de los accesorios estén rotos, como también se observó que el equipo este bien ajustado a la pared para evitar su caída.



Oxímetro	En este dispositivo se observó que la pantalla encienda y que su cargador este en perfecto estado como, el sensor no se encuentre partido.
Monitor de signos vitales	Para este equipo se observó que su pantalla no se encuentre rota como también los botones de manejos, de forma visual se inspecciono los accesorios y sus entradas observando que estén en buen estado y no tenga vibraciones excesivas.
Electro cardiógrafo	En este dispositivo se llevó a cabo una inspección donde los accesorios como las palas no se encuentren partidas, igualmente su pantalla de control, también se inspecciona que no se encuentre a una alta temperatura.
Termómetro infrarrojo	Para este equipo se realizó una inspección en sus botones de operación que no se encuentren desajustados, como también en su pantalla que no se encuentre partida.
Desfibrilador	En este equipo se observó que las palas se encuentren en su posición correcta, como también que no se encuentre con una alta temperatura y no presente ruidos anormales.
Fonendoscopio	Para este dispositivo se realiza una inspección general, que no se encuentre rota sus mangueras y se puedan mover flexiblemente, también se ve que las membranas no se encuentren rotas, como también las olivas que no estes desajustadas.
Glucómetro	En este dispositivo se observó que el equipo encienda correctamente y la pantalla no se encuentre averiada, como también que sus botones se puedan oprimir sin mucha fuerza.
Lampara de calor radiante	En este equipo se realiza una inspección en su base observando que encuentre en buen estado, como también los cables de alimentación no se encuentre con peladuras, que el compartimiento donde colocan el niño se encuentre ajustado, que su panel de control no se encuentre partido, ni tampoco que tenga olor a quemado ya que es un equipo que controlar nivel de calor.
Pesa Bebe Electrónica	Se observó que la base de la pesa bebe no se encuentre partida, también que se encuentre en una base plana y no esta desequilibrada. Se observa que encienda y apague correctamente.
Lampara de foto terapia	En este equipo se observó que encienda correctamente, que no esté dañado la pantalla del temporizador, como también se ve que la base del equipo no este vencida o partida.
Negatoscopio	En este dispositivo se realizó la inspección de la parte exterior, observando que no se encuentre partido, como también que su cable de alimentación se encuentre en buen estado y su interruptor.



Tallímetro	En este dispositivo se realizó una inspección en su bisagra que no esta partida, y que se pueda visualizar correctamente los números.
Lampara cuello de cisne	En este equipo se observó que el cabezal no este caído, que su oruga se permita mover libremente, también se inspecciono el cable de alimentación que no esté dañado.
Nebulizador	Se observó en este dispositivo que su puerta se desplace correctamente, como también su interruptor de encendido se accione bien, que no presente recalentamientos ni olores a quemado.
Monitor Fetal	Para este equipo se inspecciono su pantalla que se encuentre bien, no esta partida, que las entradas de sus accesorios no se encuentren obstruidas, como también los tocos no estén rotos. También que no presente ruidos exagerados.
Balanza Mecánica	Para este equipo se observó que no estuviese desajustado, que sus pesas de medición se desplacen correctamente, como también el libre movimiento del tallímetro.
Incubadora Neonatal	En la inspección se observó que no estuviese partido su panel de control, como la puerta del compartimiento de la incubadora en buen estado, también que los cables de alimentación no se encuentren dañados, también se observa que la base de la incubadora no se encuentre deteriorada.
Infantómetro	Para este dispositivo se observó que no estén dañadas sus aletas y tengas un libre movimiento, como también que se pueda observar los numero del tallímetro.
Termohigrómetro	La inspección de este dispositivo se observó que encienda correctamente como también que su pantalla no este rota, también se inspecciona que los botones no estén obstruidos.
Ventilador mecánico	En este equipo se realizó la inspección visual del equipo observando que las entradas de sus accesorios no estén averiadas, como también su pantalla táctil no esta partida, que el brazo se desplace correctamente, la perilla gire libremente y muy importante el cable de alimentación no este dañado.

Tabla 8 Inspecciones diarias realizadas a los equipos identificados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: Autor

3.5 Análisis de histórico de fallas

Analizar los mantenimientos correctivos realizados anteriormente de los equipos, nos brindara una ayuda al momento de seleccionar los dispositivos que presente fallas frecuentemente, se tuvo en cuenta las rutinas diarias realizadas anteriormente para llevar un mejor estudio de las fallas. En este estudio se encontró las fechas en las cuales los dispositivos presentaron anomalías, su motivo por el cual fue reportado y una breve



descripción del mantenimiento realizado, también se pudo observar los repuestos los cuales fueron necesarios para realizar algunos mantenimientos correctivos. A continuación, se encontrará la tabla 9 la cual se presentaron los mantenimientos correctivos en los diferentes equipos empleados en las áreas de gineco pediatría y urgencias en su historial.

NOMBRE DE LOS EQUIPOS	Nº MTT.	ÁREA Y FECHA DEL REPORTE	DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO DEFINIDOS EN LOS FORMATOS
BOMBA DE INFUSIÓN	8	Gineco pediatría 23/01/2022	El equipo se recibió con problemas en su sistema interno, por lo tanto, se procedió a su inspección y reajustar el sistema, consecutivamente se realizó pruebas de funcionamiento, una vez terminado su mantenimiento y se observó que el equipo funciona correctamente.
		Urgencias 04/01/2022	Se inspecciono el equipo encontrando que la rosca del orificio de la base se encuentra desgastada, se realizar un nuevo orificio para generar una nueva rosca y poderse sujetar, se realizaron pruebas de funcionamiento y el equipo se sujeta correctamente.
		Gineco pediatría 17/01/2022	Se recibe el equipo con una falla interna, por lo cual fue necesario su configuración y ajuste internamente del equipo, se realizaron pruebas de funcionamiento y el equipo suministra el líquido perfectamente.
		Gineco pediatría, Urgencias 03/01/2022	Se procedió al diagnóstico del equipo por lo cual se encuentra con un error 205, por lo tanto, se procede a hacer un ajuste de los diferentes conectores, para corregir un falso contacto de los mismo, posteriormente se realizaron pruebas de funcionamiento donde se observó que el equipo trabaja correctamente.
		Gineco pediatría 31/01/2022	Se encuentra el equipo con fallas para su funcionamiento, por lo tanto, se realizan calibraciones consumibles del equipo, posteriormente se realizan pruebas de funcionamiento y se observó que el equipo trabaja correctamente.



		Gineco pediatría 28/01/2022	Se realiza un diagnóstico del equipo encontrándose que no enciende la pantalla, pero si la bomba de infusión, por lo tanto, se procede al cambio de pantalla y reajuste en su configuración, se realizaron pruebas de funcionamiento y el equipo trabaja correctamente.
		Urgencias 04/01/2022	Se observa que la base del equipo se encuentra aislada, por lo tanto, se realiza el cambio de la base, posteriormente se realiza una prueba de la base observando que el equipo se sujeta correctamente.
DOPPLER FETAL	1	Gineco pediatría 19/01/2022	Se realizo una limpieza del equipo y se observa que el transductor arroja interferencia, por lo tanto, es necesario el cambio del accesorio.
TENSIÓMETRO	3	Urgencias 01/01/2022	Se realiza el cambio de la pera del dispositivo ya que se presentaba una fuga debido a su cristalización, se realizaron pruebas de funcionamiento y el equipo trabaja correctamente.
		Urgencias 01/01/2022	Se recibe el tensiómetro con la pera dura, por lo tanto, lo recomendable es remplazarla, una vez realizado su cambio es se probó el tensiómetro y el dispositivo insufla en buen estado.
		Urgencias 27/09/2021	Se recibe el tensiómetro sin poder insuflar y en la inspección se encuentra que la válvula se encuentra obstruida, por lo tanto, es necesario realizar su cambio, una vez terminado el mantenimiento se realizaron pruebas y se observó que la válvula permite el paso de flujo de aire correctamente.
MONITOR DE SIGNOS VITALES	2	Urgencias 05/10/2021	Se recibe el equipo con fallas en el sensor de saturación y fallos al tomar la tensión, se realiza la inspección, se encuentra que el sensor esta dañado, no es posible su reparación, también se encontró que el brazalete tiene fuga, por lo tanto, es necesario hacer el remplazo de los dos accesorios, se realizan pruebas de

			funcionamiento después del remplazo y el equipo trabaja correctamente.
		Gineco pediatría 24/09/2021	
ELECTROCARDÍOGRAFO	1	Urgencias 27/09/2021	Se observa que el equipo no trabaja con la batería, ya que esta no recibe carga, se realizan las pruebas requeridas, cerciorándose que el daño es la batería, se realiza el remplazo de esta, posteriormente se hace una limpieza profunda de las chupas y palas del equipo para ejecutar las pruebas de funcionamiento, una vez terminada estas acciones se realiza las pruebas, se observa que el equipo arroja señales correctas.

Tabla 9 Recolección histórica de mantenimientos correctivos ejecutados en las áreas de Ginecopediatría y Urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: Autor

Como se puede observar en el histórico, el equipo que presenta fallas con mayor frecuencia es la bomba de infusión con 8 mantenimientos correctivos realizados, debido a la clase de riesgo que puede presentar esta máquina, es importante realizarle un protocolo de mantenimiento a las fallas presentadas, posteriormente se observa que el tensiómetro y monitor de signos vitales, presentan fallas de alto nivel las cuales pueden interferir en las tomas de decisiones de los médicos debido a los valores erróneos que arroja los dispositivos, por lo tanto es importante desarrollar un protocolo de mantenimiento correctivo para cada uno de estos instrumentos.

3.6 Clasificación de los equipos según el tipo de falla

Es importante clasificar los equipos según el tipo de falla que se van presentado en su vida útil, esto permite tener un histórico de fallas más completo, ya que ayuda a mejorar el control del mantenimiento, la clasificación de los instrumentos de las áreas de Ginecopediatría y Urgencias según el tipo de falla se observa en la Tabla 10:

NOMBRE DEL EQUIPO	TIPOS DE FALLAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR LOS EQUIPOS IDENTIFICADOS		
	PROGRESIVA	SISTEMÁTICA	ALEATORIA
ASPIRADOR DE SECRECIONES	✓	✓	✓
BOMBA DE INFUSIÓN	✓	✓	✓
DOPPLER FETAL		✓	✓



LARINGOSCOPIO	✓	✓	
TENSIÓMETRO	✓	✓	
EQUIPO DE ÓRGANOS	✓	✓	
OXÍMETRO	✓	✓	✓
MONITOR DE SIGNOS VITALES	✓	✓	✓
ELECTRO CARDIÓGRAFO	✓	✓	✓
TERMÓMETRO INFRARROJO	✓		
DEFIBRILADOR			✓
FONENDOSCOPIO	✓		✓
GLUCÓMETRO	✓	✓	
LAMPARA DE CALOR RADIANTE	✓		✓
PESA BEBE ELECTRÓNICA			✓
LAMPARA DE FOTO TERAPIA		✓	✓
NEGATOSCOPIO	✓		✓
TALLÍMETRO			✓
LAMPARA CUELLO DE CISNE		✓	✓
NEBULIZADOR			✓
MONITOR FETAL		✓	
BALANZA MECÁNICA	✓		✓
INCUBADORA NEONATAL	✓		
INFANTÓMETRO			✓
TERMOHIGRÓMETRO	✓		
VENTILADOR MECÁNICO	✓	✓	✓

Tabla 10 Clasificación de equipos biomédicos identificados en el área de gineco pediatría y urgencias de E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: (Autor)

Como se pudo observar en la tabla 10, en los dos servicios se encuentra diferentes maquinas con distintos tipos de fallas las cuales pueden presentar, es por ello que es necesario realizar una tabla para identificar cuáles son los dispositivos que podrían presentar fallas en los tres tipos, esto se realiza con el fin de reconocer en porcentaje los equipos con fallas graves como las sistemáticas.

TIPOS DE FALLAS						
Prog.	Sist.	Aleat.	Prog. - Sist.	Prog. - Aleat.	Sist. - Aleat.	Prog. – Sist. – Aleat.
3	1	5	4	4	3	6

Tabla 11 Numero de equipos por tipo de fallas. Fuente: (Autor)

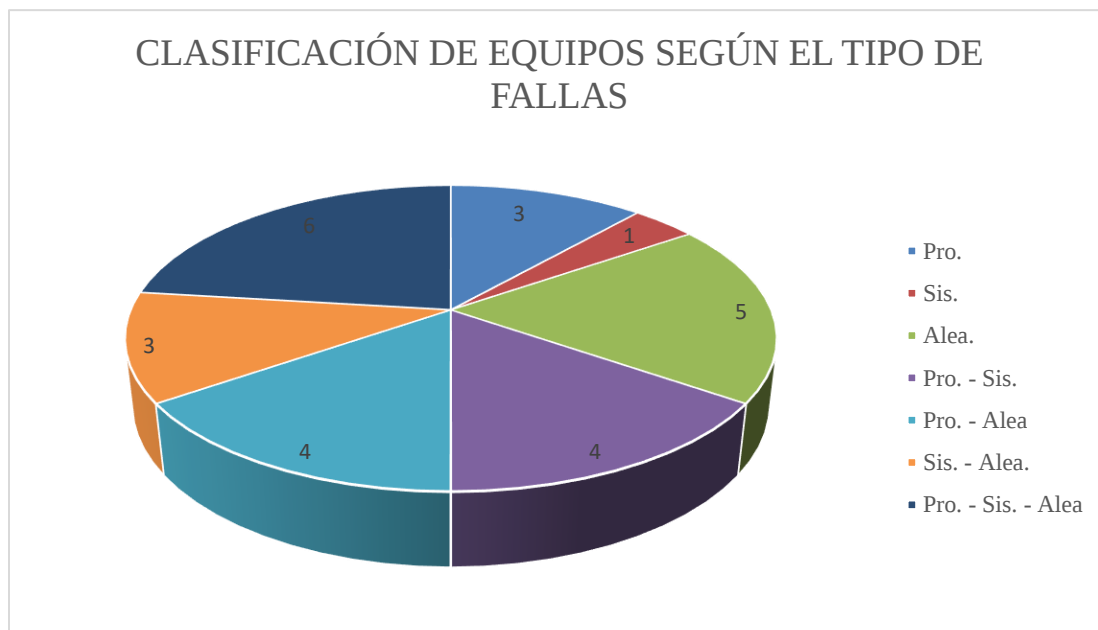


Figura 31 clasificación de equipos según el tipo de fallas. Fuente: (Autor)

Analizando la gráfica 4, se puede mencionar que existen 6 equipos los cuales son posible a presentar los tres tipos de fallas, esto es importante saberlo para lograr prevenir y estar alerta a cualquiera falla producida y evitar la interrupción de operación de los dispositivos, también se puede observar que se tiene 4 equipos para fallas progresivas y sistemáticas, por lo tanto se puede analizar que en los servicios, se trabajan con instrumentos los cuales pueden ir incrementando sus fallas a medida del tiempo si no se previenen



4 CAPÍTULO IV. EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS EMPLEADOS EN EL ÁREA DE GINECOPEDIATRIA Y URGENCIAS EN EL E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE PAMPLONA

4.1 Síntesis

En este apartado se efectúa la ejecución de los mantenimientos realizados, el cual son gestionados por el software de la empresa llamado lipa, en este se documentan los protocolos de mantenimientos preventivos. Se realiza un análisis de estos mantenimientos programados, como también la interpretación por medio de un diagrama de flujo. El mantenimiento correctivo también es mencionado en este apartado, en él se habla las reparaciones que se realizaron a través de la pasantía, incluyendo los 12 servicios asistenciales aparte de gineco pediatría y urgencias.

4.2 Mantenimiento preventivo

El desarrollo del mantenimiento preventivo que se emplea en el Hospital San Juan de Dios de Pamplona, lo ejecuta la empresa VHM INGENIERÍA S.A.S., esta entidad cuenta con protocolos estrictos, los cuales son tecnificados por lo ingenieros especializados en equipos biomédicos. Estos mantenimientos son programados anualmente, están divididos por las áreas empleadas en el Hospital San Juan de Dios de Pamplona, como también por los 6 centros de salud asistenciales. Las acciones de revisión se realiza cada cierto periodo de tiempo y son diferentes para cada equipo. Este mantenimiento tiene como finalidad prevenir y reducir las fallas que se presentan en los equipos, al ejecutar un plan de mantenimiento efectivo se logra extender la vida útil de los dispositivos, por lo tanto, se presta un servicio médico de calidad.

Este cronograma de mantenimiento preventivo se puede observar que está conformado por los servicios asistenciales que están en la planta física de Pamplona y los 6 centros de salud de los municipios adscritos, estos 22 servicios se distribuyen en 3 grupos conformados por 7 servicios, a cada grupo se le asigna un mes para ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo, donde estos se repiten periódicamente cubriendo todos los meses del año, de este modo, a cada servicio le corresponde un mantenimiento preventivo trimestral

4.2.1 Gestión de mantenimiento preventivo por medio del aplicativo y software de la empresa llamado lipa

La empresa maneja el software llamado lipa, el cual lleva un control de los equipos biomédicos empleados en todas las áreas del hospital, como también de los centros de salud adscritos. Este aplicativo se encuentra por medio de una página web y aplicación móvil, al iniciar a la plataforma se encuentra con un panel, para el monitoreo de los mantenimientos programados, desarrollados, durante el mes presente y los cuatro meses anteriores.

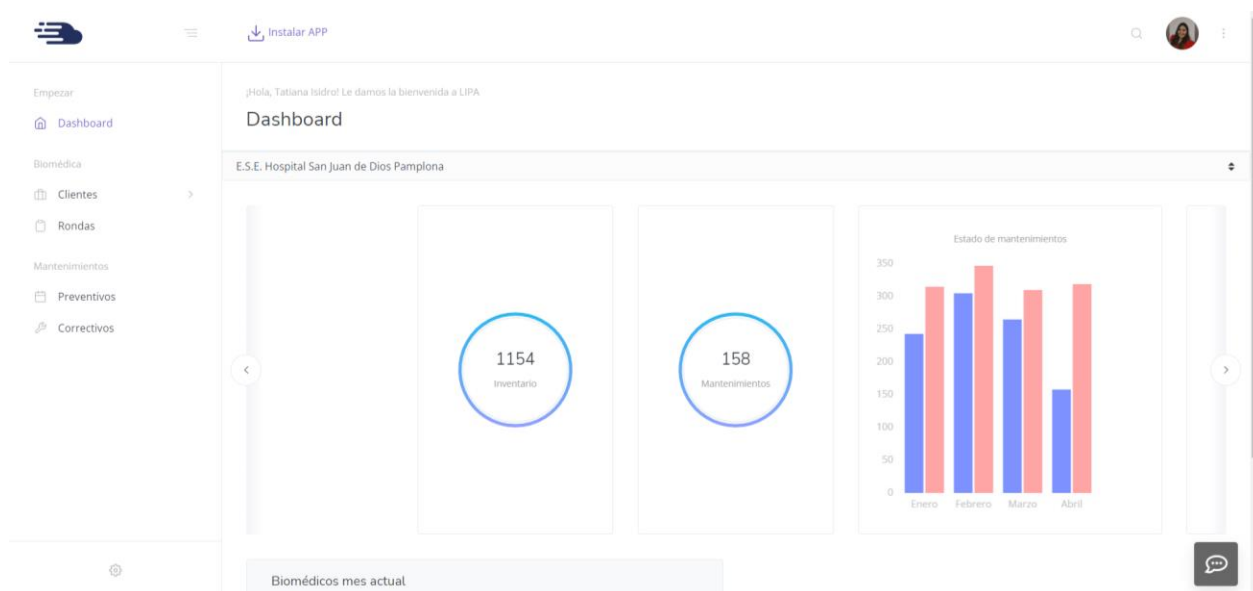


Figura 32 *Aplicativo Lipa (Autor)*

En su costado izquierdo superior se encuentra las secciones de Biomédica y Mantenimiento, en el área biomédica se encuentra los clientes con los cuales trabaja la empresa, en este caso el Hospital San Juan de Dios de Pamplona, en esta sección se halla todo lo relacionado con el registro de equipos. El inventario se compone por las diferentes áreas del hospital y se encuentra cada hoja de vida del equipo por área, en él se incluye la marca del equipo, el modelo, la serie, el número de registro Invima, entre otros datos. También se puede encontrar el cronograma de mantenimiento preventivo anual y mensual de cada uno de los centros de salud incluidas los servicios asistenciales del hospital, en este apartado es posible descargar los cronogramas según la fecha que se desea consultar. Se encuentra la resolución 3100 del 2019, la cual define los procedimientos y condiciones de inscripciones de los prestadores de servicio de salud. También se halla los datos de la sede, como lo es el número, dirección, correo entre otros. Todos estos datos mencionados anterior mente se pueden encontrar para los 6 centros de salud adscritos, como lo son Cucutilla, Pamplonita, Silos, Mutiscua, Cacota y Chitaga.

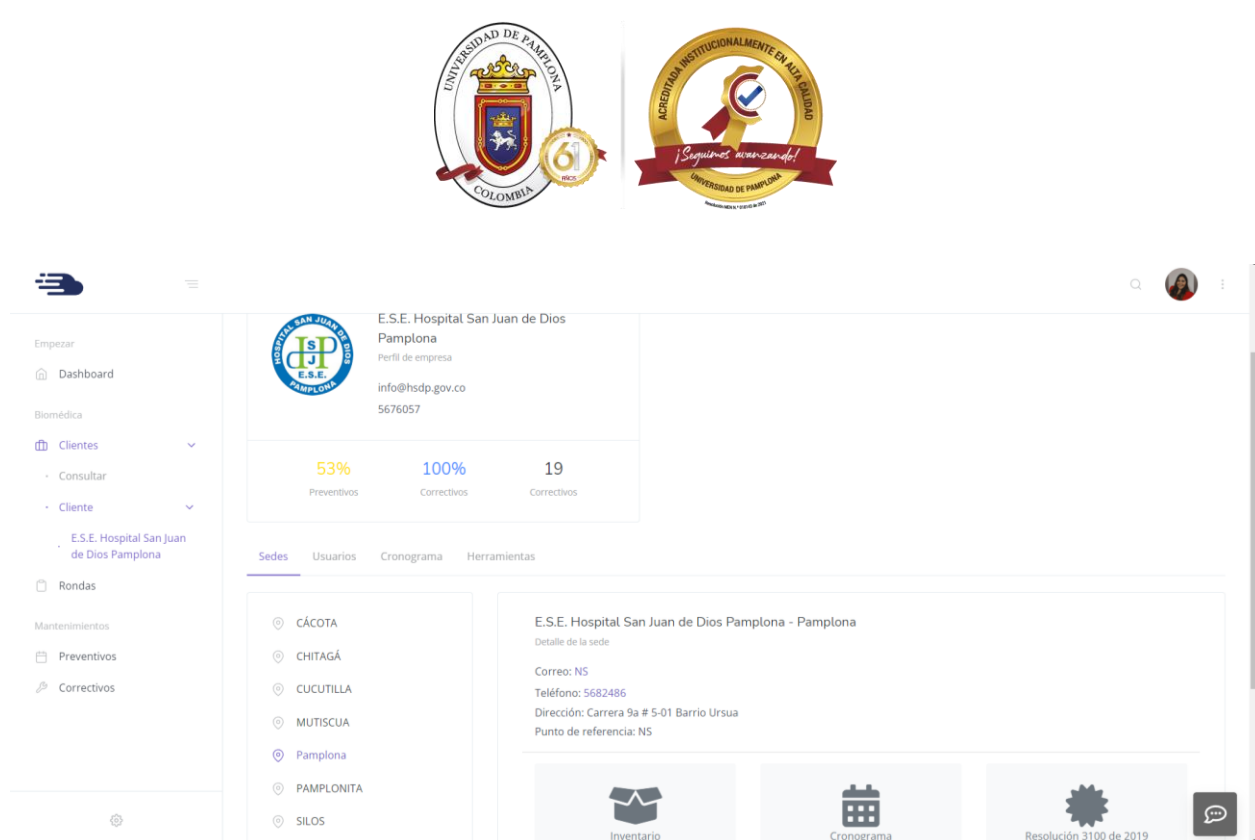


Figura 33 Aplicativo Lipa clientes (Autor)

En la sección de mantenimiento se encuentran los preventivos y correctivos, en los preventivos se halla los mantenimientos programados, los mantenimientos asignados. En los mantenimientos programados se encuentran todos los mantenimientos que se deben desarrollar en el mes, según el plan de mantenimiento con el nombre del cliente, la fecha y el progreso del mantenimiento, también cuenta con la posibilidad de asignarlo a técnico requerido para dicho trabajo.

En el mantenimiento asignado se observa la sede, el área, la fecha, el progreso y la opción de firma la cual realiza el jefe de enfermería aprobando la revisión de los equipos, esta sección de mantenimiento asignado es donde se gestiona cada lista de chequeo para cada equipo, en el podemos encontrar los pasos que se debe realizar para el chequeo de cada equipo, este protocolo es estipulado por la empresa, una vez terminada la revisión se deja las observaciones del mantenimiento, las cuales se guardaran en el aplicativo. En la sección de correctivos no se encuentra nada ya que la empresa no posee protocolos para mantenimiento correctivos.



Programación de E.S.E. Hospital San Juan de Dios Pamplona

Ítem	Sede	Área	Fecha	Progreso	Acciones
1	Pamplona	Odontología > Odontología	01-abr-2022	100,00% Completado	
2	Pamplona	Odontología > Unidad 1	01-abr-2022	100,00% Completado	
3	Pamplona	Odontología > Unidad 2	01-abr-2022	100,00% Completado	
4	Pamplona	Aps Móvil > Aps Móvil	01-abr-2022	100,00% Completado	
5	CUCUTILLA	Consulta Externa > Consultorio 1	01-abr-2022	0,00% Completado	
6	CUCUTILLA	Odontología > Odontología	01-abr-2022	0,00% Completado	

Figura 34 Aplicativo lipa gestión de mantenimiento (Autor)

4.2.2 Realización de mantenimientos preventivos programados mensualmente

La ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos en el Hospital san Juan de Dios de Pamplona se realiza siguiendo la normativa que emplea la empresa VHM ingeniería S.A.S. Como se había mencionado anteriormente la empresa brinda el apoyo de este protocolo por medio de la aplicativo Lipa, de tal forma que mientras se esté desarrollando el mantenimiento se esté verificando el protocolo de cada uno de los equipos. A continuación, en la tabla 12, se encontrará la lista de los protocolos implementados por la empresa VHM ingeniería S.A.S para el mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos empleados en el área de Ginecopediatria y urgencias.

IMAGEN DEL EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
 Figura 35 M.P. Aspirador de secreciones (Autor)	Aspirador de secreciones	• Inspección de condiciones del entorno • Limpieza integral del equipo. • Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, regulador de vacío, frasco de secreciones, filtro bacteriológico, mangueras, acoples, etc.) • Inspección del sistema eléctrico Inspección del sistema mecánico Inspección del vacuómetro y rango de vacío • Efectuar ajuste de tuercas y tornillos, si es necesario • Verificar el funcionamiento del equipo
 Figura 36 M.P. Bomba de infusión (Autor)	Bomba de infusión	• Inspección de condiciones del entorno • Limpieza integral externa del equipo • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Inspección del estado de la batería • Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasas, display LCD, clavijas, conectores, cable de red. interruptor, botones etc.) • Inspeccionar el buen estado de las membranas de las teclas del panel de control • Verifique el funcionamiento correcto de todos los indicadores • Verifique el funcionamiento del sistema de alarmas
 Figura 37 M.P. Doppler fetal (Autor)	Doppler fetal	• Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Limpieza integral del equipo. • Inspección de condiciones físicas del equipo • Revisar componentes eléctricos y electrónicos • Comprobar estado de indicadores, alarmas visuales y acústicas • Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.) • Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario • Pruebas de operatividad y mantenimiento del transductor • Mantenimiento de tarjetas electrónicas



Figura 38 M.P. Laringoscopio (Autor)

Laringoscopio

- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Efectuar limpieza integral externa de los equipos (otoscopio y oftalmoscopio)
- Revisión electromecánica del acople.
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario
- Inspección de mango y valvas Inspección de bombillos



Figura 39 M.P. Tensiómetro (Autor)

Tensiómetro

- Limpieza integral externa del equipo
- Efectuar inspección de condiciones ambientales del equipo.
- Inspeccionar el cuerpo y la base del equipo.
- Revisar para (cambiar si es necesario).
- Revisar esfigmomanómetro (Ajustar si es necesario).
- Revisar brazalete y correas (cambiar si es necesario).



Figura 40 M.P. Equipo de órganos (Autor)

Equipo de órganos

- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Efectuar inspección de condiciones físicas del equipo
- Efectuar limpieza integral externa de los equipos (otoscopio y oftalmoscopio)
- Inspeccionar el mango de ambos equipos
- Revisión de las baterías y cambiar si es necesario de ambos equipos
- Revisar los bombillos de oftalmoscopio y del otoscopio
- Revisión electromecánica del acople.
- Verificar que el número de partes del equipo estén completas

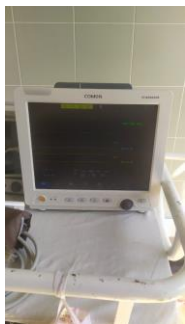
 Figura 41 M.P. Oxímetro (Autor)	Oxímetro	• Limpieza integral externa del equipo • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Inspección del estado de la batería • Limpieza integral interna del equipo • Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.) • Inspección de botones de control y display de visualización • Inspección sensor de dedo adulto y/o pediátrico, cambiar si es necesario.
 Figura 42 M.P. Monitor de signos vitales (Autor)	Monitor de signos vitales	• Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.) • Verificar el sistema de alarmas en cada módulo. • Limpieza integral externa del equipo • Limpieza de accesorios • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • inspección física y funcional del equipo (Carcasa, batería, accesorios y conexiones al paciente, cable de red, interruptor, etc.) • Inspección de botones de control y display de visualización
 Figura 43 M.P. Electro cardiógrafo (Autor)	Electro cardiógrafo	• Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.) • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasa, botones de control, interruptor, cable de red, batería, cable ECG, etc.) • Verificar el sistema de impresión. • Verificar con simulador de paciente la forma y visualización de la señal. • Limpieza integral del equipo.



Figura 44 M.P. Termómetro infrarrojo (Autor)

Termómetro infrarrojo

- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección del estado de la batería
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspección del cuerpo del equipo
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Verificar temperatura de funcionamiento °C
- Actualice fecha y hora si es necesarios
- Inspección del sistema electrónico



Figura 45 M.P. Desfibrilador (Autor)

Desfibrilador

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Inspección física (Carcasa, batería, accesorios y conexiones al paciente, cable de red, palas, etc.)
- Inspección de batería e indicador de carga
- Verificar el sistema de alarmas en cada módulo.
- Limpieza integral externa del equipo
- Limpieza de accesorios
- Inspección de la impresora y su funcionamiento
- Realizar auto test al equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación



Figura 46 M.P. Fonendoscopio (Autor)

Fonendoscopio

- Limpieza integral del equipo.
- Verificar el funcionamiento del equipo
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Inspección del cuerpo del equipo
- Inspección de las olivas
- Inspección de la Y plástica o metálica
- Inspección de las membranas y sus respectivas campanas

 Figura 47 M.P. Glucómetro (Autor)	Glucómetro	• Verificar el funcionamiento del equipo • Inspección física del equipo • Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.) • Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario • Limpiar con alcohol la estructura física. • Verificar que el puerto de datos no presente polvo, sangre.
 Figura 48 M.P. Lampara de calor radiante (Autor)	Lampara de calor radiante	• Inspección de condiciones del entorno • Limpieza integral externa del equipo • Inspeccionar el buen estado de las membranas de las teclas del panel de control • Verifique el funcionamiento del sistema de alarmas • Inspección de condiciones físicas del equipo • Verificar el encendido de indicadores • Inspeccionar el sensor de temperatura cutáneo • Inspeccionar el encendido de la lámpara halógena • Verifique el funcionamiento correcto del control de temperatura • Verifique con un termómetro clínico la veracidad de la lectura obtenida por la cuna y que se muestre en el display.
 Figura 49 M.P. Pesa Bebe Electrónica (Autor)	Pesa Bebe Electrónica	• Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.) • Limpieza integral externa del equipo • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Inspección física del equipo (Carcasas, cable de red, interruptor, panel de control, display, plataforma, bandeja, baterías, etc.) • Inspección del estado de la batería • Inspección de componentes eléctricos y electrónicos • Verificación del voltaje de alimentación • Verificar ajuste de cero de la balanza, ajustar si es necesario



**Figura 50 Lámpara de foto terapia
(Autor)**

Lámpara de foto terapia

- Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo
- Efectuar limpieza integral externa del equipo
- Efectuar limpieza en conectores y bases de lámpara sockets
- Revisar cables y conectores
- Revisar control de temperatura e indicador (cuando el equipo incluya radiación de calor)
- Verificar sistemas de encendido de las balastros y tubos
- Verificar funcionamiento del equipo



Figura 51 M.P. Negatoscopio (Autor)

Negatoscopio

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Limpieza integral externa e interna del equipo
- Inspección del sistema eléctrico
- Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, carcasa, etc.)
- Inspección de la pantalla de acrílico



Figura 52 M.P. Tallímetro (Autor)

Tallímetro

- Limpieza integral del equipo.
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspección de condiciones físicas del equipo (Fisuras o cortes en su material, deformaciones)
- Inspección de la plataforma del paciente.
- Inspección de posición, ajustar si es necesario.

 Figura 53 M.P. Lampara cuello de cisne (Autor)	Lampara cuello de cisne	• Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.) • Limpieza integral del equipo. • Efectuar ajuste de tuercas y tornillos, si es necesario • Verificar el funcionamiento del equipo a diferentes posiciones del cuello • Inspeccionar el bombillo, cuello, cuerpo y la base del equipo • Revisar la pantalla reflejante • Verificar cable de red e interruptor on/off • Verificar el voltaje en el bombillo o foco
 Figura 54 M.P. Nebulizador (Autor)	Nebulizador	• Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.) • Limpieza integral externa e interna del equipo • Inspección del sistema eléctrico • Inspección del sistema mecánico • Verificar el funcionamiento del equipo • Inspección física del equipo (cable de red, interruptor, carcasa, etc.) • Inspección del filtro de aire
 Figura 55 M.P. Monitor Fetal (Autor)	Monitor Fetal	• Inspección de condiciones del entorno • Verificar el sistema de alarmas en cada módulo. • Limpieza integral externa del equipo • Limpieza de accesorios • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Inspección física y funcional del equipo • Inspección de botones de control y display de visualización • Pruebas de operatividad al sistema de impresión • Pruebas de operatividad y mantenimiento del transductor



Figura 56 M.P. Balanza Mecánica
(Autor)

Balanza Mecánica

- Inspección de condiciones del entorno (voltaje de red, humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.)
- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección del sistema mecánico
- Verificar ajuste de cero de la balanza, ajustar si es necesario
- Inspección física del equipo
- Verificar que la balanza cuente con todos sus componentes, plataforma, tallímetro, pesas
- Limpieza integral interna del equipo
- Lubricar el sistema mecánico



Figura 57 M.P. Incubadora Neonatal
(Autor)

Incubadora Neonatal

- Limpieza integral externa del equipo
- Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- Inspección de condiciones físicas del equipo
- Verificar estado de partes móviles, ajustar y lubricar si es necesario
- Efectuar inspección de ventanillas, cauchos, bandejas, mangas.
- Revisar componentes eléctricos y electrónicos
- Revisar sistema neumático
- Verificar estado y funcionamiento del motor de aireación
- Inspeccionar suministro de agua y filtro de polvo, cambiar si es necesario



Figura 58 M.P. Infantómetro (Autor)

Infantómetro

- Limpieza integral del equipo.
- Inspección de condiciones del entorno (humedad, temperatura, etc.)
- Inspección de condiciones físicas del equipo (Fisuras o cortes en su material, deformaciones)
- Ajuste de tornillería

 Figura 59 M.P. Termohigrómetro (Autor)	Termohigrómetro	• Inspección de condiciones del entorno (humedad, vibraciones mecánicas, temperatura, etc.) • Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación • Limpieza integral externa e interna del equipo • Inspección de condiciones físicas del equipo (carcasas, display LCD, botones.) • Inspeccionar el estado de la batería, cambie si es necesario • Verifique el funcionamiento del termohigrómetro en la función in/out • Actualice fecha y hora si es necesarios • Realice comparación de medición con equipo patrón
 Figura 60 M.P. Ventilador mecánico (Autor)	Ventilador mecánico	• Efectuar limpieza integral externa e interna del equipo • Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo • Revisar que la válvula de exhalación esté limpia y el diafragma esté en buenas condiciones • Revisar el circuito del paciente • Revisar y limpiar los filtros y porta filtros, cambiar si es necesario • Verificar el funcionamiento del regulador de presión, control manual de tiempo, control de presión y regulador de flujo • Verificar el correcto funcionamiento del equipo en conjunto con el operador

Tabla 12 Protocolos de mantenimiento preventivos ejecutados en los equipos biomédicos empleados en las áreas de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona. Fuente: (Autor)



4.2.3 Análisis de los protocolos de mantenimiento preventivos desarrollados

El desarrollo de los mantenimientos preventivos de los distintos equipos se encontraron tareas muy importantes las cuales son vitales describir su manera el cual fueron desarrolladas, para tener una mejor validez del trabajo realizado.

En la actividad de limpieza integral de lo diferentes equipos, fue necesario tener en cuenta los distintos tipos de suciedad, como lo puede ser, polvo, oxido, manchas, corrosiones, entre otras. Todo esto fue realizado en las superficies exteriores de cada uno de los equipos utilizando materiales de limpieza, como pueden ser, líquidos desinfectantes, lija, alcohol, ect. Esta actividad es clave en cualquier mantenimiento ya que deja una excelente presentación en los aspectos de limpieza y evitan al deterioro tanto del dispositivo como los accesorios.

La tarea de inspeccionar las condiciones del entorno en la cual opera los equipos, es fundamental ya que se está evitando posibles explosiones de líquidos inflamables, desajustes de los equipos por vibraciones excesivas, mal operación de los dispositivos por altas temperaturas, deterioro de los equipos por alto nivel de humedad, entre otros. Un aspecto importante en esta inspección es tener en cuenta que los equipos cuenten con las calibraciones al día, ya que estas certifican su buen funcionamiento.

En la actividad de inspección del funcionamiento de los equipos, se pudo observar que en la ejecución de cada uno de ellos no presenten valores erróneos, o se comporten de una manera anormal la cual pueden colocar en riesgo la vida del paciente. Con esta inspección el técnico se cerciora una vez más que el equipo no presente fallas en todos sus modos de operación y garantiza que los diferentes accesorios con los cuales opera el equipo se encuentren en buen estado arrojando datos correctos.

Verificar que el cuerpo del equipo no se encuentre quebrado o vencido, son unas de las tareas más importantes ya que en estas se previene muchos accidentes los cuales pueden ser provocados por lo dispositivos, en esta actividad se observó las bases y soportes de los equipos junto con las piezas movibles, monitoreando que no presenten obstrucción en sus movimientos y se puedan desplazar libremente. También se inspecciono las carcasas y puertas de estos asegurándose que no estén desajustadas.

Con ayuda de estos mantenimientos se previno diferentes tipos de fallas en los equipos, los cuales podrían detener el funcionamiento de cada uno de ellos, es por ello que el mantenimiento preventivo de estos equipos son realizados cada tres meses a los diferentes servicios en el hospital, aparte de esto también se logro llevar un monitoreo de la vida útil de los equipos en su inspección durante la revisión, ya que en este mantenimientos se verifico la inspección general de los equipos para identificar cuales son los necesarios de dar de baja debido a el tiempo de uso.



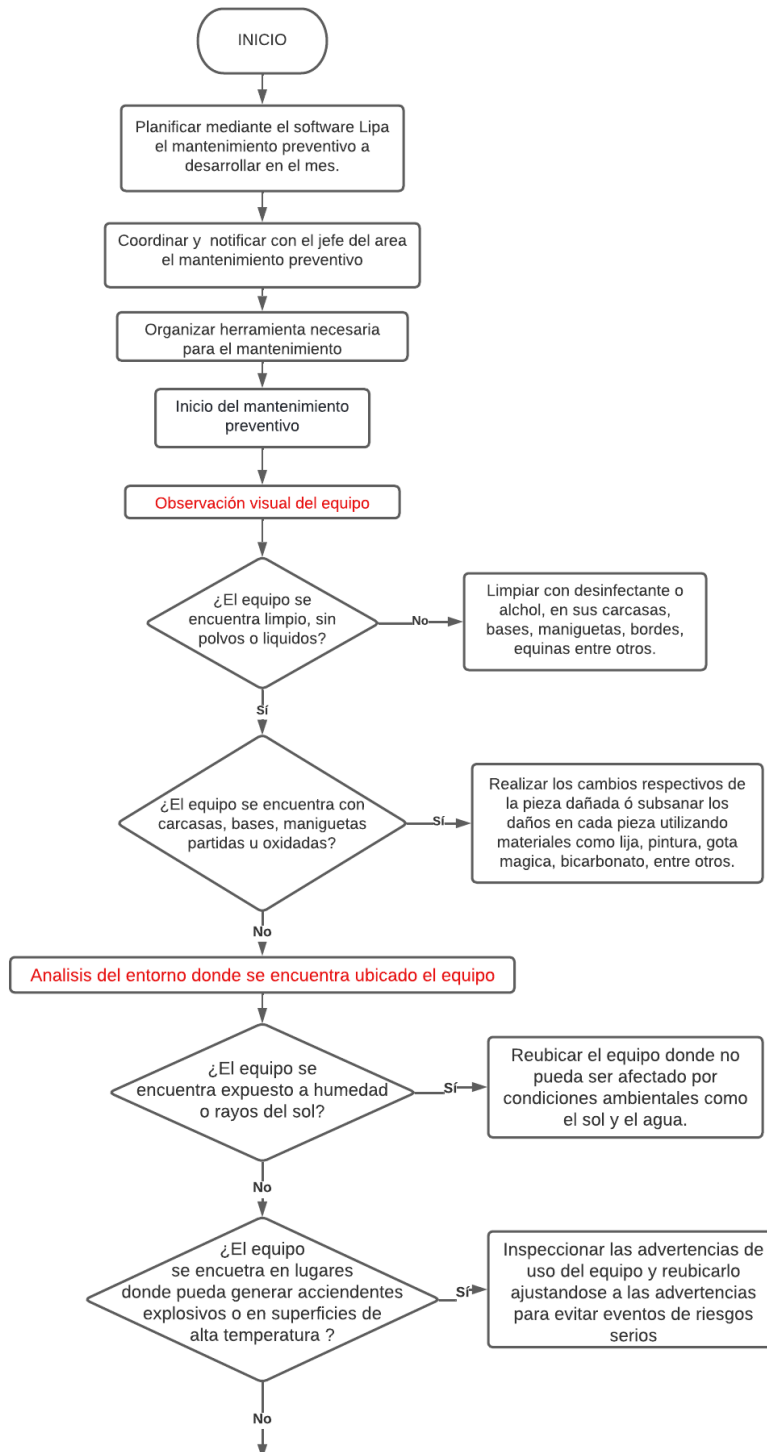
SC-CER96940

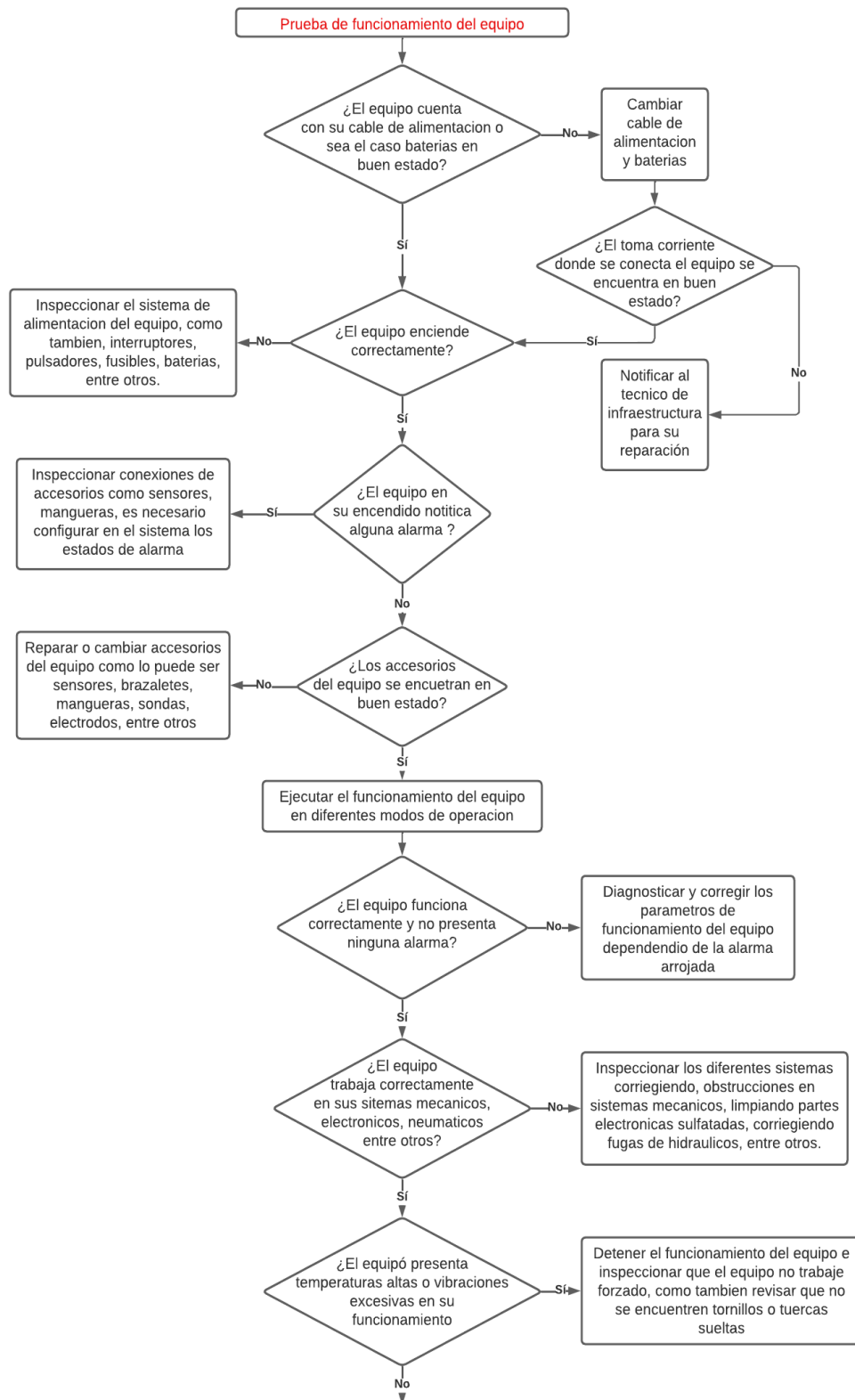


“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

4.2.4 Interpretación del mantenimiento preventivo a través de un diagrama de flujo





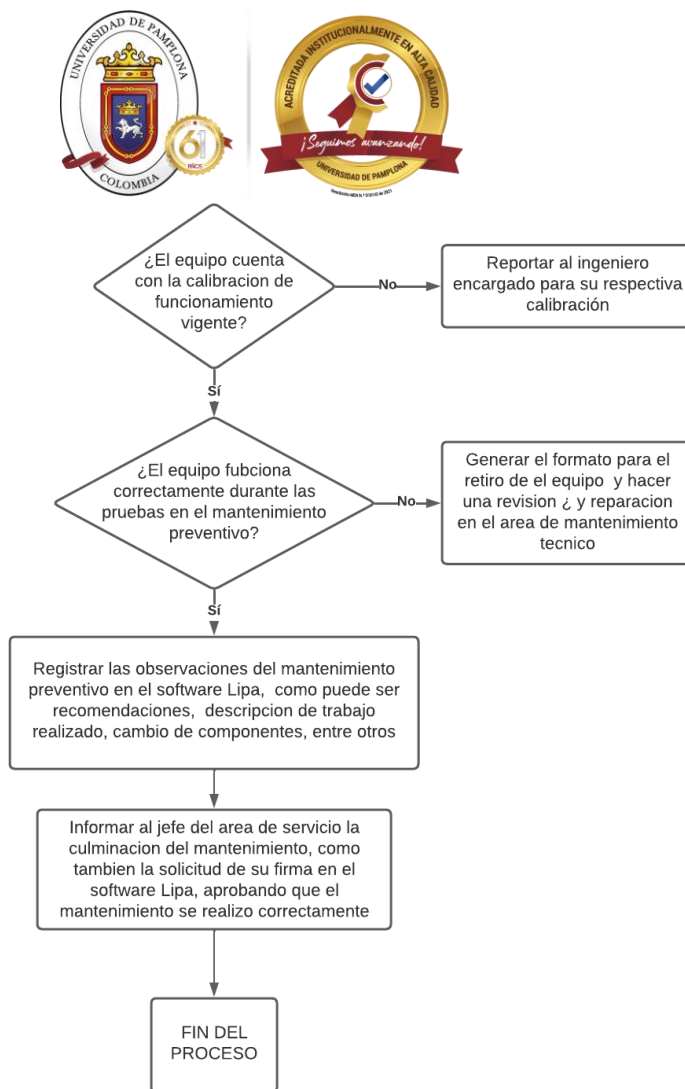


Figura 61 Mantenimiento preventivo mediante un diagrama de flujo. Fuente: (Autor)

4.3 Mantenimiento correctivo

En la ejecución del mantenimiento correctivo la empresa VHM INGENIERIA S.A.S. no cuenta con protocolos de desarrollo para las distintas fallas que se puedan presentar en los diferentes equipos, como tampoco cuenta con un registro histórico organizado en el software Lipa el cual se pueda llevar un control a las diferentes fallas reportadas.

Durante el periodo de las pasantías se presentaron diferentes fallas en distintos equipos como son, mecánicas, electrónicas, neumáticas, entre otras, por lo tanto, fue necesario indagar y estudiar los manuales de servicio o de usuario de cada uno de los equipos, para atender un mantenimiento correctivo de forma efectiva. También fue necesario ser recursivo al momento de realizar los mantenimientos correctivos ya que no se encontraban los repuestos del equipo en falla, a medida que se fueron desarrollando los diferentes mantenimientos correctivos, se llevó a cabo la recopilación de las fallas presentadas, logrando organizar y estructurar protocolos de mantenimiento correctivo a los daños reportados en los diferentes equipos.



4.3.1 Fallas presentadas en los diferentes equipos del área de Ginecopediatria y Urgencias.

En las dos áreas se presentaron diferentes solicitudes de mantenimiento correctivo, es por ello que se generó el siguiente cuadro el cual contiene los datos de los mantenimientos correctivos desarrollados, con ayuda de esta tabla se puede analizar cuáles son los equipos que requieren un protocolo de mantenimiento correctivo por su alta frecuencia de fallos, a continuación, se observa en la tabla 13 los equipos reportados:

FECHA	NOMBRE DEL EQUIPO	ÁREA	MARCA	MODELO	FALLA PRESENTADA
04/02/2022	Tensiómetro	Ginecopediatria	LORD	HS-20A	Pera con fugas
15/02/2022	Pesa bebe	Urgencias	DECTECO	N/A	Toma medidas incorrectas
18/02/2022	Tensiómetro	Urgencias	LORD	HS-20A	Aguja desajustada
20/02/2022	Desfibrilador	Ginecopediatria	MINDRAY	BENEHEART D3	Indicador de mantenimiento activado
21/02/2022	Bomba de infusión	Ginecopediatria	MEDCAPTAIN	HP-60	Error 205
22/02/2022	Bomba de infusión	Urgencias	MEDCAPTAIN	HP-60	Puerta no abre
28/02/2022	Termómetro	Ginecopediatria	DINKANG	GENERICO	No toma la temperatura
10/03/2022	Monitor fetal	Urgencias	EDAN	F3	Toco dañado
15/03/2022	Equipo de órganos	Urgencias	WELCH ALLYN	767	No enciende
23/03/2022	Bomba de infusión	Ginecopediatria	MEDCAPTAIN	HP-60	Error 206
24/03/2022	Monitor de signos	Ginecopediatria	COMEN	STAR8000E	Pantalla dañada
26/03/2022	Bomba de infusión	Ginecopediatria	MEDCAPTAIN	HP-60	Error 205
02/04/2022	Tensiómetro	Urgencias	LORD	HS-20A	Manguera partida
07/04/2022	Tensiómetro	Urgencias	LORD	HS-20A	Manómetro desajustado



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



10/04/2022	Tensiómetro	Ginecopediatria	LORD	HS-20A	Pera no insufla
11/04/2022	Aspirador de secreciones	Urgencias	CAMI	NEW ASPIRET	No succiona
13/04/2022	Bomba de infusión	Urgencias	MEDCAPTAIN	HP-60	Error 205
18/04/2022	Pesa bebe	Ginecopediatria	DECTECO	N/A	No enciende
23/04/2022	Bomba de infusión	Ginecopediatria	MEDCAPTAIN	SYS - 6010	Error Com Drive
25/04/2022	Tensiómetro	Urgencias	LORD	HS-20A	Manguera partida
29/04/2022	Bomba de infusión	Ginecopediatria	MEDCAPTAIN	HP-60	No enciende
30/04/2022	Bomba de infusión	Urgencias	MEDCAPTAIN	HP-60	Puerta atascada
07/05/2022	Bomba de infusión	Urgencias	MEDCAPTAIN	HP-60	Error 205
13/05/2022	Tensiómetro	Ginecopediatria	LORD	HS-20A	Pera no insufla
13/05/2022	Monitor de signos	Urgencias	COMEN	STAR8000E	Equipo no enciende
18/05/2022	Oxímetro	Urgencias	EDAN	H1000B	No carga
20/05/2022	Termómetro	Ginecopediatria	DINKANG	GENERICO	Baterías desgastadas
25/05/2022	Tensiómetro	Ginecopediatria	LORD	HS-20A	Manguera partida
27/05/2022	Electrocardiógrafo	Urgencias	EDAN	SE-301	Pantalla dañada

Tabla 13 Fallas presentadas en los diferentes equipos implementados en el área de Ginecopediatria y Urgencias del E.S.E. Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

Para el análisis de la tabla 13 se desarrolló la tabla 14 la cual contiene el número de reportes por cada equipo, esto permite generar una gráfica para encontrar el mayor porcentaje de reportes en los equipos mencionados.

NOMBRE DEL EQUIPO	CANTIDAD DE REPORTES
Bomba de infusión	9
Tensiómetro	8
Termómetro	2
Equipo de órganos	1
Desfibrilador	1
Oxímetro	1
Pesa bebe	2
Monitor fetal	1
Monitor de signos	2
Aspirador de secreciones	1
Electrocardiógrafo	1

Tabla 14 Cantidad de fallas reportadas por equipo. Fuente (Autor)

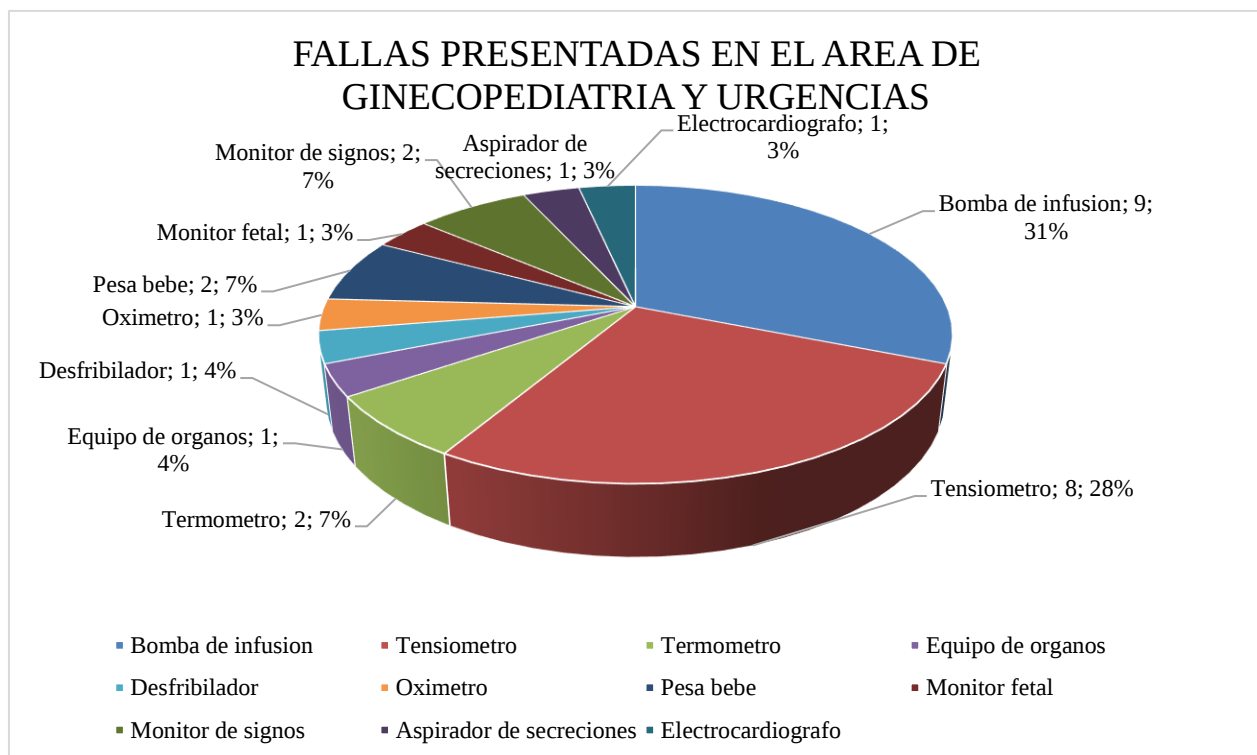


Figura 62 Fallas presentadas en el área de Ginecopediatría y Urgencias. Fuente (Autor)



Como se pudo observar los equipos con mayor fallas en las dos áreas fueron la bomba de infusión y el tensiómetro, gracias a este análisis grafico podemos identificar que son necesarios protocolos de mantenimiento correctivo para estos dos equipos, pero también es importante mencionar que en estos reportes se encuentran equipo de clase de riesgo IIB, como lo son el monitor de signos vitales y el desfibrilador, debido a que estos equipos sean de alto riesgo también es necesario realizarle protocolos de mantenimiento correctivo ya que esto se encargan al tratamiento y mantenimiento de la vida.

4.3.2 Ejecución de reportes de los mantenimientos correctivos

En el mantenimiento correctivo la empresa cuenta con un formato el cual describe las acciones realizadas durante el mantenimiento, este se toma datos como la fecha, nombre del equipo, su serie, la marca, el modelo, el área donde se encuentra ubicado, también cuenta con un espacio para describir el trabajo realizado, los repuestos o insumos utilizados, las observaciones generales durante el mantenimiento, por último la firma de la persona que realizo el mantenimiento y la firma de la persona que recibió el equipo.

Gobernación de Norte de Santander		E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS PAMPLONA		FORMATO DE ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	
Código: P-GT-01-01-01 v00		Página 1 de 1			
U.S.A.I.P.S.:	HCDT	Marca:	medaplan	Inventario:	
Fecha:	23/03/2022	Modelo:	HP-60	Área:	Guineapedia
Equipo:	Bomba de infusión	Serie:	1104110301027	Ubicación:	Estación de enfermería
MANTENIMIENTO		Correctivo:	☒	Instalación:	☐
		Otro:	☐	Desmontaje:	☐
TRABAJO REALIZADO					
Se recibe el equipo con problema de funcionamiento interno por lo tanto se procede a inspección y reemplazo del sistema se realizan pruebas de funcionamiento después del mantenimiento y se observa que el equipo funciona correctamente.					
REPUESTOS Y/O INSUMOS UTILIZADOS					
Cantidad	Descripción				
OBSERVACIONES GENERALES					
Se realizaron pruebas de funcionamiento y se observa que el equipo trabaja correctamente.					
Ejecutado por:		Aprobado por:			
Tatiana Dario		Ramon Pato			
Elaboró:		Revisó:		Aprobó:	
BIOLOGICO		COMITÉ DE CALIDAD		GESTION	

Figura 63 Formato de mantenimiento correctivo



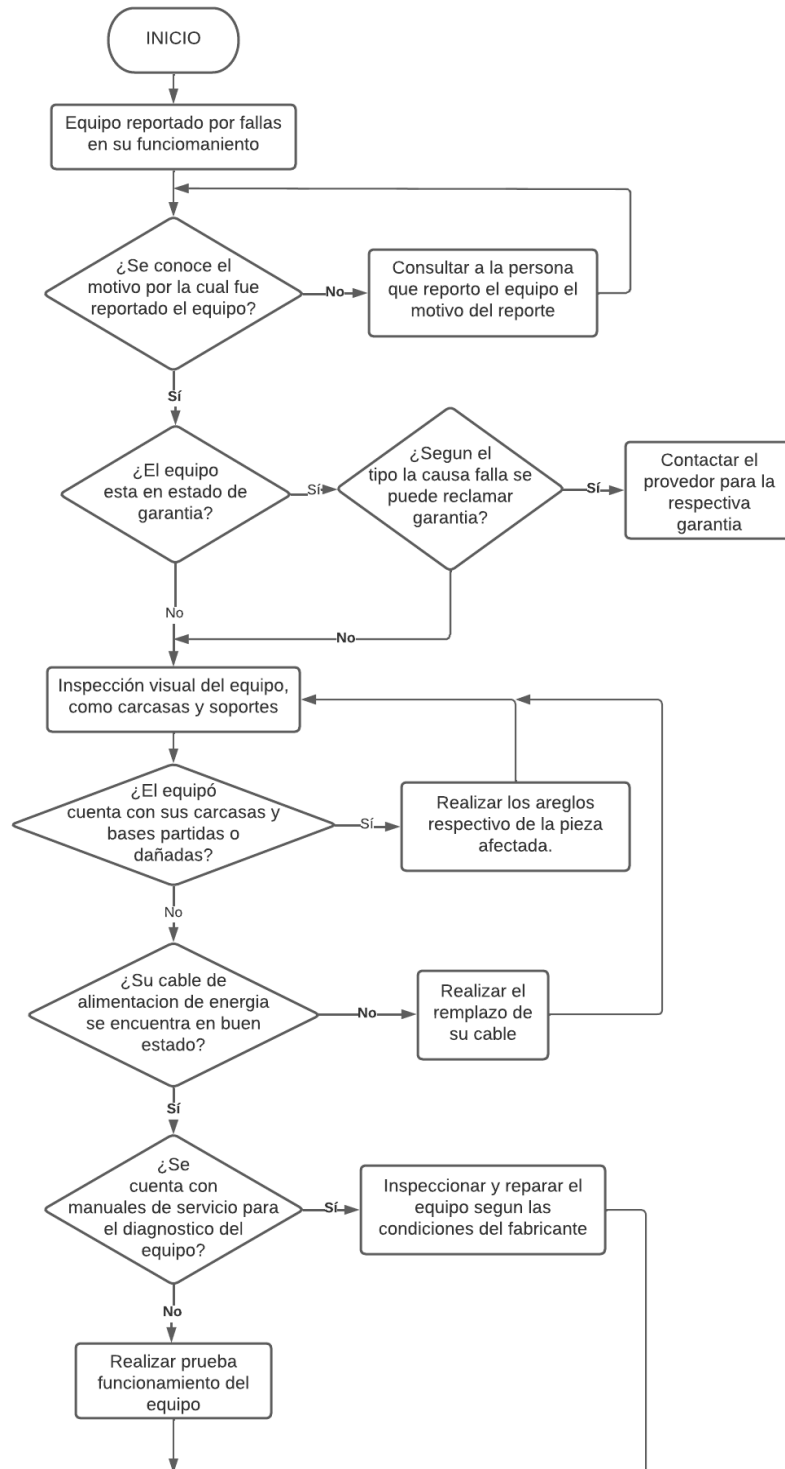
SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

4.3.3 Interpretación del mantenimiento correctivo a través de un diagrama de flujo



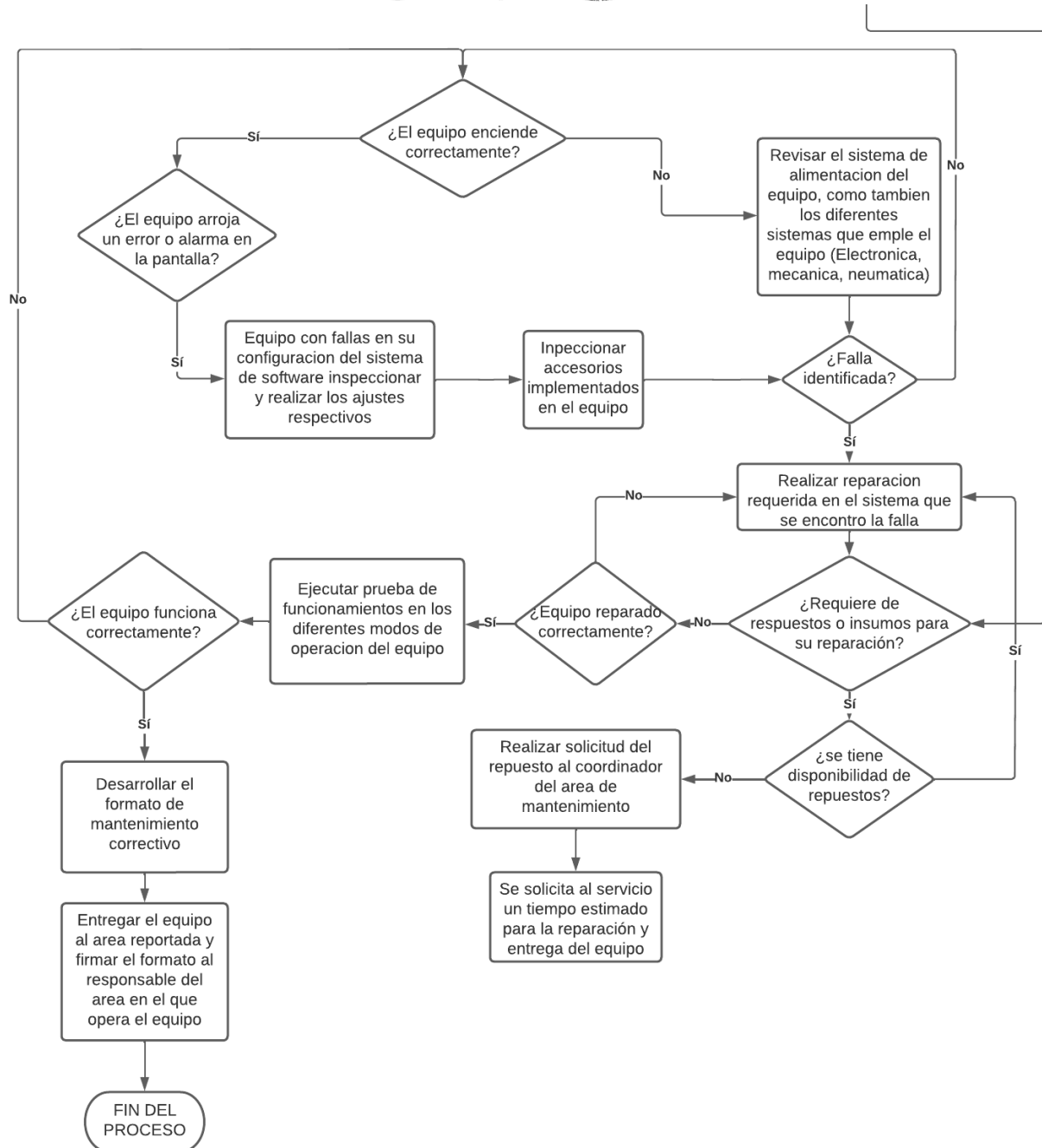


Figura 64 Mantenimiento correctivo mediante un diagrama de flujo. Fuente: (Autor)

5 CAPÍTULO V. PROTOCOLOS PARA REALIZAR UN MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LOS DIFERENTES EQUIPOS BIOMÉDICOS UTILIZADOS EN LAS ÁREAS GINECOPEDIATRÍA Y URGENCIAS DEL E.S.E. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE PAMPLONA

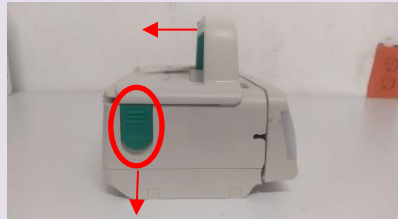
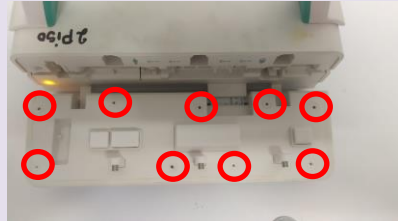
5.1 Síntesis

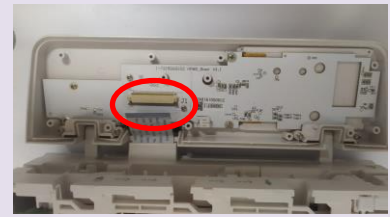
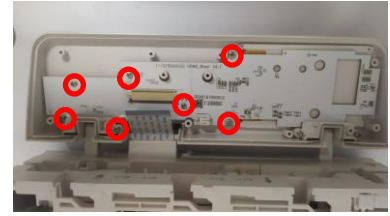
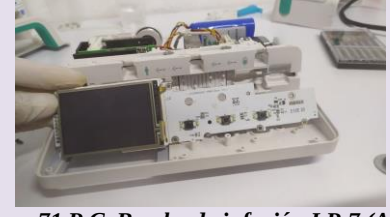
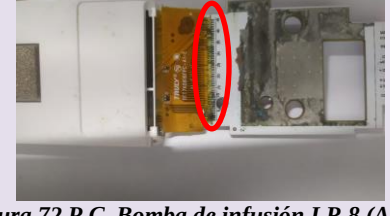
En este apartado se encuentra el desarrollo de los protocolos de mantenimiento de correctivo de diferentes equipos, en los diferentes protocolos se evidencia paso a paso para la implementación de cada uno de ellos, como también se observa la imagen de referencia de cada paso, en total se desarrollaron 15 protocolos de mantenimiento correctivo, debido a que son extensos cada protocolo, no se colocaron todos en el libro, en este caso se incorporaron 5, los 10 faltantes se encontraran en la carpeta de anexos y en la aplicación móvil.

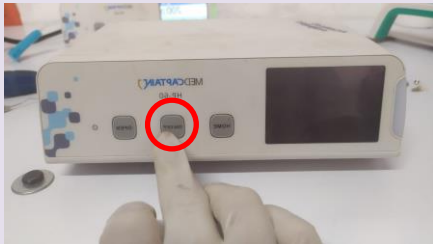
5.2 BOMBA DE INFUSIÓN, MEDCAPTAIN HP-60

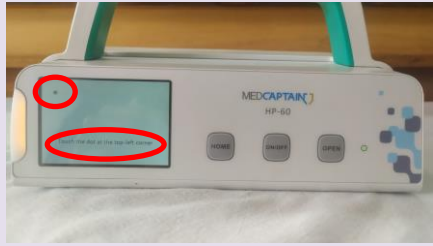
5.2.1 Protocolo para el diagnóstico y cambio de pantalla táctil

En este protocolo se presenta los pasos a seguir para el diagnóstico y cambio de pantalla de la bomba de infusión marca medcaptain, modelo hp-60.

Paso N°	Descripción	Imagen de referencia
1	Retirar la manija de agarre del equipo, empujando el seguro hacia abajo que tiene al costado derecho de la bomba, una vez abajo el seguro se retira la manija hacia atrás.	 <i>Figura 65 P.C. Bomba de infusión I.R.1 (Autor)</i>
2	Encender el equipo oprimiendo el botón de On/Off, posteriormente a que encienda, oprimir el botón Open para abrir la puerta y poder retirar la carcasa.	 <i>Figura 66 P.C. Bomba de infusión I.R.2 (Autor)</i>
3	Posteriormente es necesario retirar los tapones y los tornillos que ajustan la carcasa de la puerta. Es importante tener cuidado de no hacer mucha fuerza al retirarlos para evitar partir las bisagras de la puerta y prevenir dañar la cinta Flex que	 <i>Figura 67 P.C. Bomba de infusión I.R.3 (Autor)</i>

	transmite los datos del equipo hacia la pantalla.	
4	Seguidamente se retira la carcasa de la puerta, para esto es necesario desconectar el sensor de burbuja B que tiene incorporado la carcasa.	 Figura 68 P.C. Bomba de infusión I.R.4 (Autor)
5	En este siguiente paso es necesario retirar la cinta flex de datos, de la placa, por lo tanto, con una pieza delgada, se sube el pin del conector y se empuja la cinta hacia atrás. Es importante tener cuidado al sacarla para no dañar la conexión de esta.	 Figura 69 P.C. Bomba de infusión I.R.5 (Autor)
6	Posteriormente es necesario retirar la tarjeta electrónica en la cual viene incluida la pantalla táctil, para esto se retiran los tornillos que ajustan a esta.	 Figura 70 P.C. Bomba de infusión I.R.6 (Autor)
7	Una vez retirada la tarjeta, tiene dos opciones para su solución remplazar la tarjeta incluida con la pantalla o desoldar la pantalla remplazándola por una nueva. En este caso se tuvo la opción de cambiar la tarjeta completa. En el caso que sea necesario remplazar la pantalla, se desolda la cinta de esta de las terminales de la tarjeta.	 Figura 71 P.C. Bomba de infusión I.R.7 (Autor)  Figura 72 P.C. Bomba de infusión I.R.8 (Autor)

8	Terminado el remplazo de cualquiera de las dos opciones, se arma el equipo, siguiendo los pasos descritos para su desarme de forma inversa.	 Figura 73 P.C. Bomba de infusión I.R.9 (Autor)
9	Posteriormente de armar el equipo, es necesario realizar su calibración de pantalla, para esto se enciende el equipo con el botón On/Off y se cierra la puerta.	 Figura 74 P.C. Bomba de infusión I.R.10 (Autor)
10	Seguidamente se oprime el botón de Home y se oprime en la opción de programar sistema y se desplaza hasta la opción de mantenimiento.	 Figura 75 P.C. Bomba de infusión I.R.11 (Autor)
11	el equipo solicitara la contraseña para el acceso, en este caso es 1666, una vez ingresada la contraseña se oprime en la opción confirmar.	 Figura 76 P.C. Bomba de infusión I.R.12 (Autor)

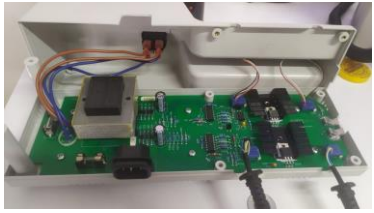
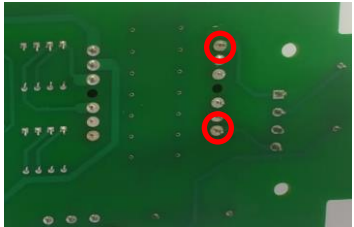
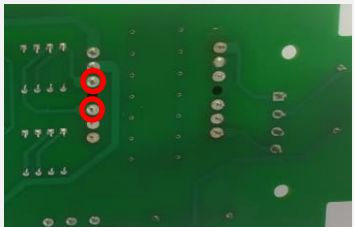
12	Una vez ingresado se desplaza y se elige la opción de Equipo cali., se desplegará diferentes opciones de calibración y se escoge ajuste de pantalla.	 Figura 77 P.C. Bomba de infusión I.R.13 (Autor)
13	Posterior se realizar la calibración siguiendo tocando la pantalla en las secciones indicadas por el equipo.	 Figura 78 P.C. Bomba de infusión I.R.14 (Autor)
14	Una vez terminado el equipo arroja un mensaje donde la calibración ha sido exitosa y solicita confirmar para su reinicio. Una vez confirmado el equipo se reinicia y ya se podrá utilizar.	 Figura 79 P.C. Bomba de infusión I.R.15 (Autor)

5.3 EQUIPO DE ÓRGANOS 767

5.3.1 Protocolo para el cambio de transformador del equipo

En este protocolo presenta los pasos a seguir para el diagnóstico del sistema de alimentación del equipo y cambio transformador.

Paso N°	Descripción	Imagen de referencia
---------	-------------	----------------------

1	Como primer paso se debe cerciorar que el cable de alimentación del equipo se encuentre en buen estado, una vez corroborado conectar el cable y oprimir el interruptor de encendido del equipo, el cual debe de alumbrar cuando este encendido.	 Figura 80 P.C. Equipo de órganos I.R.1 (Autor)
2	En caso de que no encienda el equipo, se lleva a cabo al desarme del equipo, para ello es necesario retirar los seis tornillos que ajustan la carcasa en la parte trasera del equipo.	 Figura 81 P.C. Equipo de órganos I.R.2 (Autor)
3	Una vez desarmado el equipo inspeccione el fusible de 1A, con ayuda del multímetro mida la continuidad de este, en caso de que no presente continuidad el fusible es necesario remplazarlo y seguir con el diagnóstico.	 Figura 82 P.C. Equipo de órganos I.R.3 (Autor)
4	Posteriormente si el fusible presenta continuidad, desacople la tarjeta de control con ayuda del multímetro ajustado en la medición de voltaje de corriente alterna compruebe que al transformador le llega la tensión de corriente alterna de 110V.	 Figura 83 P.C. Equipo de órganos I.R.4 (Autor)
5	En caso de que la tensión en la bobina primaria del sea de 110V mida la bobina secundaria del transformador la cual debe ser de 10V, también perciba que el transformador no presente olor a quemado, en caso de que no obtenga tensión en las bobinas secundaria del transformador es necesario remplazarlo.	 Figura 84 P.C. Equipo de órganos I.R.5 (Autor)

6

Para ello con ayuda de un cautín y pomada desoldé el transformador de la placa de control, una vez desoldado, corroboré que el transformador este averiado midiendo la resistencia en las bobinas la cuales debe estar abierta en caso de que este averiado.

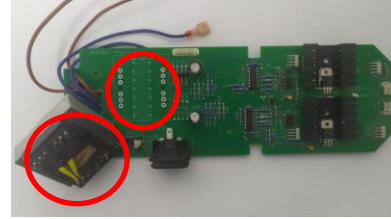


Figura 85 P.C. Equipo de órganos I.R.6 (Autor)

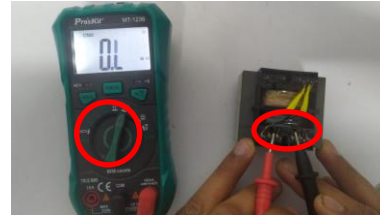


Figura 86 P.C. Equipo de órganos I.R.6 (Autor)

7

Una vez corroborado el daño realice el remplazo del transformador, y compruebe que en la bobina secundaria este suministrando la tensión de 5V.

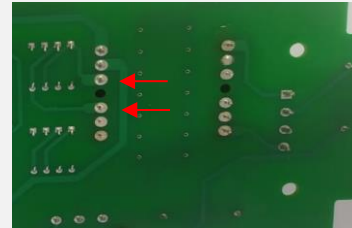


Figura 87 P.C. Equipo de órganos I.R.7 (Autor)

8

Posteriormente conecte el equipo a corriente alterna y encienda el equipo, seguidamente conecte los accesorios del equipo y encienda los bombillos de estos, también cambie la intensidad de luz del bombillo controlando el reóstato ubicado en el mango de cada accesorio.

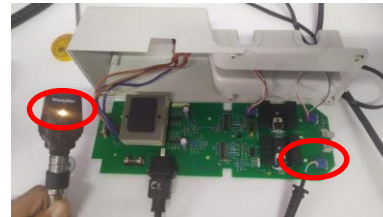


Figura 88 P.C. Equipo de órganos I.R.8 (Autor)

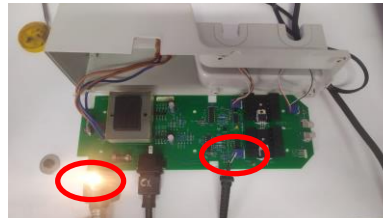


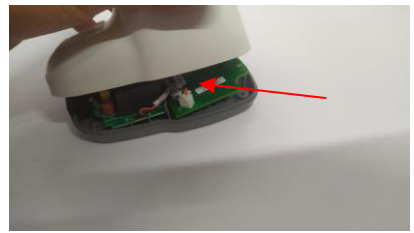
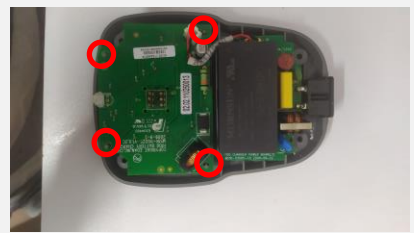
Figura 89 P.C. Equipo de órganos I.R.9 (Autor)

9	Seguidamente ajuste la tarjeta de control a la carcasa y arme la carcasa principal, una vez armado el equipo, realice nuevamente una prueba de funcionamiento.	 <i>Figura 90 P.C. Equipo de órganos I.R.10 (Autor)</i>
---	--	--

5.4 OXÍMETRO EDAN H1B00

5.4.1 Protocolo para el remplazo de pines de carga

En este protocolo se realiza el paso a paso para cambiar los pines de carga para el oxímetro EDAN H1B00 los cuales se quedan pegados por daños en sus resortes.

Paso N°	Descripción	Imagen de referencia
1	Como primer paso es necesario desarmar el cargador del equipo, retirando los cuatro tronillos de la parte de debajo que ajustan la carcasa del equipo.	 <i>Figura 91 P.C. Oxímetro I.R.1 (Autor)</i>
2	Posterior a esto con ayuda de un perillero retire la carcasa de la base, con poca fuerza evitando dañar los pines a retirar la carcasa.	 <i>Figura 92 P.C. Oxímetro I.R.2 (Autor)</i>
3	Posterior a esto retire la placa electrónica de la carcasa base, de los 4 pines que la ajustan.	 <i>Figura 93 P.C. Oxímetro I.R.3 (Autor)</i>

4

Una vez retirada la placa con ayuda de un cautín, desoldé los pines y replácelos por unos pines nuevos.



Figura 94 P.C. Oxímetro I.R.4 (Autor)



Figura 95 P.C. Oxímetro I.R.5 (Autor)

5

Una vez remplazados conecte la tarjeta a corriente alterna, compruebe que enciende el led de color rojo indicando que no se está cargando el equipo y con ayuda de un multímetro en ubicado en corriente directa compruebe que entre los pines cambiados tenga una tensión de 5V.



Figura 96 P.C. Oxímetro I.R.6 (Autor)

6

Realizada la prueba anterior retire el equipo de la corriente alterna, ubique la tarjeta en la carcasa base ajustando sus 4 pines y colóquela su carcasa principal, con sus cuatro tornillos, logrando armar el equipo completamente.



Figura 97 P.C. Oxímetro I.R.7 (Autor)

7	Terminado el arme del equipo realice una prueba de funcionamiento conectando el equipo al toma corriente y ubicando el oxímetro en la base cargadora, la cual debe de alumbrar en amarillo cuando el dispositivo está cargando correctamente.	
9	Una vez que se observe que el equipo está cargando enciéndalo y realice pruebas de funcionamiento, ubique el dedo dentro de la pinza sensor y monitoree la saturación de oxígeno que debe estar entre 90 a 100 SpO2 también monitoree el ritmo cardiaco el cual debe estar entre 60 a 100 pulsaciones por minuto, como se observa en la figura. Una vez terminada esta prueba el equipo está listo para utilizarse.	

Figura 98 P.C. Oxímetro I.R.8 (Autor)

Figura 99 P.C. Oxímetro I.R.9 (Autor)

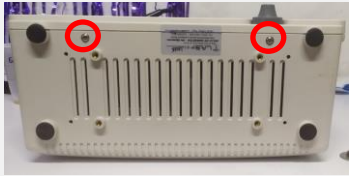
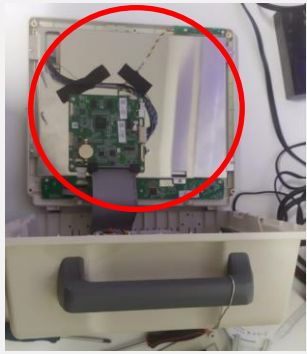
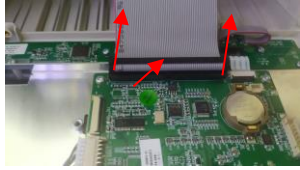
5.5 MONITORES COMEN STAR8000E

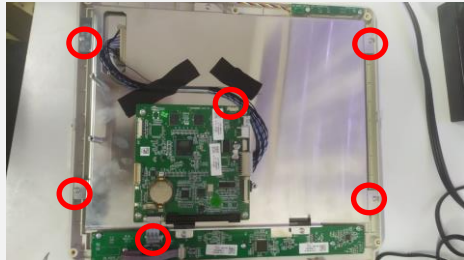
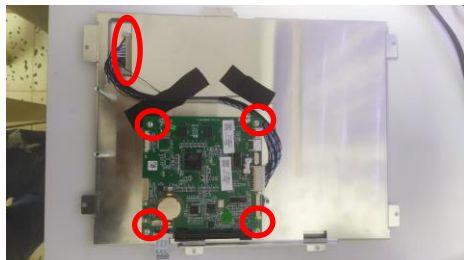
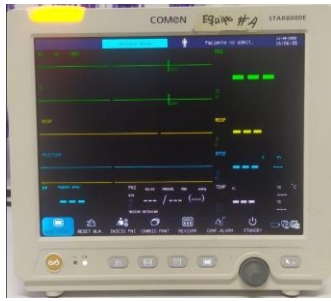
5.5.1 Protocolo para el cambio de pantalla

En este protocolo se encuentra el procedimiento para el cambio de pantalla del monitor COMEN STAR8000E.

Paso N°	Descripción	Imagen de referencia
1	Como primer paso es necesario retirar los 7 tornillos que ajustan la carcasa del cuerpo del equipo, con la carcasa de la pantalla, tres de estos están ubicados en la parte superior, uno en cada lateral en la parte inferior y dos por la parte de abajo del equipo.	

Figura 100 P.C. Monitor de signos I.R.1 (Autor)

		 Figura 101 P.C. Monitor de signos I.R.2 (Autor)
2	Una vez retirado los tornillos separe la carcasa con cuidado evitando partirlas, utilice un perillero delgado para las zonas que están muy pegadas y poderlas separar.	 Figura 102 P.C. Monitor de signos I.R.3 (Autor)
3	Posteriormente ubique la pantalla del equipo en la forma como se muestra en la imagen para evitar daños en la cinta flex y otros componentes.	 Figura 103 P.C. Monitor de signos I.R.4 (Autor)
4	Seguidamente baje el pin que asegura la cinta flex y desacóplela tirando hacia arriba desde sus dos extremos.	 Figura 104 P.C. Monitor de signos I.R.5 (Autor)

5	Una vez retirada la cinta flex desacople el conector de las luces indicadoras de alarma, la cinta flex que recibe datos de los pulsadores de manejo y retire los cuatro tornillos que ajustan la pantalla, después retire la pantalla que lleva acoplada la tarjeta.	 Figura 105 P.C. Monitor de signos I.R.6 (Autor)
6	Ya con la pantalla retirada de la carcasa desacople el conector de la placa electrónica que controla la pantalla, después los cuatro tornillos que están ajustándola, de esta manera queda totalmente libre la pantalla dañada, seguidamente ubique la placa electrónica a la pantalla nueva, conectando el acople a la nueva pantalla.	 Figura 106 P.C. Monitor de signos I.R.7 (Autor)
7	Posterior coloque la pantalla a la carcasa, ajuste los cuatros tornillos de la pantalla, el acople de las luces de indicaciones, la cinta flex de datos de los pulsadores y la cinta flex de datos de las variables monitoreadas, después arme el equipo acoplando las dos carcasa la de la pantalla y el cuerpo dele quipo, una vez ajustadas su carcasa ajuste los siete tornillos.	 Figura 107 P.C. Monitor de signos I.R.8 (Autor)
8	Una vez armado el equipo conéctelo al toma corriente y enciéndalo para observar el correcto cambio la pantalla.	 Figura 108 P.C. Monitor de signos I.R.9 (Autor)

9

Una vez encendido es necesario realizar pruebas de funcionamiento, para observar que las señales como los valores se observen correctamente. Para ello se puede iniciar ubicando el dedo índice en el sensor de saturación de oxígeno, el cual debe de medir en un valor de 90 a 100 SpO₂, también se debe observar su grafica pletism.

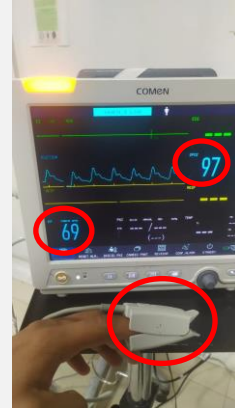


Figura 109 P.C. Monitor de signos I.R.10 (Autor)

10

Posterior a esto se realiza la prueba de tensión del cuerpo humano, para ello se conecta la manguera junto con el brazalete al equipo, posterior con el brazalete ajústelo un poco más arriba del brazo izquierdo, ya con el brazalete en el brazo es necesario pulsar la opción de tensión, y el equipo insuflara el brazalete a 160mmHg.



Figura 110 P.C. Monitor de signos I.R.11 (Autor)

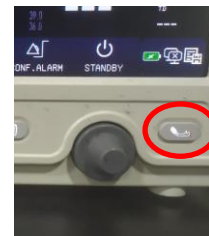
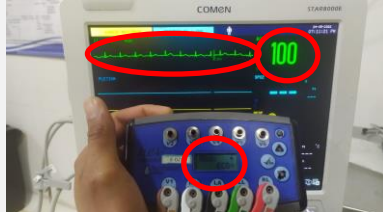


Figura 111 P.C. Monitor de signos I.R.12 (Autor)



Figura 112 P.C. Monitor de signos I.R.13 (Autor)

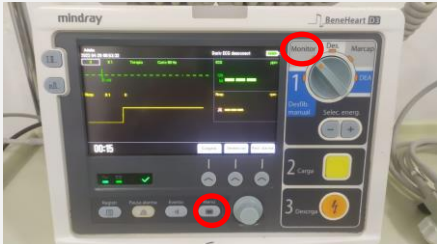
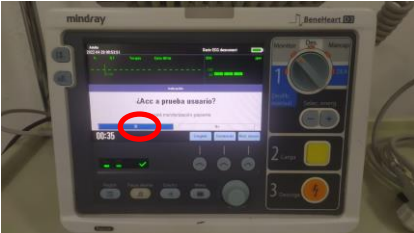
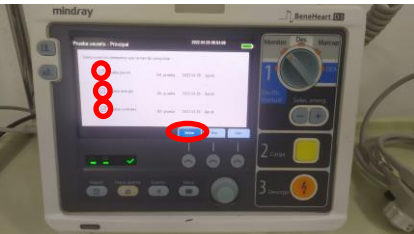
11	Una vez insuflado el brazalete el equipo empieza a censar las pulsaciones del brazo y se visualizara en la pantalla como disminuye los mmHg hasta llegar a cero una vez llegado a cero el equipo arroja en la pantalla el valor de la tensión.	
12	Seguidamente se realizará la prueba de las señales del cable ECG que monitorea los signos vitales, para ellos se conecta el cable al monitor y con ayuda de simulador de señales se conecta en las indicaciones correspondiente ejemplo el cable tiene marcado V1 y se ubica en la entrada del simulador V1 así mismo se debe realizar con los otros puertos.	
13	Una vez conectado el simulador se enciende y se configura para que opere en la opción de ECG, esto se realiza con ayuda de las flechas indicadoras del simulador, también configúrelo para que el ritmo cardiaco este en 100 pulsaciones por minuto. Terminada esta prueba se verifica que la pantalla quedo instalada correctamente y el equipo ya puede ser utilizado.	

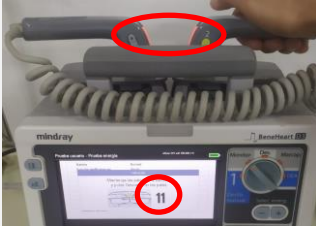
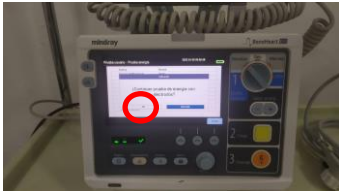
5.6 DESFIBRILADOR

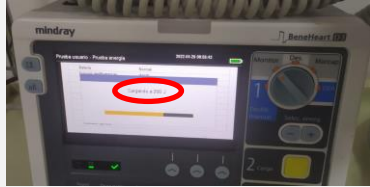
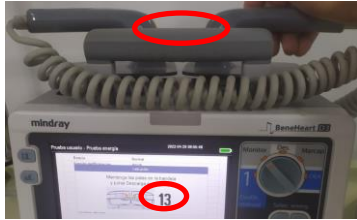
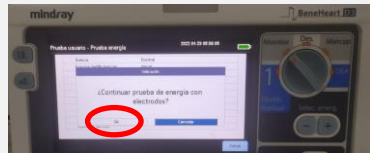
5.6.1 Protocolo para corregir el parpadeo del indicador de servicio del desfibrilador

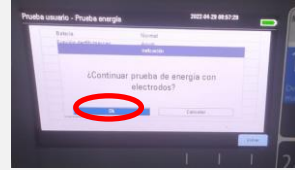
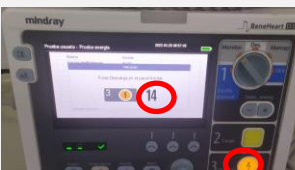
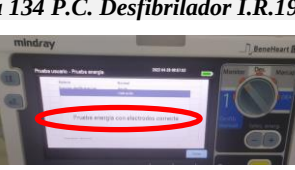
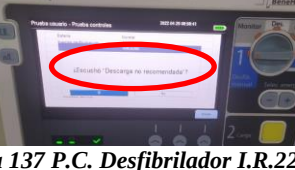
En este protocolo se describe como eliminar el parpadeo del indicador de servicio y mediante las pruebas de usuario.

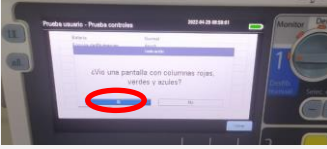
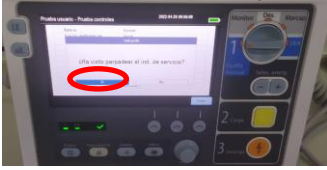
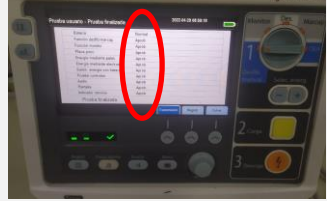
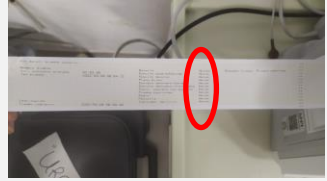
Paso N°	Descripción	Imagen de referencia
---------	-------------	----------------------

1	Como primer paso se debe asegurar que el equipo está conectado a corriente alterna, después encender el equipo ubicando su perilla en la opción de Monitor, posterior a esto se oprime la tecla menú, la cual arrojará diferentes opciones de configuraciones.	 Figura 116 P.C. Desfibrilador I.R.1 (Autor)
2	La opción que se debe de elegir es prueba de usuario, una vez seleccionada la prueba, se debe aceptar terminar la monitorización del paciente y seleccionar los diferentes elementos a comprobar los cuales son Prueba periódica, Prueba energía, Prueba controles, una vez seleccionado se oprimirá en la opción iniciar.	 Figura 117 P.C. Desfibrilador I.R.2 (Autor)  Figura 118 P.C. Desfibrilador I.R.3 (Autor)  Figura 119 P.C. Desfibrilador I.R.4 (Autor)
3	Seguidamente el desfibrilador nos dirige a la pantalla la cual inicia la prueba, pero antes se debe asegurar que las palas no tocan al paciente, para evitar al paciente, por lo tanto, hay que presionar Ok.,	 Figura 120 P.C. Desfibrilador I.R.5 (Autor)

4	Posterior se inicia la prueba, por la batería la cual debe arrojar Normal, después viene la prueba de función de Marcap que nos indica mantener las palas en el equipo y posterior a asegurarse que las palas estén en la bandeja del equipo y seguidamente esto presionar el pulsador de cargar. Una vez presionado el pulsador el equipo realizara una carga y descarga de 360J	 Figura 121 P.C. Desfibrilador I.R.6 (Autor)  Figura 122 P.C. Desfibrilador I.R.7 (Autor)
5	Una vez cargado el equipo es necesario ejecutar la descarga para eso se oprime los dos pulsadores que aparecen de color rojo al tiempo en cada una de las palas, esta descarga se puede generar durante un tiempo determinado el cual es 11 segundos.	 Figura 123 P.C. Desfibrilador I.R.8 (Autor)
6	Seguidamente el equipo notifica que la prueba de suministro de energía esta correcta, después el equipo pregunta si deseamos realizar la prueba con la batería, para esto se le oprime que Ok.	 Figura 124 P.C. Desfibrilador I.R.9 (Autor)
7	Posterior se inicia la prueba, por la batería, después nos indica mantener las palas en el equipo y posterior a asegurarse que las palas estén en la bandeja del equipo y seguidamente esto presionar el pulsador de cargar. Una vez presionado el pulsador el equipo realizara una carga y descarga de 200J	 Figura 125 P.C. Desfibrilador I.R.10 (Autor)

		 Figura 126 P.C. Desfibrilador I.R.11 (Autor)
8	Una vez cargado el equipo es necesario ejecutar la descarga para eso se oprime los dos pulsadores que aparecen de color rojo al tiempo en cada una de las palas, esta descarga se puede generar durante un tiempo determinado el cual es 13 segundos.	 Figura 127 P.C. Desfibrilador I.R.12 (Autor)
9	Seguidamente el equipo notifica que la prueba de suministro de energía esta correcta, después el equipo pregunta si deseamos realizar la prueba con los electrodos, para esto se le oprime que Ok	 Figura 128 P.C. Desfibrilador I.R.13 (Autor)
10	Posterior se debe retirar el conector de las palas y conectar el cable de los electrodos que son a 50ohm, para retirar el cable de las palas, gire hacia la derecha un poco y hale.	 Figura 129 P.C. Desfibrilador I.R.14 (Autor)  Figura 130 P.C. Desfibrilador I.R.15 (Autor)

11	Seguidamente el equipo nos pregunta si deseamos continuar con la prueba de energía con los electrodos, se le oprime Ok	 Figura 131 P.C. Desfibrilador I.R.16 (Autor)
12	Posterior el equipo solicita que se presione Carga en el panel frontal la cual es de un pulsador de color amarillo, una vez presionado el equipo se carga a 360J.	 Figura 132 P.C. Desfibrilador I.R.17 (Autor)  Figura 133 P.C. Desfibrilador I.R.18 (Autor)
13	Una vez cargado el equipo es necesario ejecutar la descarga para eso se oprime el pulsador naranjado en el panel de control, esta descarga se puede generar durante un tiempo determinado el cual es 14 segundos.	 Figura 134 P.C. Desfibrilador I.R.19 (Autor)
14	Terminada esta prueba el equipo muestra en pantalla que la prueba con electrodos ha sido correcta, aquí se termina la opción que se eligió al inicio la prueba de energía.	 Figura 135 P.C. Desfibrilador I.R.20 (Autor)
15	La siguiente prueba es la de controles, los cuales tiene que redireccionarlos como lo va marcando el desfibrilador, en cada punto ubicado correctamente el desfibrilador lo va marcando en verde.	 Figura 136 P.C. Desfibrilador I.R.21 (Autor)
16	Después del paso anterior el equipo emitirá la frase “Descarga no recomendada”, posterior pregunta si se escuchó la frase mencionada anteriormente.	 Figura 137 P.C. Desfibrilador I.R.22 (Autor)

17	Seguidamente el equipo mostrara en un tiempo de 10 segundos tres columnas, una de color azul, verde y roja, posterior pregunta si se observaron las pantallas, por lo tanto, se oprime sí.	 Figura 138 P.C. Desfibrilador I.R.23 (Autor)  Figura 139 P.C. Desfibrilador I.R.24 (Autor)
18	Como paso final parpadea nuevamente el indicador de servicio y el equipo pregunta si se ha visto parpadear, por lo tanto, se presiona sí.	 Figura 140 P.C. Desfibrilador I.R.25 (Autor)
19	Una vez terminada la prueba el equipo nos arroja los resultados de las pruebas finalizadas, para que el indicador del equipo no siga parpadeando, es necesario realizar la pruebas mencionada anteriormente cada 72 horas. Ya terminada la prueba se imprime el registro de las pruebas aceptadas, se apaga el equipo dejándolo en la opción Des. y queda listo para utilizarlo.	 Figura 141 P.C. Desfibrilador I.R.26 (Autor)  Figura 142 P.C. Desfibrilador I.R.27 (Autor)



6 CAPÍTULO VI. DISEÑO DE APLICACIÓN MOVIL

6.1 Síntesis

En este apartado se efectúa la explicación del software utilizado para el desarrollo de la aplicación móvil., como también podemos observar la explicación de los tres archivos principales del archivo del programa como lo es la lógica de programación Kotlin, los archivos Layout y Drawable. También se evidencia la aclaración para lograr navegar en la app y como operarla en las diferentes opciones que esta presenta.

6.2 Desarrollo de aplicación móvil

El desarrollo de la aplicación móvil fue implementada por medio del software Android Studio utilizando el lenguaje de programación Kotlin, en esta aplicación se puede encontrar diferentes funcionalidades las cuales favorecen al personal técnico, como también el personal médico, permitiendo generar formatos de mantenimiento, ordenes de trabajo, capacitaciones e inventarios y la función principal obtener protocolos de mantenimiento correctivos que ayuden a personal técnico a dar soluciones con diferentes problemas presentados.

6.3 Software de programación Android Studio

Android Studio es un software IDE, es un desarrollador de entorno integrado que permite programar aplicaciones móviles para dispositivos con un sistema operativo Android, este desarrollador esta fundamentado en IntelliJ IDEA de JetBrains, cuenta con un editor de código los cuales se componen en Kotlin y java. Este software es posible utilizarse en macOS, Microsoft Windows, Linux y Chrome OS.

La herramienta de Android Studio ofrece funcionalidades de compilación basados en Gradle, también incluye un emulador el cual permite probar las aplicaciones móviles dentro del software, no solamente es posible ejecutar la aplicación móvil en el software, también tiene la posibilidad de ejecutar la aplicación en móviles físicos, lo cual se realiza por medio de la activación de depuración del teléfono.

6.3.1 Lenguaje de programación Kotlin en Android Studio

El lenguaje de programación Kotlin es utilizado para el desarrollo de aplicaciones con sistema operativo Android, este lenguaje de programación fue diseñado en el 2011 por desarrolladores de la empresa JetBrains, se realizó con el objetivo de reemplazar en lenguaje de programación Java en Android Studio, este lenguaje de programación tiene un contexto similar a el lenguaje Scala. En el 2012 el lenguaje logro la meta de convertirse en un proyecto de código abierto que estuvo bajo la licencia de Apache, actualmente este lenguaje de programación es comparado con java para el desarrollo móvil.

La flexibilidad de este lenguaje es que permite una interoperabilidad con Java, permite al usuario operar con frameworks o librerías como React, Angular y JQuery. Es posible migrar un código java a kotlin, también este idioma de programación descarta los Npe (Null Pointer Exception) logrando con esto no asignar en valor que sea nulo a una variable independiente de su tipo.



6.3.2 Particularidades del lenguaje Kotlin en Android Studio

En este software es posible trabajar con variedades de frameworks, permitiendo integrar GitHub y sus plantillas de códigos, esto tiene como fin importar códigos en distintos lenguajes, como también compilar funciones de app. Una característica que aporta Android Studio es la integración con Google Cloud Platform, que permite relacionarse con esta plataforma para trabajar con Cloud Messaging y App Engine.

Incluye la herramienta que permite reconocer problemas de rendimiento, compatibilidad y usabilidad en diferentes versiones, no solo esto incorpora un emulador donde se puede integrar simulaciones de las aplicaciones móviles en un entorno unificado.

En el código de lógica que es diseñado en kotlin es posible declarar valores de forma VAL lo cual indica que esta variable siempre va manejar el mismo valor en el código, por lo tanto, es importante en el diseño que más adelante en el código no intentar cambiar su variable pre definida, para la opción de una variable que se necesita cambiar su valor se utiliza la declaración VAR.

Opera con diferentes funciones que se denominan anónimas y otras denominadas de orden superior, las funciones anónimas se reconocen por medio de sus salidas y entradas la cual da un resultado, en cambio las funciones de orden superior operan como entrada y argumento que va dirigida a otra función.

Trabaja con funciones anónimas y funciones de orden superior, las funciones anónimas son aquellas que podemos identificar mediante sus entradas o salidas (resultados), mientras que las funciones de orden superior son las que pueden optar por tomar como entrada o argumento otra función.

6.4 Diseño de la aplicación

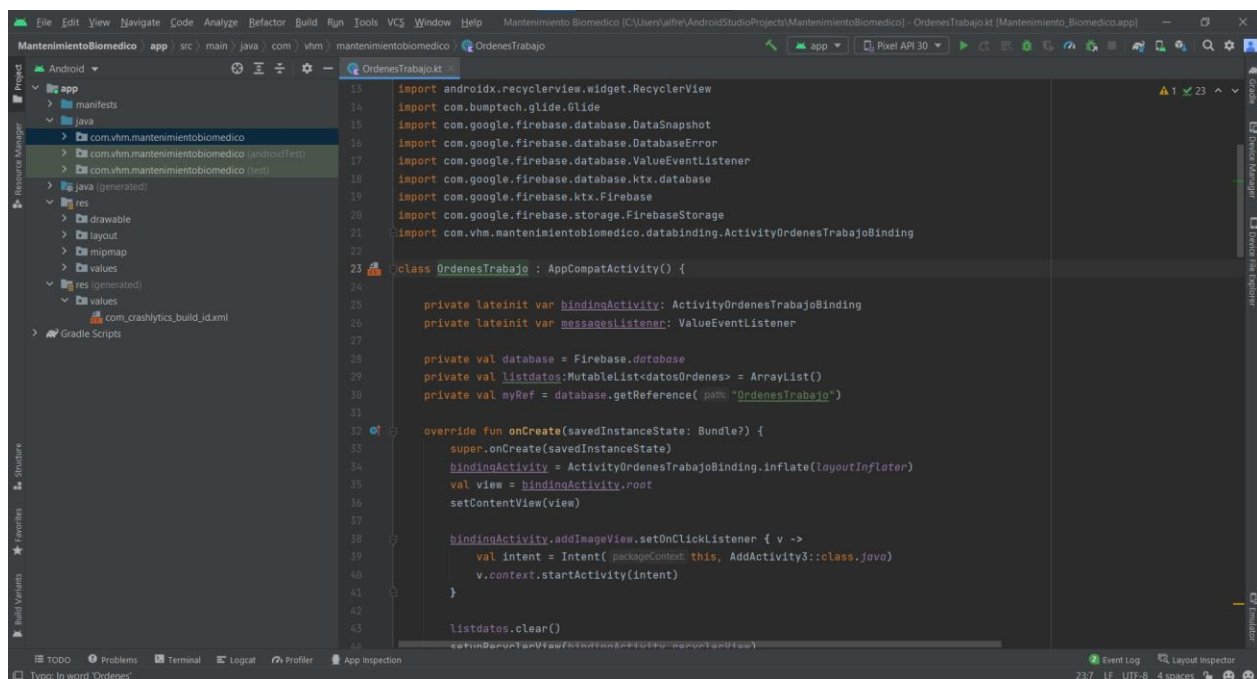
Para el diseño de la aplicación se tomó en cuenta diferentes aspectos que podría favorecer a la empresa y al hospital, es por ello que aparte del objetivo principal de incorporar protocolos de mantenimiento correctivos en la aplicación, se integro sistema de gestión de ordenes de mantenimiento, gestión de formatos de mantenimiento correctivos y preventivos, los protocolos para mantenimientos preventivos y correctivos entre otros ítems que se mostraran más adelante. Estos datos son almacenados a través de una base de datos llamada Firebase que brinda apoyo al almacenamiento de archivos que se operan por medio de Android Studio.

6.4.1 Código de programación lógica Kotlin

En la lógica de programación por medio de lenguaje kotlin se implementaron librerías necesarias para operar con la plataforma firebase, como también los recursos de glide, PdfView, binding, Layout, Recycler View. Con ayuda de estas librerías se logró generar listas de datos, como también referenciar el nombre de las carpetas generadas en firebase para su manipulación de datos. Con la ayuda de las librerías de binding se pudo relacionar la vista Layout con el código de programación en kotlin para poder operar imágenes o botones que se implementaron en la aplicación.

Utilizando la librería de Recycler View se pudo generar ítems visibles de los datos que se encuentran la nube, esta librería los va organizando cada vez que se agregue un ítem ya sea una orden de trabajo, un formato de mantenimiento o el registro de algún equipo en inventario en cualquiera de las dos áreas. Esto se logra también con ayuda de un adaptador que incorpora Android Studio el cual ayuda a adaptar el layout generado para el Recycler View.

Como la aplicación diseñada abarca diferentes opciones de manejo diferentes a los protocolos como se mencionó anteriormente, se desarrollaron múltiples códigos de lógica, es por ello que se mostrara una sección del código para evitar saturar el documento. A continuación, se observa el código utilizado para la visualización de protocolos de mantenimiento correctivo.



```

13 import androidx.recyclerview.widget.RecyclerView
14 import com.bumptech.glide.Glide
15 import com.google.firebase.database.DataSnapshot
16 import com.google.firebase.database.DatabaseError
17 import com.google.firebase.database.ValueEventListener
18 import com.google.firebase.database.ktx.database
19 import com.google.firebase.ktx.Firebase
20 import com.google.firebase.storage.FirebaseStorage
21 import com.vhm.mantenimientobiomedico.databinding.ActivityOrdenesTrabajoBinding
22
23 class OrdenesTrabajo : AppCompatActivity() {
24
25     private lateinit var bindingActivity: ActivityOrdenesTrabajoBinding
26     private lateinit var messagesListener: ValueEventListener
27
28     private val database = Firebase.database
29     private val listdatos: MutableList<datosOrdenes> = ArrayList()
30     private val myRef = database.getReference("path:OrdenesTrabajo")
31
32     override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
33         super.onCreate(savedInstanceState)
34         bindingActivity = ActivityOrdenesTrabajoBinding.inflate(layoutInflater)
35         val view = bindingActivity.root
36         setContentView(view)
37
38         bindingActivity.addImageView.setOnClickListener { v ->
39             val intent = Intent(packageContext, this, AddActivity3::class.java)
40             v.context.startActivity(intent)
41         }
42
43         listdatos.clear()
44     }

```

Figura 143 Código de lógica de programación Kotlin (Autor)

6.4.2 Código de desarrollo de interfaz del usuario - maquina Layout

En esta sección el desarrollo de la interfaz de usuario – maquina se desarrolló las pantallas que visualizara la persona al momento de navegar en la aplicación, en este archivo definido como .xml organiza las imágenes, textos, botones, que incorpora la aplicación, como también en él se puede asignar un nombre para cada uno de los componentes incorporados, esto con el fin de poder reconocerlos en el archivo de lógica de programación .Kt y poder relacionar los botones con el código de acciones a desarrollar la aplicación.

En este archivo se puede modificar, color, la letra y definirlos si desea que sean textos de visualización o textos los cuales son editados por el usuario. En el también es posible generar un ScrollView el cual se encarga de navegar en los diferentes botones, en caso de que se necesite desplegar hacia abajo o hacia arriba en la pantalla de navegación. A continuación, se observa el código el cual incorpora los botones, textos, textos editados, de la pantalla de registro de equipo.

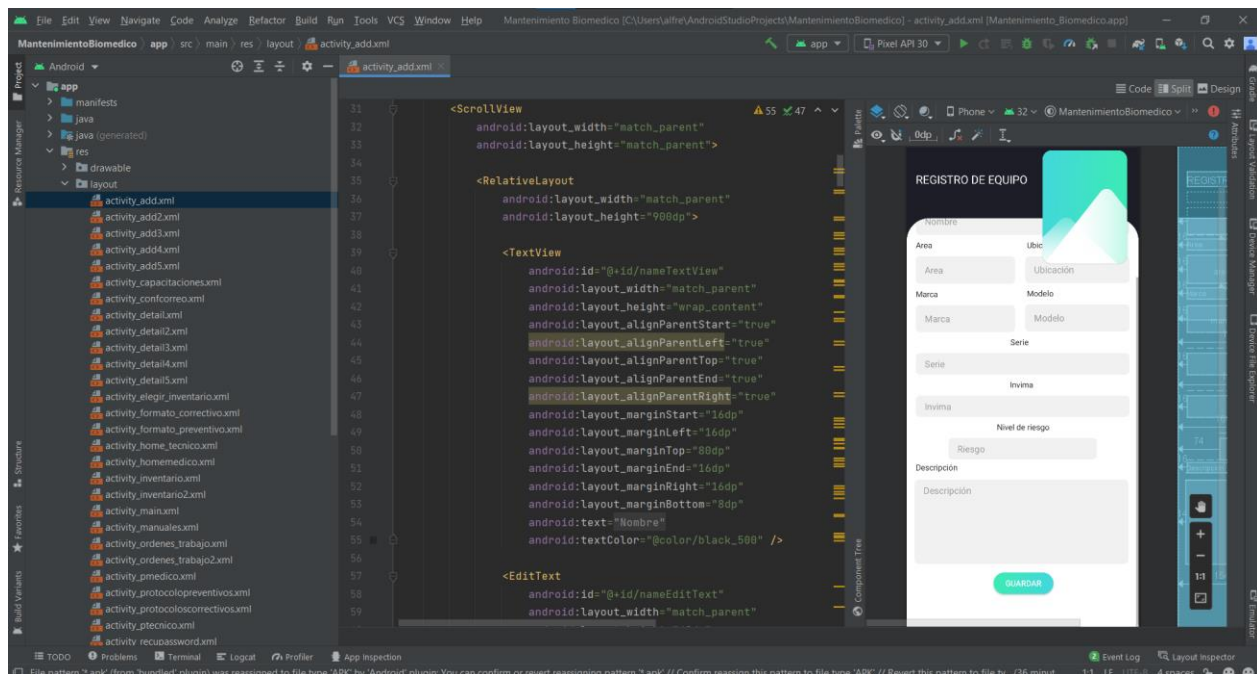


Figura 144 Código de desarrollo de interfaz del usuario (Autor)

6.4.3 Archivos de recursos Drawable

En este tipo de archivo se puede almacenar todas las imágenes necesarias, las cuales se van a utilizar en la aplicación, este archivo es solicitado por el Layout cuando se necesita mostrar la imagen requerida, esto lo hace por medio del nombre de la figura asignada en el archivo de drawable. En este archivo también se puede incorporar .xml que están configurados con imágenes y temas asignados por el desarrollador. A continuación, se muestra el código del splash screen que si visualiza en la aplicación al iniciar.

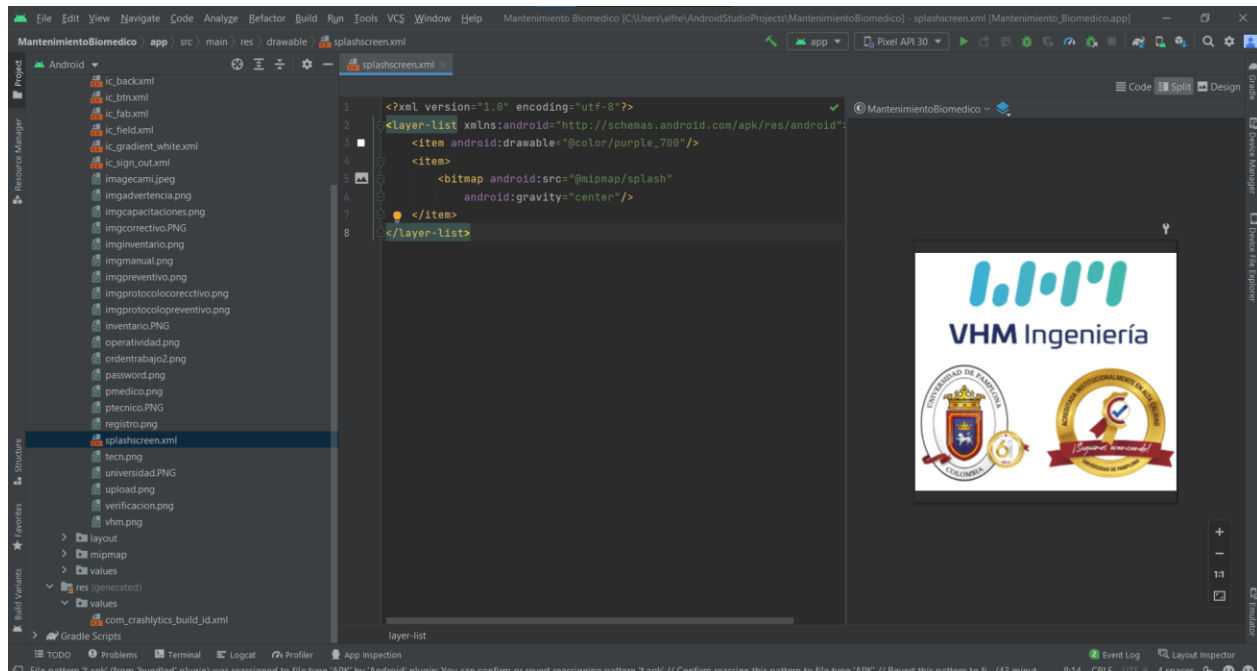


Figura 145 Archivos de recursos Drawable (Autor)

6.4.4 Almacenamiento de datos Firebase

El uso del almacenamiento de los datos en Firebase es implementado por medio de librerías en el build. Glide, con esta librería se puede comunicar la aplicación móvil con la base de datos de firebase, el usuario enviar ordenes de escritura a nuevos parámetros asignados por el usuario, como también solicita parámetros para la lectura.

Para la acceder a la base de datos en firebase es necesario ingresar con el nombre de la app que ya está relacionada con el sistema, en este caso es mantenimiento biomédico, al acceder a la plataforma de firebase encontramos distintas opciones para vincular a la aplicación, en este caso las plataforma que están vinculadas son Autenticación la cual me controla el inicio de sesión de los usuarios registrados, la base de datos en tiempo real para manejar el formato de mantenimientos e inventarios, y también el Storage el cual nos ayuda a almacenar imágenes y pdf generadas al momento de operar el programa.

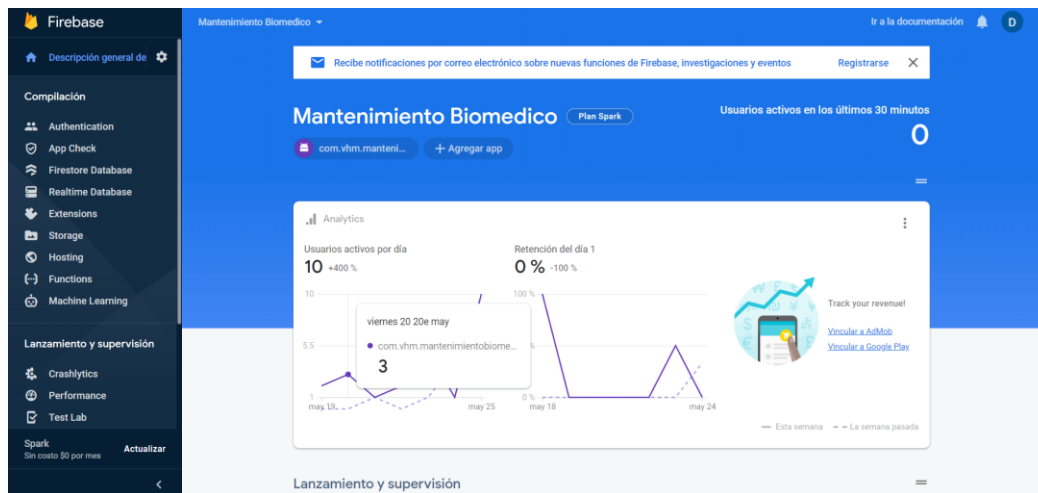


Figura 146 Portal de base de datos Firebase (Autor)

6.5 Navegación en la aplicación

6.5.1 Pantalla principal

En el inicio de la aplicación se encuentra con Splash Screen, el cual se visualiza el logo de la empresa Vhm ingeniería s.a.s y la Universidad de Pamplona, posterior a esto se visualizará a las dos opciones, una para el personal médico y la otra para el personal técnico, en esta pantalla también podemos encontrar quien es la empresa Vhm ingeniería s.a.s, la misión, visión, los contactos y los logos de la empresa, el hospital y la Universidad.



Figura 148 Pantalla de inicio para acceso de usuarios (Autor)

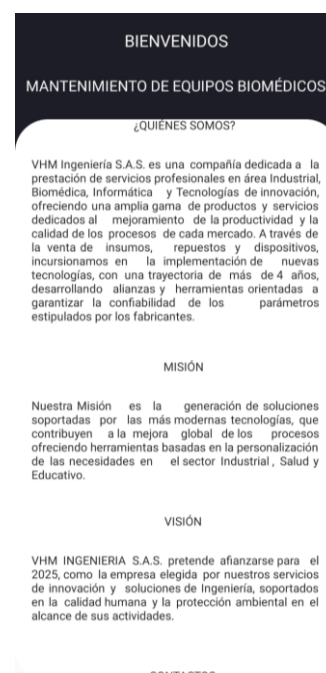


Figura 147 Pantalla de inicio misión y visión (Autor)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



6.5.2 Área del personal médico

Si es seleccionado el personal médico se solicitará la autenticación de usuario registrado permitiendo verificar que la persona a ingresar está registrada en la base de datos, de esta forma se puede proteger los datos del hospital, como también agregar y eliminar el personal deseado. En esta pantalla se observa que se debe de ingresar el correo con el cual le realizaron el registro y una opción de recordar contraseña en caso de que no se acuerde de esta. Se oprime el botón de cambiar contraseña la aplicación lo envía a una nueva pantalla el cual le solicita el correo para enviar los pasos para el cambio de su contraseña.

Una vez iniciada sesión el usuario se podrá encontrar con diferentes accesos, el primero es el de generar la orden de trabajo, el segundo es la operatividad de equipos biomédicos, el tercero, las advertencias de uso para los equipos biomédicos y el cuarto se contiene las capacitaciones, también se puede observar que se encuentra el botón de cambiar contraseña el cual lo redirecciona a la pantalla de recuperación de la cuenta.

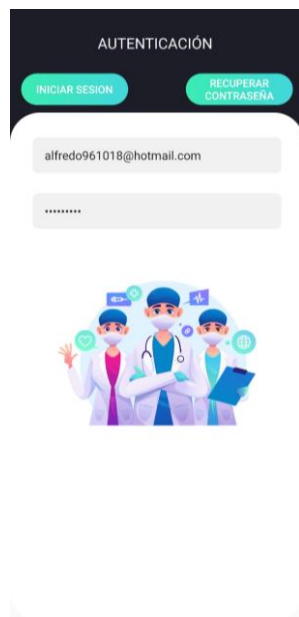


Figura 150 Pantalla de autenticación de personal médico (Autor)



Figura 149 Pantalla del área del personal médico (Autor)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

6.5.2.1 Generación de orden de trabajo

En la generación de trabajo, se puede observar que es posible agregar una nueva orden de trabajo oprimiendo el icono que aparece en la parte inferior, para agregar la orden solicita los siguientes datos, nombre del equipo, la fecha de reporte, la hora, el área, la ubicación del área, la marca, el modelo, la serie, la descripción de la solicitud, las observaciones de la solicitud, la persona por la cual es realizada y el correo de la empresa a enviar. Una vez se oprima el botón de guarda y reportar la aplicación le abre la opción para enviar lo escrito en el campo de solicitud de trabajo, por medio de un correo ya sea Gmail o Hotmail, una vez seleccionado el cualquiera de los dos pasa a la pestaña de enviar el correo con los campos llenos, solamente es necesario dar enviar al correo.

Una vez enviado el correo, el usuario se puede devolver hasta la pantalla de históricos de ordenes de trabajo y ahí podrá observar la orden generada, la fecha, el nombre del equipo, la marca y una pequeña imagen del equipo. Si el usuario desea observar los detalles de la orden de trabajo generada oprime sobre el registro guardado y encontrara los campos completos del reporte.



Figura 151 Registro de formato de orden de trabajo (Autor)

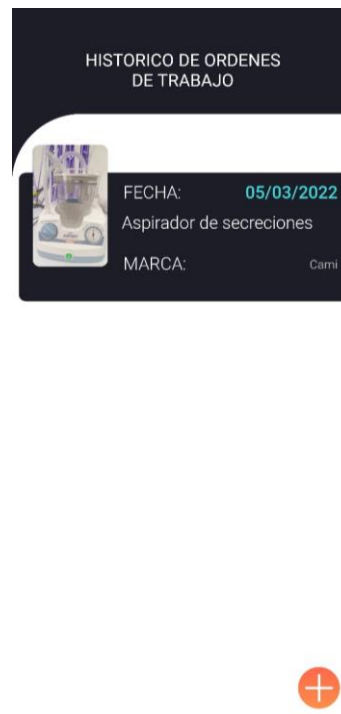


Figura 152 Histórico de ordenes de trabajo (Autor)

6.5.2.2 Operatividad de los equipos

En el acceso a operatividad de los equipos el aplicativo tiene guardado en su base de datos, un pdf el cual instruye a al personal médico que desconoce el uso de los equipos implementados en las áreas, en él se describe que son y para qué sirven los equipos que son utilizados, esto sirve como apoyo para fortalecer el conocimiento del personal que desconoce el funcionamiento de distintos equipos del área.



Figura 153 Opción de operatividad de equipos biomédicos. (Autor)



Figura 154 Pantalla de operatividad de equipos biomédicos. (Autor)

6.5.2.3 Advertencias de uso de los equipos

En el acceso a advertencia de uso de los equipos el aplicativo tiene guardado en su base de datos, un pdf que contiene advertencias de usos de los equipos los cuales están manejando, esto ayuda prevenir accidentes los cuales puedan afectar al personal médico y pacientes.



Figura 155 Opción de advertencia de equipos biomédicos (Autor)

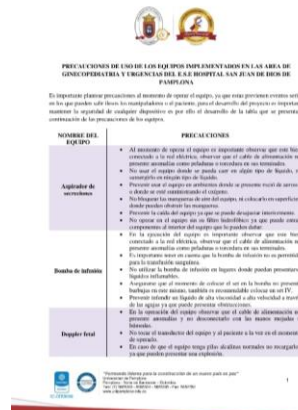


Figura 156 Pantalla de advertencia de uso de los equipos biomédicos

6.5.2.4 Capacitaciones

En el acceso a capacitaciones el aplicativo tiene guardado en su base de datos, un pdf el cual contiene capacitaciones en diferentes equipos biomédicos, esto se realiza con el fin de que el medico este actualizado con la tecnología que trabaja, para un mejor uso de los equipos.



Figura 157 Opción de capacitaciones (Autor)



Figura 158 Pantalla de capacitaciones (Autor)



6.5.3 Área del personal técnico

Si es seleccionado el personal técnico se solicitará la autenticación de usuario registrado permitiendo verificar que la persona a ingresar está registrada en la base de datos, de esta forma se puede proteger los datos del hospital, como también agregar y eliminar el personal deseado. En esta pantalla se observa que se debe de ingresar el correo con el cual le realizaron el registro y una opción de recordar contraseña en caso de que no se acuerde de esta. Si no recuerda la contraseña y se oprime el botón de olvidaste contraseña la aplicación lo envía a una nueva pantalla el cual le solicita el correo para enviar los pasos para el cambio de su contraseña.

Una vez iniciada sesión el usuario se podrá encontrar con diferentes accesos, el primero es ordenes de trabajo generadas, el segundo es generar un formato de mantenimiento correctivo, el tercero es generar un formato de mantenimiento preventivo, en el cuarto se encuentra los protocolos de mantenimiento correctivo, en el quinto se encuentran protocolos de mantenimiento preventivos, en el sexto se encuentra el inventario y finalmente en el séptimo se encuentra los manuales de usuario de los equipos biomédicos, también se puede observar que se encuentra el botón de cambiar contraseña el cual lo redirecciona a la pantalla de recuperación de la cuenta.



Figura 159 Pantalla de autenticación de personal técnico (Autor)



Figura 160 Pantalla del área del técnico (Autor)

6.5.3.1 Detalles de ordenes de trabajo notificadas

En este acceso solo se podrá observar los detalles de las ordenes de trabajo generadas por el personal médico, esto ayuda a que el personal técnico este notificado de que se gestionó una nueva orden de trabajo, con esto se puede agilizar y llevar control de los mantenimientos desarrollados.



Figura 161 Ordenes de trabajo personal técnico (Autor)

Figura 162 Detalles de ordenes de trabajo personal técnico (Autor)

6.5.3.2 Generar formatos de mantenimiento correctivo

En la generación de formatos de trabajo de mantenimiento correctivo, se puede observar que es posible agregar un nuevo formato oprimiendo el icono que aparece en la parte inferior, para agregar el formato solicita los siguientes datos, nombre del equipo, la fecha de reporte, el área, la ubicación del área, la marca, el modelo, la serie, el trabajo realizado, repuestos o insumos utilizados, la persona por la cual es ejecutado el mantenimiento. Una vez se oprima el botón de guarda el usuario se puede devolver hasta la pantalla de históricos de formatos de trabajo de mantenimiento correctivo y ahí podrá observar el formato generado, la fecha, el nombre del equipo, la marca y una pequeña imagen del equipo. Si el usuario desea observar los detalles de la orden de trabajo generada oprime sobre el registro guardado y encontrara los campos completos del reporte.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

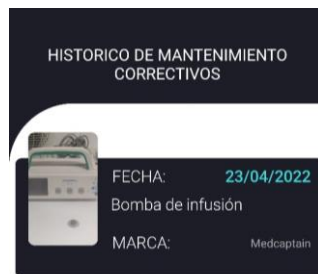


Figura 163 Histórico de mantenimiento correctivo (Autor)

Figura 164 Registro de formato de mantenimiento correctivo

6.5.3.3 Generar formatos de mantenimiento preventivo

En la generación de formatos de trabajo de mantenimiento preventivo, se puede observar que es posible agregar un nuevo formato oprimiendo el icono que aparece en la parte inferior, para agregar el formato solicita los siguientes datos, nombre del equipo, la fecha de reporte, el área, la ubicación del área, la marca, el modelo, la serie, el trabajo realizado, repuestos o insumos utilizados, la persona por la cual es ejecutado el mantenimiento. Una vez se oprima el botón de guarda el usuario se puede devolver hasta la pantalla de históricos de formatos de trabajo de mantenimiento preventivo y ahí podrá observar el formato generado, la fecha, el nombre del equipo, la marca y una pequeña imagen del equipo. Si el usuario desea observar los detalles de la orden de trabajo generada oprime sobre el registro guardado y encontrara los campos completos del reporte.



HISTORICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: 15/05/2022

Oxímetro

MARCA: Edan

REGISTRO DEL FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nombre: Oxímetro

Fecha: 15/05/2022

Area: Urgencias

Ubicación: Est. Enfermería

Marca: Edan

Modelo: H100B

Serie: M19305410035

TRABAJO REALIZADO

- *Limpieza integral externa del equipo
- *verificación del funcionamiento del equipo en todos los modos de operación
- *inspección de botones de control y display de visualización
- *inspección de sensor de dedo adulto.
- *inspecciones del entorno como humedad y temperatura



Figura 166 Histórico de mantenimiento preventivo (Autor)

Figura 165 registro del formato de mantenimiento preventivo

6.5.3.4 Protocolos de mantenimiento correctivos

En este acceso se podrá encontrar una lista de protocolos de mantenimiento correctivos, los cuales pueden ser utilizados por los técnicos en caso de que se presente a alguna falla de estas, esto promueve la calidad de trabajo del técnico ya que lo previene a realizar acciones no debidas y que pueda dañar el equipo, para esto se desarrollaron paso a paso cada protocolo.

PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVOS

Aspirador de secreciones Cami - Protocolo para el cambio del filtro obstruido.pdf

Bomba Infusión Medcaptain Hp 60 - Protocolo para calibración consumible del equipo solucionando el error 206.pdf

Bomba Infusión Medcaptain Hp 60 - Protocolo para configuración de marca de operación del equipo..pdf

Bomba Infusión Medcaptain Hp 60 - Protocolo para el diagnóstico y cambio de la batería interna.pdf

Bomba Infusión Medcaptain Hp 60 - Protocolo para el diagnóstico y cambio de pantalla táctil.pdf

Bomba Infusión Medcaptain Hp 60 - Protocolo para la inspección y calibración del sistema mecánico de la puerta.pdf

Bomba Infusión Medcaptain Hp 60 - Protocolo para reseteo interno del equipo y solución del error 205.pdf

Bomba Infusión Medcaptain SYS-6010 - Protocolo para la solución Error Com Drive.pdf

Equipo de órganos 767-Series - Protocolo para el cambio de diodos rectificadores.pdf

Equipo de órganos 767-Series - Protocolo para el cambio de transformador del equipo.pdf

PROTOCOLO PARA EL CAMBIO DEL FILTRO OBSTRUIDO

Este protocolo se complementa la solución cuando el aspirador de secreciones de marca Cami no funciona.

Paso No	Descripción	Imagen
1	Conectar el cable para conectar el aspirador al sistema de succión y verificar el funcionamiento del mismo.	
2	Verificar que la presión hacia la cámara del filtro sea la correcta, para esto se debe verificar el nivel de líquido en la cámara.	
3	Se debe de que el líquido de la cámara sea el correcto y se debe de verificar el nivel de líquido en la cámara.	
4	Procedimiento para cambiar el filtro de succión, para esto se debe de verificar el nivel de líquido en la cámara.	

Figura 167 Protocolos de mantenimiento correctivo (Autor)

Figura 168 Protocolo de aspirador de secreciones (Autor)



SC-CER96940

“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
 www.unipamplona.edu.co



6.5.3.5 Protocolos de mantenimiento preventivos

En este acceso se podrá encontrar un pdf con protocolos de mantenimiento preventivo que son estipulados por la empresa VHM ingeniería, estos protocolos son empleados solamente para el área de Ginecopediatria y urgencias, en ellos se encuentran los pasos a realizar para el desarrollo de un buen mantenimiento preventivo.



Figura 170 *Protocolos de mantenimiento preventivo (Autor)*



Figura 169 *Pantalla de protocolos de mantenimiento preventivo de Ginecopediatria y Urgencias (Autor)*

6.5.3.6 Inventario

En este acceso se puede encontrar las opciones de inventario del área de Ginecopediatria y urgencias, también se puede visualizar las hojas de vida de los equipos empleados en estas dos áreas, de esta manera el técnico podrá obtener datos de cuáles son los equipos que se encuentran en cada área y su ubicación.

6.5.3.6.1 Inventario del area Ginecopediatria

En el registro de inventario del área de Ginecopediatria, se puede observar que es posible agregar un nuevo registro oprimiendo el icono que aparece en la parte inferior, para agregar el registro solicita los siguientes datos, nombre del equipo, el área, la ubicación del área, la marca, el modelo, la serie, numero de Invima, nivel de riesgo y descripción. Una vez se oprima el botón de guarda el usuario se puede devolver hasta la pantalla de lista de equipos del área de Ginecopediatria y ahí podrá observar el registro generado, la marca, el nombre, la serie y una pequeña imagen del equipo. Si el usuario desea observar los detalles del registro oprime sobre el registro guardado y encontrara los campos completos del registro.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Figura 172 Opción de elegir inventario de Ginecopediatría (Autor)



Figura 171 Pantalla de registro del equipo al inventario (Autor)

6.5.3.6.2 Hojas de vida de equipos área de Ginecopediatría

En el acceso a hoja de vida de equipos del área de Ginecopediatría el aplicativo tiene guardado en su base de datos, un pdf el cual contiene todas las hojas de vida de los equipos que emplean esta área, por lo tanto, al oprimir el botón el aplicativo lo redirecciona al archivo lográndose visualizar todas las hojas de vida de los equipos del área de Ginecopediatría.



Figura 173 Opción de elegir hojas de vida Ginecopediatría (Autor)



Figura 174 Pantalla de hojas de vida de Ginecopediatría (Autor)

6.5.3.6.3 Inventario del área de Urgencias

En el registro de inventario del área de urgencias, se puede observar que es posible agregar un nuevo registro oprimiendo el icono que aparece en la parte inferior, para agregar el registro solicita los siguientes datos, nombre del equipo, el área, la ubicación del área, la marca, el modelo, la serie, numero de Invima, nivel de riesgo y descripción. Una vez se oprima el botón de guarda el usuario se puede devolver hasta la pantalla de lista de equipos del área de urgencias y ahí podrá observar el registro generado, la marca, el nombre del equipo, la serie y una pequeña imagen del equipo. Si el usuario desea observar los detalles del registro del equipo oprime sobre el registro guardado y encontrara los campos completos del registro.



Figura 176 Pantalla de registro del equipo al inventario de urgencias (Autor)

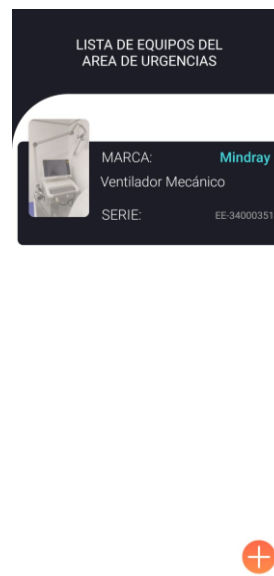


Figura 175 Lista de equipos de inventario del área de urgencias (Autor)

6.5.3.6.4 Hojas de vida de equipos área de Urgencias

En el acceso a hoja de vida de equipos del área de Urgencias el aplicativo tiene guardado en su base de datos, un pdf el cual contiene todas las hojas de vida de los equipos que emplean esta área, por lo tanto, al oprimir el botón el aplicativo lo redirecciona al archivo lográndose visualizar todas las hojas de vida.



Figura 178 Opción de elegir hojas de vida Urgencias (Autor)



Figura 177 Pantalla de hojas de vida de Urgencias (Autor)

6.5.3.7 Manuales de usuario

En este acceso se puede encontrar diferentes manuales de los equipos implementados en las dos áreas, esto permite al técnico tener a la mano el manual requerido en cualquier situación que se le presente.



Figura 179 Manuales de usuario de los equipos empleados en el área de Ginecopediatría y Urgencias (Autor)



Figura 180 Manual de usuario bomba de infusión (Autor)



7 CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- El área de mantenimiento en el sector de la salud es un área de mucho cuidado ya que en ella se depende un correcto funcionamiento de los equipos biomédicos, los cuales están incluidos equipos que son destinados para el mantenimiento de la vida, es por ello que el desarrollo de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos biomédicos deben ser de calidad y seguridad, esto permite que el centro hospitalario preste servicios médicos adecuados.
- Al ejecutar un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo de un equipo biomédico, es importante estudiar la operatividad del equipo antes del desarrollo del mantenimiento, como también saber su marca, su modelo, sus características de operación, esto permite conocer a fondo con el dispositivo que va a trabajar, conociendo sus precauciones de manejo o sus diferentes modos en los que puede operar el equipo, de esta manera es más confiable desarrollar un mantenimiento ya que se comprende detalladamente el dispositivo.
- Analizando el estudio de los equipos implementados en el área de Ginecopediatria y urgencias, en este se comprendió el trabajo de cada uno de ellos como también sus características principales, conociendo que en distintos equipos médicos se encuentran diferentes usos ya sea médico, apoyo o tratamiento de la vida.
- Se comprendió que en las áreas operan diferentes dispositivos en distintos modos de trabajo ya sean eléctricos, electrónicos y mecánicos, debido a la forma en que trabajan es necesario tener en cuenta las precauciones antes de utilizar un equipo biomédico, es por ello que se estudió el nivel y tipos de riesgo, ya que estos van ligados según su funcionalidad que abarca desde la clase IIB indicando un tipo de riesgo alto, con este análisis se desarrolló una tabla de precauciones de uso, una de las advertencias importantes es la de utilizar los equipos en áreas de líquidos inflamables.
- El desarrollo de la rutina diaria para el monitoreo de los equipos biomédicos, realizó un gran aporte para lograr identificar fallas acumulativas durante el mes en el área de Ginecopediatria y urgencias, paralelo a estas rutinas se desarrollaron inspecciones a los equipos donde se analizó que en ocasiones los equipos de bomba de infusión presentan excesivo ruido por saturación de trabajo, como también el recalentamiento de estas, con esta información recopilada de las acciones realizadas se pudo comprender qué tipo de fallas podrían estar ligadas a los equipos identificados, ya sean fallas progresivas o sistemáticas.
- La ejecución de los mantenimientos preventivos y correctivos que se desarrollaron durante la práctica fueron satisfactorios. La ejecución de los mantenimientos preventivos fue posible programar y desarrollar en una fecha estipulada, estos se desarrollaron con diferentes listas de chequeo estandarizadas, diseñadas por ingenieros de la empresa, cuyas revisiones incluyen acciones que abarcan no solamente el área de Ginecopediatria y urgencias, sino también todos los servicios como rayos X, medicina interna entre otros. La ejecución de mantenimientos correctivos desarrollados se logró correctamente ya que se pudo obtener a la mayoría de repuestos solicitados.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



para la reparación de los equipos, esto permitió dar soluciones sin retrasos y contribuyo para el desarrollo de los protocolos.

- El desarrollo de mantenimientos correctivos permitió generar diferentes protocolos los cuales se desarrollaron paso a paso, esto tiene como beneficio poder reparar un equipo mediante una lista de chequeo, la cual contiene acciones a realizar como mediciones, precauciones, antes de desarmar un equipo, de esta forma se puede prevenir un mal mantenimiento correctivo y ayuda a aumentar una calidad de trabajo.
- Gracias al desarrollo del aplicativo móvil, se favorece el personal técnico, como también el personal médico, ya que esta implementa las opciones generar ordenes de trabajo, formatos de mantenimiento correctivos y preventivos y más importante los protocolos de mantenimiento correctivo, con estos protocolos de manera virtual el técnico podrá acceder a ellos en cualquier lugar, lo que ayuda a tener información de cada equipo sin necesidad de estar usando un computador.

7.2 Recomendaciones

- Para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos de equipos biomédicos es recomendable, estudiar el equipo en sus diferentes modos de operación, también es recomendable estudiar su manual de usuario para realizar un buen uso del equipo.
- En la realización de los mantenimientos es recomendable irlos desarrollando mediante los protocolos de la empresa, esto ayuda a prevenir acciones erróneas que puedan afectar el equipo durante el mantenimiento o a un mal mantenimiento realizado.
- Se recomienda que una vez realizado los mantenimientos correctivos y preventivos es necesario llenar el formato de cada uno de ellos, para especificar el trabajo realizado y las observaciones del mantenimiento, esto ayuda a generar y organizar un histórico de mantenimientos los cuales se podrán beneficiar a futuro.
- Es importante estar actualizados de equipos biomédicos nuevos que se empleen en distintas de las áreas, esto ayuda a orientar al personal médico para una mejor manipulación de los equipos.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Arenas, J. (2022). Obtenido de VHM Ingeniería S.A.S.
- [2]. Glave, G. G. (2010). Ingeniería Biomédica. Revista ciencia y cultura, 2-10
- [3]. Ministerio de la protección social. (2005). *Decreto Numero 4725 de 2005*. Recuperado el 25 marzo del 2022, de Decreto Numero 4725 de 2005: https://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf
- [4]. Organización panamericana de la salud OPS. (2021). *Dispositivos médicos*. Recuperado el 25 marzo del 2022, de Dispositivos médicos: <https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>
- [5]. Organización mundial de la salud OMS. (2021). *Dispositivos médicos*. Recuperado el 25 de marzo de 2022, de Dispositivos médicos: <https://www.paho.org/es/temas/dispositivos-medicos>
- [6]. Ministerio de Salud. (2022). *Dispositivos médicos y equipos biomédicos*. Recuperado el 25 de marzo de 2022, de Dispositivos médicos y equipos biomédicos: <https://www.minsalud.gov.co/salud/MT/Paginas/dispositivos-medicos-equipos-biomedicos.aspx>
- [7]. Instituto de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2022). *Dispositivos médicos y equipos biomédicos*. Recuperado el 25 de marzo de 2022, de Dispositivos médicos y equipos biomédicos: <https://www.invima.gov.co/dispositivos-medicos-y-equipos-biomedicos>
- [8]. Hernández. (2012). Normatividad Internacional de los Dispositivos Médicos. págs.1-3.
- [9]. Propymes. (2014). Ingeniería de mantenimiento - análisis de fallas. *Programa gestión de mantenimiento*. Obtenido de <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/modulo-iv-ingenieria-de-mantenimiento-a.-de-Fallas.pdf>
- [10]. Vidal, F. (18 de 05 de 2021). stelorder. Obtenido de <https://www.stelorder.com/>
- [11]. Aner. (28 de 09 de 2020). Aner. Obtenido de <https://www.aner.com/>
- [12]. Quintero. (01 de 03 de 2016). Ingeniería Biomédica. Obtenido de <https://www.ingbiomedica.com/>
- [13]. Hijazi (2020). Mantenimiento y reparación de dispositivos médicos. En Manual de ingeniería clínica (segunda edición) (págs. 219-221). Estados Unidos.
- [14]. Bupe Mwanza (2015). Una evaluación de la efectividad de las prácticas de mantenimiento de equipos en hospitales públicos. En *Procedia Manufacturing* (págs. 307-314). Johannesburgo, Sudáfrica.
- [15]. Andritoi D., Luca C., Corciova C., Ciorap R. (2019) El uso de la termografía como elemento de predicción en el mantenimiento de equipos médicos. En: Vlad S., Roman N. (eds) 6ª Conferencia Internacional sobre Avances en Medicina y Atención de la Salud a través de la Tecnología; 17–20 de octubre de 2018, Cluj-Napoca, Rumanía. *Procedimientos de IFMBE*, vol 71. Springer, Singapur. https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-981-13-6207-1_12
- [16]. Flewwelling (2014). El uso de informes de fallas de equipos médicos para identificar fallas de diseño latentes. *Revista de informática biomédica*, 80-85.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



- [17]. Lopez, J. E. (19 de 12 de 2019). Gestión de mantenimientos de equipos biomédicos con la empresa VHM INGENIERÍA S.A.S. en la empresa social del estado hospital regional norte. págs. 10-34.
- [18]. Silva “Desarrollo de un software predictor para determinar la periodicidad del mantenimiento preventivo de los monitores de pacientes en la unidad de cuidados intensivos de una institución de salud,” 2021 2nd Conferencia de Ciudades Sostenibles de América Latina (SCLA), 2021, págs. 1-5, doi: 10.1109/SCLA53004.2021.9540072.
- [19]. Barrera Saavedra (2020) Requerimientos de Gestión de Mantenimiento en Tecnología Médica. En: González Díaz C. et al. (eds) VIII Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica y XLII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica. CLAIB 2019. Actas de IFMBE, vol 75. Springer, Cham. https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-030-30648-9_186
- [20]. Olaya Mira (2020) Desarrollo de un Protocolo para la Evaluación del Comportamiento Mecánico de una Prótesis Transtibial por Termografía Infrarroja. En: González Díaz C. et al. (eds) VIII Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica y XLII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica. CLAIB 2019. Actas de IFMBE, vol 75. Springer, Cham. https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-030-30648-9_106
- [21]. Borja (2020) Pulsómetro para deportistas en actividad. En: González Díaz C. et al. (eds) VIII Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica y XLII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica. CLAIB 2019. Actas de IFMBE, vol 75. Springer, Cham. https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-030-30648-9_64



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co