

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Electrónica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Informe de suficiencia profesional como técnico
biomédico en M2TEK S. A. C. (empresa de servicio
técnico para equipos biomédicos)**

Jose Guillermo Araujo Alvarado

Para optar el Título Profesional
de Ingeniero Electrónico

Lima, 2024

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado con mucho cariño para mi padre y mi madre, quienes con mucho amor siempre se esforzaron por darme lo necesario para poder cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, salud y por todas las bendiciones a lo largo de mi camino. Asimismo, agradezco a mis padres Guillermo Araujo y Carmela Alvarado que siempre me estuvieron apoyando de forma incansable e incondicional. También, agradezco a mis hermanos por sus consejos y por acompañarme en cada paso de mi vida. A todas las personas que me apoyaron desde mi formación y ayudaron a que este trabajo pueda ser posible, muchas gracias.

RESUMEN EJECUTIVO

El informe de suficiencia profesional tiene por objetivo exponer la experiencia como técnico biomédico durante la participación en diferentes proyectos de la empresa M2tek en el periodo 2020 a 2021, asimismo se presenta una aplicación móvil de consulta denominado IINFOBIOD, que tiene como propósito reducir el error humano y mejorar la calidad del servicio. Para ello, durante los trabajos profesionales se empleó la metodología del Ciclo de Deming, debido a la variedad de herramientas para el análisis, planeación, verificación y mejora continua en el servicio de mantenimiento, y para el desarrollo la aplicación móvil de consulta se empleó la metodología ágil Scrum. La aplicación móvil de consulta presenta los módulos de evaluación y diagnóstico, mantenimiento preventivo, pruebas de operatividad, y herramientas por equipo con el fin de reducir el error humano y mejorar la calidad del servicio que se realiza a los equipos biomédicos. Como conclusión, se presentaron las actividades que se realizan dentro de la empresa M2tek dentro del puesto de técnico biomédico mediante la exposición de mantenimiento preventivo de respiradores artificiales.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, metodología Scrum, técnico biomédico y respirador artificial.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	v
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	14
2.1 DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN.....	14
2.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES DE LA EMPRESA.....	14
2.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	15
2.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	15
2.2.3 INSTALACIÓN DE EQUIPOS MEDICOS.....	15
2.2.4 CAPACITACIONES USUARIAS Y TÉCNICAS	15
2.2.5 VENTA DE REPUESTOS.....	16
2.3 RESEÑA HISTÓRICA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	16
2.4 ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	16
2.5 VISION Y MISION.....	17
2.5.1 Misión	17
2.5.2 Visión.....	17
2.6 . BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS.....	17
2.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	19
2.8 DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER EN LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA	20

CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	22
3.1 ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	22
3.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL	23
3.3 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	25
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	27
3.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	28
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.....	30
4.1 BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS.....	30
4.1.1 Ventilación y mecánica respiratoria	30
4.1.2 Ventilación mecánica artificial.....	31
4.1.3 Mantenimiento de equipos médicos	35
4.1.4 Confiabilidad humana en los trabajos de mantenimiento	36
4.1.5 Aplicación móvil.....	36
4.1.6 Ingeniería de <i>software</i>	37
4.1.7 Metodología Scrum	37
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	39
5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES	39
5.1.1 Enfoque de las actividades profesionales.....	39
5.1.2 Alcance de las actividades profesionales	39
5.1.3 Entregables de las actividades profesionales.....	41
5.1.4 Proyecto de mejora para la actividad profesional	42
5.2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	43
5.2.1 Metodologías	43
5.2.2 Técnicas	45
5.2.3 Instrumentos.....	46

5.2.4	Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	49
5.3	EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	50
5.3.1	Cronograma de actividades realizadas.....	50
5.3.2	Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.	50
5.4	MANTENIMIENTO DE RESPIRADOR ARTIFICIAL	52
5.4.1	Conceptos del mantenimiento preventivo.....	52
5.4.2	Gestión administrativa en el mantenimiento	52
5.4.3	Inspección periódica y mantenimiento preventivo	53
5.4.4	Actividades durante el mantenimiento del ventilador Event Medical Evolution E3	54
5.5	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE <i>SOFTWARE</i>	57
5.5.1	Análisis de costos.....	57
5.5.2	Análisis de planeación	57
5.5.3	Fase de análisis.....	58
5.5.4	Fase de diseño	67
5.5.5	Fase de desarrollo.....	72
5.5.1	Fase de prueba	78
5.5.1	Fase de despliegue	80
CAPÍTULO V: RESULTADOS		81
6.1	RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	81
6.2	LOGROS ALCANZADOS.....	81
6.3	DIFICULTADES ENCONTRADAS.....	82
6.4	PLANTEAMIENTO DE MEJORAS.....	83
6.4.1	Metodologías propuestas	83
6.4.2	Descripción de la implementación	83
6.5	APORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN.....	83
CONCLUSIONES		85

RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logo de la empresa	14
Figura 2. Organigrama de la empresa.....	17
Figura 3. Información general de la empresa.....	18
Figura 4. Historial de trabajadores en el 2021.....	19
Figura 5. Descripción del representante legal	19
Figura 6. Simulador de Signos vitales 1	47
Figura 7. Simulador de Signos vitales 2.....	47
Figura 8. Simulador de saturación SPO2.....	47
Figura 9. Analizador de flujos por hilo caliente.....	48
Figura 10. Analizador de seguridad eléctrica	48
Figura 11. Analizador de oxígeno.....	48
Figura 12. Descripción del representante legal	60
Figura 13. Capas del aplicativo móvil.....	60
Figura 14. Diccionario de datos de falla	61
Figura 15. Diccionario de datos de herramienta.....	61
Figura 16. Diccionario de datos de marca.....	62
Figura 17. Diccionario de datos de modelo	62
Figura 18. Diccionario de datos de modelo	62
Figura 19. Diccionario de datos de falla	63
Figura 20. Diccionario de datos de herramienta.....	63
Figura 21. Diccionario de datos de marca.....	63
Figura 22. Diccionario de datos de modelo	64
Figura 23. Diccionario de datos de accesorio	64
Figura 24. Diccionario de datos de herramienta.....	64
Figura 25. Diccionario de datos de instrumento	65
Figura 26. Diccionario de datos de prueba.....	65
Figura 27. Diccionario de datos de accesos.....	65
Figura 28. Diccionario de datos de usuarios	66
Figura 29. Diccionario de datos de problema.....	66
Figura 30. Diccionario de datos de tiempo	66
Figura 31. Desarrollo de logín de autenticación de usuario.....	73
Figura 32. Desarrollo del módulo de inicio	74

Figura 33. Desarrollo del módulo de evaluación y diagnóstico	75
Figura 34. Desarrollo del módulo de mantenimiento preventivo	76
Figura 35. Desarrollo del módulo de pruebas de operatividad	77
Figura 36. Desarrollo del módulo de herramientas por equipo.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en tipos de mantenimiento	56
Tabla 2. Costo total del proyecto.....	57
Tabla 3. Product Backlog	58
Tabla 4. Pila de Sprint.....	59
Tabla 5. Historia de Logín	67
Tabla 6. Historia de inicio	68
Tabla 7. Historia de evaluación y diagnóstico	69
Tabla 8. Historia de mantenimiento preventivo	70
Tabla 9. Historia de pruebas de operatividad.....	71
Tabla 10. Historia de herramientas por equipo	72
Tabla 11. Pruebas realizadas.....	79

INTRODUCCIÓN

Los equipos biomédicos juegan un rol muy importante en el sistema de salud, puesto que contribuyen en mantener, aliviar, recuperar y alargar la salud de las personas como, por ejemplo, los respiradores artificiales y los pulsioxímetros durante la crisis sanitaria del Covid-19 fueron los que dieron soporte a las personas internadas durante el estado de emergencia, siendo tal su importancia que se hizo conocido y se valoró su operatividad dentro del sistema de salud en la unidad de cuidados intensivos a las que personas graves de salud ingresaron a causa del virus.

El uso de los equipos mencionados se encuentra en entidades de salud estatales y privadas, quienes, ante el aumento de la demanda por el uso de estos equipos biomédicos, tuvieron la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo, por lo que se identificó una variedad de fallas, siendo en menor proporción la cantidad de fallas en entidades privadas que públicas, pero se registró las acciones realizadas según el diagnóstico identificado a fin de mejorar el tiempo de diagnóstico.

Si bien es cierto que, a pesar que los respiradores artificiales cuentan en la actualidad con mejor tecnología, las probabilidades de fallas en los equipos siempre son latentes. A pesar de ello, ante una falla se debe buscar restablecer su estado operativo, pues la disponibilidad de estos equipos durante la crisis sanitaria fue crucial para salvar vidas. En ese sentido, desde la actividad profesional en el área de servicio técnico de equipos biomédicos, lo que se podía realizar era reducir el tiempo de diagnóstico, así como mejorar la confiabilidad del equipo posterior a la reparación, es decir, se logre aumentar el tiempo medio entre fallas.

Por lo expuesto, se presenta mis actividades profesionales en el área de servicio técnico de equipos biomédicos desenvueltos en la empresa M2tek S.A.C., los conocimientos aplicados, las metodologías utilizadas, los procesos a seguir y la propuesta de un proyecto de un aplicativo móvil que reúne la experiencia de mi persona y de compañeros sobre las fallas en un ventilador mecánico a fin de mejorar los procedimientos durante el mantenimiento correctivo de estos equipos, que fueron cruciales para salvar miles de vidas durante la crisis sanitaria.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

En el presente capítulo, se exponen aspectos generales de la empresa M2tek S.A.C., así como su reseña histórica, información, servicios que brinda, su estructura organizacional, entre otros. Es importante destacar que es una organización que trabaja en forma sólida y coordinada con otras empresas del sector de salud, lo cual le ha favorecido en permanecer durante el transcurso del tiempo por la calidad del servicio que ofrece.

2.1 Datos Generales de la Institución

La empresa M2tek brinda el servicio técnico denominado también servicio de postventa a equipos biomédicos de las marcas que representa. A continuación, los datos más resaltantes de la empresa:

- Razón social: M2tek SAC
- Ruc: 20601609887
- Condición: activo
- Tipo de empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- Fecha de inicio de actividades: 4 de noviembre de 2016
- Actividades comerciales: actividades relacionadas con salud humana
- CIIU: 25200
- Dirección Legal: Av. Aramburu N.º 856, Int. 101A, Surquillo, Lima, Perú
- Web: <https://m2tek.pe/>

Figura 1.

Logo de la empresa



Fuente: Obtenido de la empresa

2.2 Actividades Principales de la Empresa

Realiza el servicio técnico especializado de equipos médicos, el cual abarca el mantenimiento preventivo, correctivo, instalación de equipos médicos, capacitaciones al personal asistencial y técnico profesional, así como venta de repuestos de las marcas que

representa. Estos servicios son brindados a toda entidad o persona natural que se dedique o se encuentre relacionado con la salud humana.

2.2.1 Mantenimiento preventivo

Consiste en una serie de actividades recomendadas por el fabricante del equipo y recomendadas por la misma empresa a equipos que se encuentran operativos, siendo su fin de estas actividades alargar el tiempo de vida útil, mantener la conservación, la reducción de las probabilidades de avería y contar con equipos de calidad y fiables.

2.2.2 Mantenimiento correctivo

El servicio de mantenimiento correctivo abarca el conjunto de actividades necesarias para corregir la falla o modo de falla que tiene un equipo y pueda ponerse en funcionamiento, este conjunto de actividades puede variar mucho dependiendo de la falla, en la mayoría de casos el mantenimiento correctivo incluye repuestos para lograr el fin, pero en otros casos pueden ser actividades sin repuestos (ajustes o los mal llamados calibración).

2.2.3 Instalación de equipos médicos

Como una empresa dedicada a la postventa de equipos médicos, la instalación de un equipo nuevo vendido por la empresa del grupo es considerada un servicio, y como tal es considerada una actividad o ingresos para la empresa M2tek. La instalación de los equipos muchas veces abarca no solo el poner el equipo en el ambiente adecuado, sino también adecuar el ambiente para las condiciones que necesita el equipo, como, por ejemplo, instalación de cableado ethernet, preinstalación, armado de pedestales y adecuación de ambientes, configuración de altitud de acuerdo con la zona, entre otros.

2.2.4 Capacitaciones usuarias y técnicas

El servicio de capacitación usuaria es muy solicitado en la venta de equipos, por lo que M2tek como empresa de postventa también se encarga de realizar la instrucción del personal usuario asistencial y personal técnico de las instituciones a las que se concreta la venta. El entrenamiento al personal usuario generalmente consiste en dar las indicaciones y transmitir el conocimiento a fin de que el personal usuario pueda dar el correcto uso y aprovechar de los beneficios, así como opciones con las que cuentan los equipos, así también es importante transmitir los cuidados para extender el tiempo de vida de los equipos.

En el caso de las capacitaciones al personal técnico, consiste en instruir a las personas designadas para que puedan ser capaces de resolver los posibles problemas que puedan presentar los equipos a futuro, ya sea por avería de algún repuesto o errores de usuarios.

2.2.5 Venta de repuestos

Como empresa de postventa es muy importante contar con los repuestos de los equipos que representa, los repuestos generalmente son solicitados cuando el cliente cuenta con un equipo en condición de falla (averiado) y solicita el servicio de mantenimiento correctivo, pero también es posible que el cliente solicite solo el repuesto.

2.3 Reseña histórica de la institución y/o empresa

El 4 de noviembre del 2016 se constituye la empresa M2tek SAC, se dio la creación de esta empresa por varios motivos que estratégicamente decidieron hacer realidad los gerentes de la empresa Hemocare SAC, que también se dedicaba a la venta y postventa de equipos médicos.

Uno de los motivos más importantes que llevaron a la creación de esta empresa fue la especialización. M2tek SAC se dedicaría netamente a la postventa de los equipos médicos con un modelo de negocio nuevo que aún no se aplicaba en el Perú, el cual consiste en dar un servicio de postventa de calidad y especializado por medio de instrumentos calibrados y certificados que puedan cerciorarse la operatividad de los equipos a revisar, con una finalidad a futuro que consiste en adquirir la postventa de otras empresas tal y como se inició haciendo con la empresa Hemocare SAC.

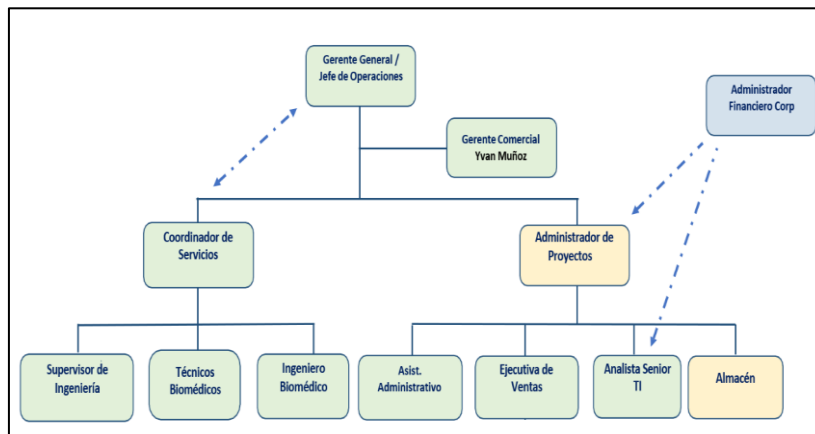
La empresa M2tek SAC inició sus operaciones con cuatro personas a cargo, una gerencia general, un administrador y dos especialistas de servicio técnico de campo. Asimismo, la gerencia general inició a cargo del Sr. Alexis Muñoz, quien hasta la actualidad viene liderando la empresa. La cantidad de personas y la distribución se hizo de acuerdo con la necesidad del momento, siendo así que al pasar de los años la empresa fue evolucionando y la cantidad de personas fueron aumentando. Actualmente, la empresa cuenta con diez trabajadores de los cuales son cinco son especialistas de servicio técnico de campo.

2.4 Organigrama de la Institución y/o Empresa

La empresa M2tek pasó por diferentes etapas en las que se vio obligado a ir cambiando el organigrama, las cuales fueron afectadas por la demanda de los clientes y situaciones de la sociedad. A continuación, se presenta el organigrama vigente desde el 2021 por temas de pandemia:

Figura 2.

Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

2.5 Visión y Misión

2.5.1 Misión

Ser una empresa reconocida por su calidad y servicio integral, comprometida en mejorar y ampliar las tecnologías médicas con una cobertura nacional y regional.

2.5.2 Visión

Contribuir en mantener una continuidad operacional de los diversos sistemas o equipos médicos que tenemos a nuestro encargo, utilizando los más altos estándares de calidad y protocolos de mantenimiento de la industria médica, soportados por nuestros socios estratégicos para el beneficio de los pacientes y de nuestro personal.

2.6 Bases Legales o Documentos Administrativos

Las empresas deben de constituirse formalmente para el inicio de sus operaciones, en ese sentido, la dirección legal debe ser registrada en la SUNARP. Por tal motivo, la empresa realizó su debida inscripción, así como obtuvo los permisos necesarios exigidos por la ley en el ámbito de mantenimiento de equipos de salud. Entre los documentos administrativos podemos encontrar lo siguiente:

Figura 3.

Información general de la empresa

Número de RUC:	20601609887 - M2TEK S.A.C.		
Tipo Contribuyente:	SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		
Nombre Comercial:	-		
Fecha de Inscripción:	27/10/2016	Fecha de Inicio de Actividades:	04/11/2016
Estado del Contribuyente:	ACTIVO		
Condición del Contribuyente:	HABIDO		
Domicilio Fiscal:	AV. ARAMBURU NRO. 856 INT. 101A LIMA - LIMA - SURQUILLO		
Sistema Emisión de Comprobante:	MANUAL/COMPUTARIZADO	Actividad Comercio Exterior:	IMPORTADOR/EXPORTADOR
Sistema Contabilidad:	MANUAL/COMPUTARIZADO		
Actividad(es) Económica(s):	Principal - 3319 - REPARACIÓN DE OTROS TIPOS DE EQUIPO Secundaria 1 - 8690 - OTRAS ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DE LA SALUD HUMANA Secundaria 2 - 9609 - OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS PERSONALES N.C.P.		
Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816):	FACTURA BOLETA DE VENTA NOTA DE CREDITO GUIA DE REMISION - REMITENTE		
Sistema de Emisión Electrónica:	FACTURA PORTAL DESDE 12/11/2019 BOLETA PORTAL DESDE 06/12/2019 DESDE LOS SISTEMAS DEL CONTRIBUYENTE. AUTORIZ DESDE 23/04/2020		
Emisor electrónico desde:	12/11/2019		
Comprobantes Electrónicos:	FACTURA (desde 12/11/2019),BOLETA (desde 06/12/2019)		
Afiliado al PLE desde:	-		
Padrones:	Incorporado al Régimen de Buenos Contribuyentes (Resolución N° 0230050246084) a partir del 01/09/2018		
Fecha consulta: 12/02/2022 18:37			

Fuente: Obtenido de la SUNAT (1)

Asimismo, el historial de trabajadores y/o prestadores de servicio en el 2021:

Figura 4.

Historial de trabajadores en el 2021

Información de Trabajadores y/o Prestadores de Servicio			
La información mostrada a continuación corresponde a lo declarado por el contribuyente en la Planilla Electrónica o PLAME ante la SUNAT. La información presentada corresponde a los 12 últimos periodos vencidos al mes anterior al día de la consulta.			
Periodo	Nº de Trabajadores	Nº de Pensionistas	Nº de Prestadores de Servicio
2021-01	8	0	3
2021-02	9	0	2
2021-03	9	0	1
2021-04	9	0	1
2021-05	10	0	1
2021-06	10	0	2
2021-07	10	0	0
2021-08	10	0	0
2021-09	10	0	0
2021-10	10	0	0
2021-11	10	0	0
2021-12	10	0	0

Fuente: Obtenido de la SUNAT (2)

Como también, la información sobre el representante legal:

Figura 5.

Descripción del representante legal

Resultado de la Búsqueda				
La información exhibida en esta consulta corresponde a lo declarado por el contribuyente ante la Administración Tributaria.				
Documento	Nro. Documento	Nombre	Cargo	Fecha Desde
DNI	10607006	MUÑOZ ROBLES ALEXIS LEONED	GERENTE GENERAL	26/09/2016

Fuente: Obtenido de la SUNAT (2)

2.7 Descripción del Área donde Realiza sus Actividades Profesionales

La empresa M2tek se dedica únicamente a los servicios de postventa de equipos biomédicos, y como tal es indispensable que cuente con especialistas en servicio técnico de equipos biomédicos para brindar los servicios que ofrece, siendo el área donde realizaron las actividades profesionales el área de servicio técnico de equipos biomédicos, la cual con el pasar del tiempo está evolucionando y creciendo en el país.

Dentro de las actividades que realiza un especialista de servicio técnico de equipos biomédicos resalta mucho por su experiencia en el día a día de trabajo el mantenimiento

preventivo y el mantenimiento correctivo, los cuales consisten en la interacción directa con los equipos biomédicos.

Para realizar estas actividades es muy importante que el profesional no solamente tenga conocimientos netamente técnicos o electrónicos, sino también que tenga el conocimiento clínico para interactuar con el equipo, ya que al momento de realizar las pruebas operativas de un equipo biomédico, ya sea con instrumentos o herramientas se requiere hacer simulaciones como si el trabajo se hiciera con un paciente, y el conocimiento clínico y en casos ideales el conocimiento fisiológico del cuerpo humano le permite mucho mejor manejo, entendimiento y análisis de los equipos.

2.8 Descripción del Cargo y de las Responsabilidades del Bachiller en la Institución y/o Empresa

Descripción del cargo

Cargo: técnico biomédico

Jefe inmediato: coordinador de área

Relaciones internas: área de proyectos

Relaciones externas: clientes en general

Responsabilidades

Como técnico biomédico la principal función es que los proyectos se ejecuten de buena manera y tener un resultado satisfactorio para los clientes y la empresa, para ello comprende que se asume la responsabilidad total desde que es asignado un proyecto hasta que el mismo sea finalizado mediante la firma de las documentaciones y el archivamiento de los mismos, para todo esto se hace uso de las habilidades de conocimiento técnico de equipos biomédicos y de gestión.

Dentro de las responsabilidades que se me han atribuido como técnico biomédico en el proceso de un trabajo están las siguientes:

- Al inicio se realiza la revisión de la documentación suministrada por el cliente, así como la generada por parte del acuerdo realizado.
- La ejecución del mantenimiento o la actividad asignada varía según las indicaciones brindadas, puesto que puede ser un mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, diagnóstico, capacitaciones o verificación funcional de uno o varios equipos, siendo en cada caso el especialista responsable de las herramientas y los instrumentos que va a necesitar.

- Luego la culminación de la actividad, se realiza la firma de conformidad de los documentos, la cual es responsabilidad del técnico biomédico, esto siempre y cuando el servicio haya sido culminado correctamente y no queden observaciones pendientes de parte del cliente y de la empresa M2tek.

El buen registro de la documentación de conformidad también es responsabilidad del técnico biomédico, y una vez todo se encuentre culminado se hace de conocimiento al coordinador para posterior facturación al cliente.

Agregado a todas las funciones que involucran el código interno, el técnico biomédico es responsable del cuidado de sus herramientas, instrumentos y de solicitar los insumos mensuales para los proyectos, esto en comunicación con el coordinador del área.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

3.1 Antecedentes o Diagnóstico Situacional

En marzo del 2020 se aumentó el reporte de casos del COVID-19 en el territorio nacional, se encontró un sistema de salud con limitaciones de diagnóstico, poco integrado y con deficiente manejo para las personas fallecidas, sin embargo, el sector de salud se adaptó al nuevo contexto mediante la incorporación de nuevo equipamiento biomédico, el incremento del personal de salud y la mejora de las estrategias operativas que se venían ejecutando. Ante el crecimiento del sector de salud expuesto, también aumentó la demanda por servicios de mantenimiento y la creación de empresas que se dedican al rubro de la biomédica, puesto que al iniciar la pandemia el Perú contaba con aproximadamente doscientos cincuenta (250) camas unidad de cuidados intensivos (en adelante UCI) y en la actualidad cuenta con 1899 camas UCI aproximadamente, cuyo incremento tuvo que ver principalmente con la respuesta a la crisis sanitaria (1).

Esta crisis sanitaria ocasionó el cierre de diversos negocios que no se consideran de primera necesidad, sin embargo, las empresas de mantenimiento de equipos biomédicos mantuvieron sus actividades de manera normal al considerarse necesarias, por lo que aumentaron la cantidad de trabajadores y se especializaron las áreas, puesto que años anteriores las personas que se dedicaban a las reparaciones de los equipos biomédicos no eran personas especializadas, sino personal del área de mantenimiento que apoyaban con ese trabajo. Posterior a ello, se empezaron a designar personas dedicadas al servicio exclusivo de estos equipos, pero se les consideraba como una subárea de mantenimiento.

Actualmente, ha evolucionado, pues hay algunas clínicas cuya área de biomédica se encuentra independizada, teniendo su propia jefatura y su propia gestión como, por ejemplo, la Clínica Delgado, el Grupo Auna, entre otros. En el 2020, fueron bastante solicitados los servicios de evaluación y diagnóstico, mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos no solo del ventilador artificial, sino de todos los equipos en general que tenían relación con un paciente contagiado de COVID-19.

Como se expuso, en el Perú recientemente, se empezaron a crear las carreras profesionales en Ingeniería Biomédica, por lo que los puestos que se habían generado fueron ocupados por ingenieros electrónicos y técnicos electrónicos, siendo así que el conocimiento clínico se obtenía más de forma empírica. Conociendo esta situación se considera una necesidad la especialización o apoyo en formación para las personas que se quieren dedicar a este rubro. En la actualidad, las casas de estudio que dictan la carrera o la especialización cuentan con experiencia mínima, debido a que a nivel nacional el sector de mantenimiento

de equipos biomédicos como especialidad ha surgido recientemente, siendo uno de ellos un diplomado en la Universidad Nacional de San Marcos y el otro una maestría en la Universidad del Callao.

Todo el crecimiento generó ganancias fuertes para las empresas dedicadas al rubro, y como tal también obligó a que las empresas se refuercen con mayor personal tanto para las ventas y entregas de los equipos como para el postservicio de los mismos, siendo necesario mencionar que un equipo vendido tiene garantía, por lo tanto, la empresa es responsable de ejecutar los mantenimientos preventivos y correctivos durante este tiempo.

Los servicios técnicos mencionados anteriormente a los equipos biomédicos podían ser ejecutados en instalaciones de los clientes (hospitales y clínicas) o en instalaciones de las empresas proveedoras (talleres), para estos es muy conocido que el trabajo de un profesional en una empresa proveedora debe estar movilizándose a las instalaciones de los clientes cuando se necesite y esto incluye viajes a provincias. En el caso de los profesionales que trabajan en las clínicas y hospitales es diferente, su dedicación es para los equipos biomédicos exclusivamente de la entidad donde trabajan.

En síntesis, los profesionales dedicados a los servicios técnicos de equipos biomédicos cuentan con conocimientos electrónicos, capaces de dar solución a las fallas de los equipos por medio de pruebas y análisis con apoyo de los manuales de servicio y los instrumentos que son diferentes para cada tipo de equipos biomédicos. Sin embargo, resulta importante la transmisión de conocimientos adquiridos no solamente en aulas, sino también mediante una herramienta de consulta que permita compartir las experiencias adquiridas a lo largo de los servicios realizados. Por lo que, entre los aportes que presenta el estudio, se encuentra el de realizar una aplicación móvil de consulta que sirva también para los nuevos profesionales que inician en el campo de la biomédica.

3.2 Identificación de Oportunidad o Necesidad en el Área de Actividad Profesional

El sector del servicio técnico de equipos de la salud mantiene un constante crecimiento, lo que obliga a identificar las oportunidades y seguir mejorando a fin de ir adaptándose a las nuevas necesidades del mercado, siendo una de las necesidades identificadas en el sector, la necesidad de especialización o mejora de los profesionales para que cuenten con una mejor preparación y puedan mejorar su desempeño en equipo.

Por lo tanto, la experiencia profesional de un técnico biomédico es muy valiosa, puesto que permite enseñar y ser fuente de consulta para los que recién inician en el campo, ya que tienen menos experiencia y tienden a realizar más fallos que pudieran impactar a la organización. Ante esa necesidad, dentro de mis funciones como técnico biomédico al haber

obtenido información sobre el mantenimiento y la puesta en funcionamiento de equipos biomédicos se garantiza una mayor confiabilidad y se crea el proyecto denominado Información Técnica para Biomédicos (en adelante INFOBIOD), el cual surge bajo la necesidad de apoyar al personal que cuenta con dificultades en el diagnóstico, reparación y verificación de parámetros de operatividad. No obstante, también puede ser utilizado por personal técnico que recién inicia en el rubro de mantenimiento por practicidad de acceso a la información y sintetizar el conocimiento de personal con mayor experiencia.

Es un proyecto que obtuvo el visto bueno de la dirección de la empresa M2tek para su diseño, ejecución, validación e implementación como herramienta de consulta, por lo tanto, se facilitó al acceso de información técnica y se buscó la participación de los compañeros de trabajo a fin de alimentarlo desde diferentes perspectivas las experiencias adquiridas en el sector de mantenimiento de equipos biomédicos. Ante lo expuesto, hay la necesidad de contar con un equipo capacitado y dotado de herramientas que permitan la eficiencia. Por lo que resulta importante para realizar trabajos de calidad y brindar soluciones rápidas que se reflejan en un menor tiempo de horas inactivas de un equipo biomédico, por ello, se considera una muy buena oportunidad el centralizar los conocimientos técnicos y filtrar las experiencias que pueden servir a otras personas con un fácil acceso.

En la mayoría de casos un profesional de esta área trabaja con varios equipos y el conocimiento clínico y principalmente el técnico es muy amplio por cada uno, por lo que es muy común que en el caso de los servicios de evaluación y diagnóstico, y mantenimiento correctivo se trabaja mucho con el manual de servicio técnico; en ese sentido, en la experiencia se observa que el tiempo en acceder a la información y encontrar exactamente lo que se busca es considerable, lo que hace crecer el tiempo de inactividad por avería de un equipo, la oportunidad en estos casos es la de brindar un rápido acceso a información técnica filtrada especial para profesionales del servicio técnico de equipos biomédicos.

Otra de las necesidades por mejorar es que muchos de los trabajos de mantenimiento y verificaciones se realizan con herramientas e instrumentos, así como accesorios especiales para cada equipo, siendo necesario mencionar que el error humano siempre está presente y la calidad de servicio para los equipos biomédicos debe ser alta, por ello es importante minimizar el error humano y elevar la calidad. Así, por ejemplo, los trabajadores al momento de preparar sus herramientas para salir a un servicio técnico lo hacen con base a su conocimiento, pero es difícil encontrar a un profesional que cuente con un formato donde indica lo que necesita y el profesional pueda validar si está alistando lo necesario o le hace falta algo, aquí se considera una oportunidad la creación de un formato con rápido acceso donde el profesional pueda encontrar la información de las herramientas que va necesitar con el fin de corroborar y minimizar el error humano.

Cada servicio técnico empieza con unas pruebas iniciales para verificar el estado en el que encuentra y se finaliza realizando las pruebas de operatividad, siendo la finalidad de validar en qué estado se recibe el equipo y en qué estado se realiza su entrega, en muchos casos se hacen varias pruebas y valores diferentes para cada modelo, esto hace que el profesional en algunos casos no tenga presente en la memoria los valores a utilizar y tiene que recurrir a algún apoyo donde pueda encontrar esta información (Manual de servicio o formatos), todo ello suma al tiempo del servicio y la oportunidad de mejora estaría en brindar un rápido acceso a la información de las pruebas que necesita realizar y con ello ir reduciendo el tiempo del servicio. Por lo expuesto, resultó una oportunidad de mejorar la inclusión de parámetros de pruebas en el proyecto INFOBIOD a fin de reducir su tiempo a falta de contar con la información adecuada en el momento deseado.

3.3 Objetivos de la Actividad Profesional

Un equipo biomédico es una herramienta vital en un hospital para colaborar con los profesionales de la salud en salvar una vida, por ello, es muy importante la reducción de probabilidades de falla de un equipo por medio de los mantenimientos preventivos, y si en caso sucediera la avería del equipo, la rápida solución de este problema podría tener mucho impacto en la salud de algún paciente. Ante ello, el trabajo con equipos biomédicos conlleva una gran responsabilidad, por lo que un profesional en el área de servicio técnico de equipos biomédicos estaría resumido en brindar un servicio de calidad, seguridad y rápida solución. El objetivo de la actividad profesional gira sobre la base de los tres ejes:

Seguridad. Es muy importante en el rubro de salud realizar los servicios a los equipos biomédicos por medio de analizadores calibrados adecuadamente y también instrumentos indicados por la misma marca de los equipos, de esa manera se brinda la seguridad de que los equipos biomédicos cumplan con los valores correctos o se encuentren dentro del rango permitido. Por ejemplo, se presentan los siguientes casos:

- Analizador de seguridad eléctrica.
- Analizador de flujos.
- Simuladores de paciente (signos vitales).
- Analizador de desfibriladores.
- Manómetros de presión especiales.
- Otros.

Calidad. Si bien es cierto que *calidad* es un término subjetivo, el brindar un servicio de alto nivel, con personal capacitado y calificado y con las herramientas adecuadas para cada servicio va a sumar a que el trabajo se brinde de la mejor manera y con mejores resultados.

Rapidez de solución. La rápida solución del problema de un equipo biomédico puede definir la continuidad de la vida de un paciente o la pérdida del mismo, por ello, es vital que los equipos biomédicos si no están siendo usados se encuentren en el mayor tiempo posible disponibles y operativos. Por eso, es muy importante que los servicios de diagnóstico sean rápidos y certeros, ya que esto ayudaría a que el tiempo para la reparación de un equipo sea menor y por consiguiente su tiempo de parada por avería disminuya.

También, se encuentran los objetivos de la actividad profesional para la empresa sobre la base del trabajo que se realiza en el día a día, entre ellos se concluye que se efectúa con éxito las funciones para las cuales fue contratado. Los objetivos de las funciones indicadas se detallan a continuación:

- Realizar el soporte técnico de los equipos médicos que comercializa la empresa aliada de las cuales es representante según la asignación de sus actividades.
- Verificar el funcionamiento de los equipos médicos según su programación.
- Realizar con éxito las funciones encomendadas en provincia, incluye logística y totalidad de las coordinaciones.
- Realizar los informes técnicos encomendados con el detalle de los trabajos realizados, observaciones, procedimientos de solución, recursos utilizados y tiempos de ejecución.

Por lo expuesto, es importante el trabajo de un profesional de servicio técnico de equipos médicos para garantizar la seguridad, calidad y rapidez de solución. Por ello, el presente trabajo de suficiencia profesional se plantea como objetivo general:

Presentar la experiencia profesional en el área de servicio técnico de equipos biomédicos, específicamente en respiradores artificiales durante el periodo 2020 a 2021 a través de la participación en el mantenimiento correctivo, preventivo y el desarrollo de una aplicación de consulta enfocada en mejorar el mantenimiento preventivo y correctivo de respiradores artificiales de la empresa M2tek.

Los objetivos específicos del presente informe de suficiencia profesional fueron los siguientes:

- Describir la experiencia profesional durante la participación como técnico biomédico durante la participación en diferentes proyectos de la empresa M2tek durante el periodo 2020 a 2021.
- Analizar el mantenimiento preventivo y correctivo empleado en respiradores artificiales de la empresa M2tek en que se ha participado durante el periodo 2020 a 2021.

- Describir la experiencia en el diseño e implementación de un aplicativo móvil de consulta para mejorar el mantenimiento correctivo de respiradores artificiales.

3.4 Justificación de la Actividad Profesional

El presente trabajo de suficiencia profesional se enmarca en exponer la importancia del trabajo realizado de los técnicos biomédicos, así como el uso de un aplicativo móvil para mejorar el mantenimiento preventivo y correctivo realizado a respiradores artificiales. Por lo expuesto, la presentación de la actividad profesional se justifica desde los siguientes puntos:

Una justificación metodológica es que al utilizar marcos de trabajo para el mantenimiento de equipos permitirá un mejor conocimiento sobre el mantenimiento realizado a los equipos biomédicos, pues es importante que los profesionales conozcan la importancia del uso de marcos de trabajo, así como la presentación de la metodología Scrum para el desarrollo de un aplicativo móvil de consulta.

Una justificación práctica es que la experiencia adquirida como técnico biomédico mediante la presentación de los conocimientos en electrónica y conceptos en medicina humana permite un desenvolvimiento confiable dentro de las actividades profesionales. Asimismo, se presenta el uso de equipos que comprenden tarjetas electrónicas, turbinas o compresores, válvulas y solenoides, tubuladuras y sensores, motores, y en algunos casos químicos. Asimismo, el empleo de un aplicativo móvil denominado INFOBIOD surge bajo la necesidad de apoyar al personal que cuenta con dificultades en el diagnóstico, reparación y verificación de parámetros de operatividad. No obstante, también puede ser utilizado por personal técnico que recién inicia en el rubro de mantenimiento por practicidad de acceso a la información y sintetizar el conocimiento de personal con mayor experiencia.

Una justificación social se enmarca en la experiencia profesional que se presenta en la orientación a técnicos biomédicos que recién se inician en este rubro, lo que les permitirá obtener un mayor conocimiento sobre el tema, así como el uso de una aplicación móvil de consulta que les servirá para reducir el tiempo y errores durante el mantenimiento correctivo a respiradores artificiales, pero con una mayor participación de otros profesionales se irán aumentando los equipos médicos dentro de su alcance.

La importancia de la presentación del presente trabajo radica en que trabajar con equipos biomédicos es considerado un trabajo especializado, ya que es importante que los trabajos que se realicen sean precisos, rápidos y de calidad; puesto que son equipos que ayudan a los profesionales de la salud a salvar vidas humanas. Algunos equipos se conectan de forma invasiva a los pacientes, otros equipos trabajan de forma externa; algunos son de diagnóstico y otros de terapia para recuperación. Para todos ellos es importante que la probabilidad de falla sea lo más mínimo posible, ya que puede traer consecuencias en la

salud de un paciente, considerando todos estos aspectos es necesario que la persona que va realizar trabajos con estos equipos sea un profesional especializado.

3.5 Resultados Esperados

Dentro del desarrollo profesional en la empresa M2TEK, se buscó el cumplimiento de los objetivos por los cual fui contratado, siendo entre los principales los siguientes:

- i. Llegar a la meta mínima de horas de trabajo en campo.
- ii. Llegar a la meta de las horas mínimas de trabajo administrativo.
- iii. Realizar con éxito los trabajos destinados.
- iv. Cumplir con los procesos y prácticas de archivamiento de documentos.
- v. Mantener una buena comunicación con el coordinador.
- vi. Obtener buenos resultados de los entrenamientos.
- vii. Mantener una buena comunicación con los clientes.
- viii. Realizar una buena coordinación en los casos necesarios.
- ix. Gestionar con criterio las funciones generales en los viajes a provincia.
- x. Crecer en conocimiento y práctica con la información técnica proporcionada.
- xi. Otros afines al puesto.

Por ello, en el desarrollo del presente informe de experiencia profesional se presenta el diagnóstico del mantenimiento de respiradores artificiales a fin de sustentar la experiencia profesional. Por otro lado, se expone el mantenimiento correctivo y preventivo realizado a respiradores artificiales en distintos centros de salud y clínicas en los cuales se ha inspeccionado, logrando identificar las fallas más recurrentes y su solución.

Finalmente, como aporte sumado a la experiencia profesional presentada se desarrolla una aplicación móvil que apoye al personal que cuenta con dificultades en el diagnóstico, reparación y verificación de parámetros de operatividad. No obstante, también puede ser utilizado por personal técnico que recién inicia en el rubro de mantenimiento por practicidad de acceso a la información y sintetizar el conocimiento de personal con mayor experiencia.

La aplicación móvil de consulta se denomina INFOBIOD que nace a raíz de detectar oportunidades de mejora en el área, el proyecto fue analizado y evaluado por la empresa donde recibió el visto bueno para ejecutarlo a un nivel de un prototipo mínimo viable, el cual consiste en proporcionar un rápido acceso a la información técnica esencial para un

profesional del área. La información técnica recopilada y cargada al proyecto inicialmente está hecha sobre la base de manuales de servicio técnico, y posterior a ello ir cargando información sobre la base del uso y experiencia de los profesionales usuarios.

El proyecto fue desarrollado entre julio y septiembre del 2021 y se le asignó el nombre de INFOBIOD al proyecto. Asimismo, los resultados esperados de este proyecto están enfocados esencialmente a mejorar la confiabilidad, esto se busca lograr reduciendo los errores humanos involuntarios y reduciendo los tiempos de los servicios realizados por los profesionales sin perder calidad y seguridad.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Bases Teóricas de las Metodologías o Actividades Realizadas

3.1.1. Ventilación y mecánica respiratoria

El aparato respiratorio de acuerdo con su definición es el conjunto de órganos que participan en la respiración. La respiración es una función vital mediante la cual los seres vivos absorben el oxígeno y eliminan el dióxido de carbono (CO₂), los cuales son la nariz, garganta, laringe, tráquea, bronquios y pulmones. Asimismo, la función del aparato respiratorio es la inhalación del oxígeno para introducirlo al cuerpo y entregarlo por medio del flujo de sangre a los tejidos, y expulsar el dióxido de carbono por medio de la exhalación el cual es producido por el metabolismo del cuerpo (2). La respiración es vital para el cuerpo humano porque las células requieren de oxígeno para mantenerse vivas (El cuerpo humano este compuesto de células), las células al realizar su metabolismo generan el dióxido de carbono el cual es necesario ser expulsado, por esta razón el cuerpo humano tiene que respirar de forma continua de manera que pueda satisfacer esta función de las células. De esta manera, es importante conocer el significado de las siguientes palabras usadas en las terminologías médicas que tendrán mucha relación, pero no son iguales.

- *Respiración.* Es la actividad de ventilar (inhalar y exhalar), realizar el intercambio de gases (oxígeno y dióxido de carbono) y la utilización del oxígeno por los tejidos (2).
- *Ventilación.* Es el proceso mecánico de inhalar y exhalar gases de los pulmones (2).

La respiración es vital para el cuerpo humano, porque las células requieren de oxígeno para mantenerse vivas (el cuerpo humano está compuesto de células), además las células al realizar su metabolismo generan el dióxido de carbono, el cual es necesario ser expulsado, por esta razón el cuerpo humano tiene que respirar de forma continua de manera que pueda satisfacer esta función de las células. De esta manera, la respiración se da inicio con el movimiento de los músculos respiratorios, entre los que podemos encontrar al principal llamado diafragma, también apoyan los músculos intercostales, los músculos abdominales y otros músculos llamados accesorios.

Asimismo, la inspiración comienza exactamente cuando el conjunto de músculos involucrados se retrae generando el aumento de la capacidad pulmonar a unos valores de 4000 a 6000 cm³, de esta manera se genera una presión negativa en los pulmones y considerando una presión externa o presión ambiente a 0 metros sobre el nivel del mar de 760 mmHg se origina una gradiente de presiones que genera como resultado el ingreso del aire ambiente hacia los pulmones, todo el ingreso sigue una serie de pasos como filtraciones

mecánicas propias del cuerpo humano, resistencias de flujo y otras funciones del aparato respiratorio en conjunto.

En los pulmones se encuentran los alvéolos, con un tamaño diminuto de 0,2 a 0,5 milímetros de diámetro y una forma de sacos, son los encargados de realizar el intercambio de gases para el funcionamiento del cuerpo. Es exactamente en los alvéolos donde se realiza la filtración del oxígeno hacia el cuerpo humano y la expulsión del dióxido de carbono, esto es posible gracias a los capilares que se encuentran rodeando los alvéolos que tienen presión parcial de oxígeno menor, el cual permite el ingreso del oxígeno y presión parcial de dióxido de carbono mayor que permite la salida, posterior a este proceso la hemoglobina es la encargada de transportar el oxígeno hacia el resto del cuerpo y traer el dióxido de carbono para ser expulsado.

El proceso respiratorio consta de dos fases que son la inhalación o inspiración, siendo en esta fase cuando se produce la contracción y el empuje hacia abajo del diafragma y los músculos situados entre la caja torácica se contraen y se elevan, lo que hace que la caja torácica se ensanche y disminuya la presión interna. Como resultado, los pulmones se llenan de aire. Por otro lado, en la exhalación o expiración, se relaja el diafragma a la vez que la caja torácica reduce su volumen, mientras se incrementa la presión interna. Como resultado, se produce la contracción de los pulmones originando la expulsión del aire hacia el exterior del cuerpo humano (5).

De esta manera, se genera una respiración, que puede variar dependiendo del entorno externo de la persona o factores propios de la persona, entre ellos se puede mencionar a la altitud del lugar, enfermedades, entre otros, los cuales pueden modificar la frecuencia respiratoria.

3.1.2. Ventilación mecánica artificial

La ventilación mecánica artificial se aplica en situaciones en la que se presenta dificultad para realizar la ventilación pulmonar de manera natural, es decir, mediante la succión de aire del ambiente a fin de expulsarlo con el dióxido de carbono, siendo un nivel regulado en función del estado del organismo.

Según Gutiérrez (3), la ventilación mecánica es un recurso terapéutico de soporte vital, la cual ha demostrado en el tiempo ser vital para mantener, recuperar y alargar la vida de los pacientes críticos y especialmente de los pacientes que sufren de alguna insuficiencia respiratoria aguda (en adelante IRA). Asimismo, la American Thoracic Society (4) en una publicación indica que la ventilación mecánica es un tratamiento de soporte vital, el cual es realizado por una máquina llamada ventilador mecánico que ayuda a las personas que no pueden respirar la suficiente medida o no lo pueden hacer por sí mismos. Por lo expuesto, la

ventilación mecánica trabaja directamente con el aparato respiratorio del cuerpo humano, el cual tiene como función principal la filtración de oxígeno al organismo mediante la función de inspiración y expulsar el dióxido de carbono mediante la función de exhalación. Como se mencionó, se requiere realizar una ventilación pulmonar, por lo que al presentar problemas se suele utilizar mecanismos que faciliten, tanto el ingreso y expulsión de aire en los pulmones (5).

Referente a los tipos de respiradores artificiales existen los no invasiva e invasiva, en la que la no invasiva no involucra instrumentos que requieran intubación o penetración de forma física en el cuerpo, mientras que la invasiva requiere una intubación en la persona. Se entiende como intubación endotraqueal como el proceso para mantener la vía respiratoria abierta a fin de suministrar anestesia, medicamento u oxígeno (6). A continuación, se presenta los ciclos de un respirador:

- i. **Insuflación.** Es la fase activa o inicial en la que el ventilador mecánico genera provocation sobre un volumen de gas y lo moviliza insuflándolo en el pulmón a expensas de una gradiente de presión, es decir, se produce el ingreso de aire que va incrementando hasta que es equivalente en la entrada de la vía aérea. La presión máxima es denominada presión pico o insuflación y se relaciona con la resistencia total respiratoria (7).
- ii. **Meseta.** En la presente fase se mantiene el gas introducido en el pulmón, en cual es transportado a fin de homogeneizar su distribución en unidades alveolares a diferentes intervalos de tiempo. Esto quiere decir que se mantiene el gas al encontrarse cerrada la válvula respiratoria (7).
- iii. **Espiración o deflación.** Es un fenómeno pasivo que permite la salida del gas sin intervención de la máquina, lo cual se produce por la retracción elástica del pulmón insuflado. La presión en el fenómeno decrece hasta un valor de cero e igualarse a la presión alveolar a la P_b (7).

Un respirador mediante las siguientes variables ejerce su función establecida (Geovanny et al., 2021):

- a) **Trigger.** Permite inicializar la inspiración a través de las variables de tiempo, flujo o presión.
- b) **Ciclado.** Es la variable que se encarga de finalizar la inspiración a través de un tiempo determinado, flujo, presión o volumen.

- c) **Límite o control.** Es el responsable del control de la entrega de gas así como la interrupción de la inspiración para que se logre alcanzar el nivel de volumen, flujo o presión pre establecido.

Ventilador artificial

En el presente estudio, se trabaja específicamente con el ventilador mecánico artificial que es el eje principal del estudio. Por ello, es necesario precisar que el ventilador mecánico es una máquina conocida en el rubro de la salud como un equipo biomédico, la cual cuenta con una turbina interna o un compresor externo que lo vuelve capaz de entregar un flujo controlado a presión de aire ambiente para el paciente con la finalidad de suplir la ventilación pulmonar espontánea.

Conocido el concepto del equipo, un ventilador mecánico o también conocido como respirador artificial tiene sus inicios en 1543 con el médico Andrés Vesalio, quien desarrolló un equipo para apoyar la respiración de un animal por medio de un sistema de fuelles. Después de muchos años sin darle el valor adecuado fue en el 1776 que el médico John Hunter hace sus experimentos con un sistema de doble fuelle. Luego, fueron aproximadamente 100 años después que se dio un nuevo inicio de investigación, fue donde se desarrollaron los conocidos pulmones de acero que trabajaban sobre la base de presión negativa y despertaron gran interés generando mayor estudio. Con el pasar de los años los equipos iban siendo mejorados, pero fue en 1938 cuando se dio inicio al uso de los ventiladores mecánicos de presión positiva con equipos que son muy similares a los que se usan hoy en día.

Las progresiones a través de la historia permitieron ir mejorando los objetivos de los ventiladores mecánicos, en la actualidad estos equipos son usados para los pacientes en los que se quiere estabilizar o mejorar el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono, normalizar el esfuerzo respiratorio y aumentar la capacidad pulmonar entre otros.

En el proyecto se realizaron trabajos con el ventilador de la marca Event Medical y modelo Evolution 3e, un equipo de diseño amigable e interfaz intuitivo fabricado para garantizar un suministro de precisión de flujo, volumen y presión a los pacientes que lo necesitan (8). El ventilador Evolución 3e física e internamente está compuesto por tarjetas electrónicas, turbina, electroválvulas, baterías, filtros, diafragmas, tubuladuras y todo lo que incluye la interfaz para interaccionar con el equipo. Además, cuenta con un *software* que se puede actualizar si fabrica así lo indica, el mismo *software* le permite la posibilidad de habilitar mayores opciones por medio de licencias como lo son el alto flujo, la opción neonatal, compensación por succión, etCO₂. Todo el conjunto de *hardware* y *software* indicado anteriormente hacen posible que el equipo ofrezca modos ventilatorios y valores

programables para que con la ayuda de un profesional de la salud pueda ser usado para asistir a un paciente.

El ventilador mecánico es considerado un equipo de soporte vital, en muchos casos la vida de un paciente depende de la respiración mecánica generada por el equipo. Por tal motivo, la falla de un equipo debe ser respaldada de manera que no cause la muerte, para evitar los daños al paciente cuenta con una válvula de seguridad la que se activa en caso de falla del equipo y le permite al paciente respirar absorbiendo aire ambiental. En el caso de que el equipo se quede sin energía eléctrica, cuenta con un respaldo de energía interna (batería) que le da una autonomía de dos (02) horas y una conexión para batería externa o alimentación externa de corriente continua.

El ventilador mecánico también cuenta con opciones de red, estas son importantes, ya que se puede realizar correcciones como agregar alarmas por medio de actualizaciones de *software*, agregar licencias o permisos para más opciones y, por último, realizar una conexión alámbrica o inalámbrica hacia una central de monitoreo. Asimismo, el ventilador mecánico del modelo Evolution 3e trabaja sobre la base de estándares internacionales, entre los que encontraremos los siguientes:

- i. IEC 60601-1-2 (estándar colateral de EMC) Incluye inmunidad de campo eléctrico y requisitos de ESD
- ii. IEC 61000-3-2 (emisiones armónicas)
- iii. IEC 61000-3-3 (fluctuaciones de voltaje/Emisiones de parpadeo)
- iv. IEC 60601 (nivel de prueba para campos electromagnéticos)
- v. IEC 61000-4-2 (descarga electrostática)
- vi. IEC 61000-4-4 (transitorio eléctrico rápido/Ráfaga)
- vii. IEC 61000-4-5 (sobrecarga)
- viii. IEC 61000-4-11 (caídas de tensión, interrupciones y variaciones de tensión en las líneas de entrada en la fuente de alimentación)
- ix. IEC 61000-4-8 (frecuencia de poder, campo magnético)
- x. IEC 61000-4-6 (radiofrecuencia conducida)
- xi. IEC 61000-4-3 (radiofrecuencia radiada)

3.1.3. Mantenimiento de equipos médicos

El mantenimiento de equipos médicos, según la Organización Mundial de la Salud (9), se clasifica en mantenimiento correctivo (en adelante MC) y en la inspección y mantenimiento preventivo (en adelante IMP).

Mantenimiento preventivo (MP)

Es un proceso por el cual se busca mantener o alargar el tiempo de operación de los instrumentos y equipos a fin de que cumplan su función establecida de la mejor manera, en ese sentido, se define como las acciones administrativas y técnicas ejecutadas para la inspección sistematizada con la finalidad de mantener, detectar y evitar fallas a tiempo temprano antes que se convierta en mayores (10). Como se describió, se realiza de manera periódica las siguientes acciones a los dispositivos médicos (10):

- a) **Calibración.** Se realiza con la finalidad de balancear los resultados obtenidos a fin de que los parámetros cumplan con normas o estándares internacionales.
- b) **Inspección.** Mediante un análisis exhaustivo de manera visual o utilizando herramientas de medición se corrobora el funcionamiento óptimo de equipos, condiciones técnicas y características.
- c) **Pruebas de operatividad.** Es la ejecución de acciones visuales e integrales considerando procedimientos y normas de organismos e instituciones a fin de verificar la seguridad y eficiencia de equipos.
- d) **Limpieza.** Consiste en eliminar elementos nocivos o extraños en la estructura del equipo, así como en su parte interior.
- e) **Lubricación.** Permite reducir el desgaste o fricción de distintas partes del equipo médico.
- f) **Pruebas de funcionamiento.** Se realiza a fin de establecer las características de seguridad y rendimiento a fin de establecer de que se encuentre apto para prestar el fin que se le asignó.

Mantenimiento correctivo (MC)

Es un proceso que se ejecuta a fin de restaurar o devolver el rendimiento de un equipo posterior a una falla con el fin de devolver su funcionamiento seguro y eficiente, siendo para ello un conjunto de actividades que adicionalmente le permitirá prolongar la vida útil. En el presente caso, se evalúa actividades técnico administrativa a fin de garantizar que las herramientas, repuestos, instrumentos y accesorios se utilicen de manera eficiente. Ante ello, se presentan dos tipos de mantenimiento correctivo (10):

- i. **Programado.** Es una actividad previamente planificada para la ejecución del mantenimiento.
- ii. **Imprevisto no programado.** Se ejecuta acciones no programadas, ya que no se consideró medidas de prevención pertinentes para los escenarios de paralización de los equipos.

3.1.4. Confiabilidad humana en los trabajos de mantenimiento

La confiabilidad humana se puede ir mejorando si se suman herramientas y estrategias que apoyen con información importante, creando comunidades de conocimiento o gestionando el conocimiento adquirido en la experiencia de los trabajadores entre otras estrategias. Las herramientas o estrategias que ayuden a mejorar el conocimiento deben ser gestionadas por medio de planificación, organización, dirección, coordinación y control de un equipo de trabajo, pero también se puede mejorar con el uso de las tecnologías que ayudarían a la adaptación, asimilación, organización, transmisión, uso y conservación del conocimiento que puedan dar resultados positivos para una organización o una empresa. Nos indica un valor entre 0 y 1 que se refiere a la probabilidad de que las acciones de una persona al ejecutar su trabajo puedan resultar en una omisión u error que conlleve a un reproceso o incluso accidente en el sitio de trabajo.

Para ello se determinan observaciones programadas del responsable del trabajo o del supervisor, se respetan las sugerencias de los trabajadores de tal forma que todo esto permite registrar la mayor cantidad de información de parte de los trabajadores para que pueda detectarse y evidenciarse una mejora en la calidad del trabajo y que este sea seguro además de confiable (11).

3.1.5. Aplicación móvil

El desarrollar una aplicación móvil consiste en una combinación de procedimientos y procesos que se van plasmando por medio de códigos en programas para ser usados en equipos informáticos pequeños como pueden ser los celulares, tabletas y otros equipos.

En la actualidad hay dos grandes plataformas de trabajo para equipos móviles como son el iOS de la empresa Apple y el Android de la empresa Google, siendo el Android la plataforma de trabajo usada en la empresa M2tek y dónde se desarrolla el aplicativo INFOBIOD.

El SQL server (Structured Query Language) es un sistema para la gestión de base de datos relacional creado por la empresa Microsoft, el lenguaje utilizado para su desarrollo es el Transact-SQL, está equipada varias herramientas y características que son empleadas para la creación de bases de datos.

El IIS (Internet Information Services) es un servidor web lleno de funciones que permiten la transformación de un sistema de Windows en otro servidor con la capacidad de que pueda proporcionar servicios. Está compuesto por segmentos considerados como contenido, compresión, seguridad, almacenamiento y registro.

El C# es un lenguaje de programación principal para el desarrollo de aplicativos como es el caso, entre sus características principales se encuentra que tiene una Sintaxis sencilla, tiene orientación a componentes y un sistema de tipo unificado que brindará la posibilidad de ejecutar acciones comunes que se puedan almacenar, transportar, utilizar y reutilizar.

El XAML (Extensible Application Markup Language) es un formato o también conocido como lenguaje utilizado para la creación y desarrollo de aplicaciones móviles, exactamente la parte visual y trabajará de la mano con el C#.

El Xamarin es una plataforma utilizada para el desarrollo de aplicaciones móviles en plataformas iOS, Android y Windows, entre sus características se encuentra la interoperabilidad entre bibliotecas de distintos lenguajes, trabaja con lenguajes de programación actualizados, y su compatibilidad con muchas plataformas lo cual brinda muchas facilidades y amplia gama de opciones para los que desarrollan.

3.1.6. Ingeniería de software

Es una rama que permite la creación y mantenibilidad de aplicaciones mediante las prácticas y tecnologías de la ciencia de computación, por lo que la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) la define como la suma total de programas de ordenador, reglas, procedimientos, datos y documentación asociada a un sistema de cómputo. Como se ha explicado incluye las fases de ciclo de vida de un sistema de información y resulta aplicable a cualquier campo informático como, por ejemplo, el diseño de compiladores, tecnologías de intranet, sistemas operativos, entre otros (12).

Es el conjunto de datos que se almacena en un centro informativo capaz de controlar el acceso de aplicaciones y usuarios, por lo que es recomendable ubicarla en un sitio independiente de la aplicación a la que sea conectarla, además se presentan sistemas gestores de bases de datos (SGBD) que permite un almacenamiento y su acceso de manera estructurada y rápida.

3.1.7. Metodología Scrum

Es un tipo de metodología ágil que permite el éxito de desarrollo de productos mediante un trabajo dinámico y ágil que se orienta a las necesidades de los usuarios a través de herramientas, coordinaciones, reuniones y una estructura de trabajo. Para garantizar un adecuado proceso se realiza la división en Sprints que es el desarrollo de una actividad por

un equipo de trabajo designado. También, un Backlog se entiende como las tareas pendientes que se han definido para establecer el avance o las recomendaciones de priorización (13).

El elevado uso de la metodología Scrum se debe a los siguientes aspectos (14):

- i. Asignación de roles y plazos iterativos que se van estableciendo a medida de cada Sprint.
- ii. Facilidad de evaluar las herramientas para el análisis de cada Sprint.
- iii. Realización de los cambios en el momento oportuno al mantener una comunicación continua con el cliente, lo que permitirá evitar falta de recursos, problemas, déficit en la calidad, entre otros.
- iv. Los Sprint son dinámicos, es decir, pueden cambiar a medida que se terminan, por lo que son ágiles y más efectivos al momento de orientarse a las necesidades del cliente.
- v. Vista en retrospectiva, puesto que se puede pulir los pasos anteriores a fin de gestionar un menor uso de recursos.

4. CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

El crecimiento del área de equipos biomédicos fue generando mayor demanda y en las universidades empezaron a promover las nuevas carreras de Ingeniería Biomédica, pues al ser un campo con un rápido crecimiento necesita de mayor cantidad de profesionales para afrontarla, lo mismo sucede con el campo de especialidad en servicio técnico, subárea donde años anteriores, en su mayoría, era ocupada por personas de mantenimiento con conocimientos electrónicos o mecánicos o afines.

Actualmente, el rango de profesionales para dedicarse al servicio técnico de equipos biomédicos ha crecido, pudiendo ser cubierto por ingenieros biomédicos y también por ingenieros industriales, pero en su mayoría está cubierta por ingenieros y técnicos electrónicos, puesto que en el servicio técnico de un equipo biomédico se aplican conocimientos electrónicos (sensores, actuadores, procesadores, fuentes, entre otros) y conocimientos clínicos.

4.1. Descripción de Actividades Profesionales

4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades profesionales se encuentran centradas en la identificación de las tareas de mantenimiento preventivo o correctivo, según sea el caso. Adicionalmente a ello, la programación de las tareas rutinarias para mantener los equipos biomédicos, operativos, funcionales y disponibles.

Con esta finalidad se determinó que el área de trabajo compete a la zona de Lima y provincias del Perú, en horarios de oficina para lo programado de mantenimientos preventivos y con programación variable para atender las emergencias que se presenten, cuya garantía forma parte de las responsabilidades de la empresa.

4.1.2. Alcance de las actividades profesionales

El alcance como trabajador de servicio técnico de equipos biomédicos está enfocado principalmente en el trabajo técnico netamente, pero en algunos casos aumentan responsabilidades según el criterio de cada empresa. En la posición como especialista de servicio técnico de la empresa M2tek se tiene la responsabilidad tanto técnica como administrativa, cada servicio técnico a un equipo biomédico es considerado un proyecto, y cada proyecto tiene una documentación necesaria para iniciar y culminar el servicio.

Administrativo

En los alcances administrativos se considera que el especialista de servicio técnico tiene la responsabilidad de realizar y revisar la documentación necesaria y adaptada al proyecto que se ejecutará. Esta documentación puede ser distinta de acuerdo con cada proyecto que se realice (proyecto se considera a cada servicio técnico o el grupo de servicios técnicos que se va realizar, dependiendo de los acuerdos comerciales que tuvo la empresa), la documentación para un servicio de diagnóstico es diferente para la documentación de un mantenimiento correctivo.

Al momento de mencionar la documentación, nos referimos a todos los documentos formales que tiene relación con el proyecto a realizar con excepción de la factura y guía (estos dos documentos son realizados por otra área), entre los documentos que se van a realizar se pueden encontrar los siguientes:

- a) Acta de conformidad de entrega y/o ejecución de servicio.
- b) Certificado de garantía.
- c) Test de verificación operacional.
- d) Certificado de calibración de los instrumentos involucrados
- e) Informe detallado del servicio (digital).
- f) Cronograma de mantenimiento o verificación de equipo.
- g) Otros (documentos que solicitan de forma particular algunas entidades, en especial las entidades estatales).
- h) Aspecto técnico.

Los alcances en el aspecto técnico también tienen variación dependiendo del proyecto, si es un mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, diagnósticos, etc. Cada proyecto tiene un trabajo distinto, esto dependerá mucho del tipo de equipo y el tipo de servicio contratado, en este caso depende mucho del criterio del especialista basado en la información proporcionada por el fabricante o la marca.

Los trabajos para realizar se pueden mencionar en generalidades, el aspecto técnico siempre tiene que empezar por una previa evaluación del equipo para facilitar conocer su estado desde un punto de vista técnico, es importante porque muchas veces el usuario omite algunas fallas por desconocimiento.

Seguidamente se realiza el trabajo que dependerá del servicio contratado y para finalizar el trabajo se puede dejar el equipo en su estado inicial o con el trabajo concluido, todo esto dependerá de diversos factores presentados en el momento de realizar el trabajo.

En los alcances también podemos considerar otros puntos importantes, el alcance territorial donde desempeña sus trabajos el profesional de la empresa M2tek es en todo el País, siendo esto uno de los motivos por lo que el profesional está en constantes viajes a provincias.

También, podemos considerar que los alcances de horarios y trabajos se encuentran dentro del rango de lunes a viernes en los horarios de 09:00 a. m. hasta las 06:00 p. m., considerando que en el resto de horas no laborables hay una guardia que rota entre todo el personal de servicio técnico.

4.1.3. Entregables de las actividades profesionales

Los entregables de la actividad profesional juegan un rol muy importante para cada proyecto, por medio de ellos se hace una validación, confirmación y en algunos casos se demuestra parte del trabajo realizado.

En mi experiencia con el servicio técnico de equipos biomédicos he podido conocer los diferentes entregables de cada proyecto, algunos requieren de la confirmación por parte del cliente (firma y sello de la persona que valida) y otros no (solo se hace entrega).

Entre los entregables con los que se trabaja de forma más frecuente se encuentran los siguientes:

- i. *Informe técnico*. Consiste en un informe físico de un formato ya dispuesto por la empresa donde se llena con la información del trabajo realizado con el equipo del cliente y los puntos importantes que se quieren dar a conocer, es un documento que dará validación y conformidad al trabajo que se ha realizado, normalmente finaliza indicando la operatividad o inoperatividad del equipo y debe llevar la firma del cliente.
- ii. *Informe detallado digital*. Consiste en un informe digital en su mayoría (depende del cliente), donde se expondrán con mucho más detalle los trabajos indicados en el informe técnico. Toda la información debe ir acompañada de imágenes que validen la efectividad del trabajo y finaliza con las conclusiones y las recomendaciones para el cliente.
- iii. *Orden de trabajo de mantenimiento (OTM)*. Es el documento que manejan las entidades estatales que contratan el servicio de la empresa, generalmente lleva la misma información que el informe técnico y es muy parecido el formato.
- iv. *Informe del instrumento utilizado (opcional)*. El informe de los instrumentos es muy variante, algunos instrumentos tienen un formato predefinido, pero todos indicarán en su informe los valores obtenidos en las pruebas realizadas con el equipo biomédico,

normalmente este informe es un anexo del informe digital para poder darle mayor detalle del trabajo al cliente.

- v. *Test de verificación operacional (opcional)*. Algunos instrumentos no tienen la opción de imprimir informes, en ese caso solo muestran los valores obtenidos en la pantalla, para esos casos se cuenta con formatos por cada instrumento para que sean llenados de forma manual y se entregan como conformidad al cliente, estos informes suelen ser entregados con el informe técnico.

4.1.4. Proyecto de mejora para la actividad profesional

Mediante el diagnóstico de los respiradores artificiales se espera identificar las fallas con la finalidad de reducir el tiempo medio de fallas de estos equipos y trabajar con una mayor confiabilidad. Por ello, se listan los problemas identificados en los respiradores artificiales:

- El mantenimiento en ocasiones no logra obtener los resultados esperados, pues el personal desconoce aspectos específicos de equipos determinados.
- Ante el aumento de la demanda de repuestos durante la crisis sanitaria se incrementó el costo de repuestos, por tanto, repercutió en incrementar el tiempo de reparación.
- Demora en la reparación de mantenimiento debido a que los técnicos en ocasiones no movilizan las herramientas necesarias.
- Falla del compresor de aire ocasionado por la ausencia de un mantenimiento proactivo, pues se requiere el cambio de filtros a fin de evitar la obstrucción de este componente a causa del polvo o bien se encuentre averiado el módulo de enfriamiento.

Los problemas identificados guardan relación al diagnóstico y la ausencia de repuestos, pues no se emplean instrumentos de medición, el personal no se encuentra capacitado en el uso de instrumentos y en ocasiones el equipo no pasa el test inicial.

Por ello, en la experiencia de trabajo en la empresa M2tek se pudo identificar algunas oportunidades de mejora para el área de servicio técnico, siendo proactivo con las actividades profesionales se realizó el trabajo de la creación y diseño del proyecto INFOBIOD, el cual actualmente cubre algunas de las oportunidades de mejora de la empresa.

El proyecto INFOBIOD se centra básicamente en permitir minimizar los errores humanos y mejorar los tiempos de trabajo de los profesionales dedicados al servicio técnico de la empresa M2tek, con la finalidad de reducir los tiempos de avería de los equipos biomédicos y mejorar la confiabilidad humana.

El proyecto INFOBIOD consiste en un entorno web diseñado y cargado con información clasificada y ordenada exclusivamente para trabajadores de servicio técnico de la empresa M2tek, para que puedan tener un rápido acceso a información esencial, también cuenta con opciones para permitir retroalimentar al sistema con información del profesional basado en su experiencia y de esa manera ir mejorando el proyecto con el pasar del tiempo.

Asimismo, el proyecto fue propuesto y aprobado para un prototipo mínimo viable, previo análisis de la situación que se atravesaba en ese momento y la carga de trabajo con los mantenimientos de los ventiladores mecánicos debido a la pandemia se dio prioridad a estos equipos por lo que se concluyó con los siguientes alcances del proyecto:

Además, el proyecto en su prototipo mínimo viable se encuentra destinado como etapa inicial para los ventiladores mecánicos de la marca Event Medical y exclusivamente del modelo Evolution 3E, teniendo en cuenta que el proyecto cuenta con las opciones para expandirse a los demás equipos con los que trabaja la empresa.

4.2. Aspectos Técnicos de la Actividad Profesional

4.2.1. Metodologías

Ciclo de Deming

La metodología utilizada para realizar las actividades profesionales está basada en el Ciclo de Deming o también conocida como ciclo PDCA por sus palabras en inglés que son Plan, Do, Check y Act, la cual permite hacer una evaluación de forma constante, lo que es muy beneficioso para realizar un análisis con fines de mejora a cada servicio técnico programado y no programado.

A continuación, se describe detalladamente la forma que se aplica esta metodología a las actividades profesionales.

- i. **Plan (planificar).** Como su nombre mismo lo indica, se realiza un planeamiento para las futuras actividades a ejecutar. Es importante considerar en esta etapa de planificación como primer paso la identificación de la actividad asignada, seguidamente las herramientas, documentos, instrumentos y otros materiales que se verán implicados, también tener presente que se debe considerar los objetivos que se quieren alcanzar. El profesional en esta etapa debe como primer paso identificar la actividad encomendada por el coordinador, al mencionar actividad se debe considerar el tipo de servicio técnico, el equipo con el que se trabajará y la institución donde se realizará. Entre los tipos de servicio técnico puede ser mantenimiento preventivo, correctivo, diagnóstico u otros, y en la identificación del equipo es muy importante que se reconozca la marca, modelo y versión si es que

se considera necesario, teniendo identificado la actividad se debe hacer reconocimiento de los objetivos que se tienen que alcanzar. Como segundo paso el profesional debe analizar la información obtenida y empezar a identificar las documentaciones, instrumentos, herramientas de mano y herramientas propias del equipo, accesorios a utilizar, tiempos, movilidad y otros que sean necesarios para poder lograr con los objetivos de la actividad encomendada (15).

- ii. **Do (hacer).** En esta sección es donde se llevará a cabo la actividad, esta actividad debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la planificación, es posible y de fuerzas mayores o por factores externos que se tenga que realizar cambios en el momento, pero todo ello será en coordinación con el coordinador. Mayormente, esta sección inicia con la elaboración de las documentaciones relacionadas al tipo de servicio técnico que se brindará, seguido se realiza el empaque de las herramientas, instrumentos y todo lo considerado en la planificación, posterior a ello se realiza la programación de la movilidad previa comunicación con el cliente para confirmar la disponibilidad coordinada, teniendo todo lo anterior realizado se inicia con los trabajos técnicos del equipo biomédico el cual dependerá únicamente del profesional a cargo de acuerdo con los conocimientos y entrenamientos instruidos.
- iii. **Check (verificar).** En esta parte del ciclo es donde se realizará la verificación de los trabajos realizados, solo se dará inicio a esta etapa cuando el profesional haya terminado de realizar las actividades que incluyen las firmas de conformidad en las documentaciones. En esta sección se puede tener variaciones, pues hay actividades que se terminan en un transcurso de horas y otras actividades que se trabajan por etapas, pero cual sea la situación siempre tiene que terminar con una firma del cliente que pueda dar conformidad a los trabajos realizados. Teniendo la conformidad se inicia la verificación de los resultados del trabajo, se analiza si hubo causas que generaron complicaciones, se pueden analizar distintas variables como el tiempo empleado para el tipo de servicio, los procesos efectivos y otros.
- iv. **Act (actuar).** En esta última etapa es donde se tomará decisiones sobre la base de los resultados obtenidos, normalmente siempre se obtiene un aprendizaje de cada actividad, el trabajo técnico siempre será diferente, ya que influyen distintos factores como el equipo, el modelo, el tipo de servicio, el cliente, el tiempo de vida del equipo, etc., con lo que se concluye que las actividades nunca serán iguales y los procesos suelen cambiar para cada cliente, cada entidad tiene normas a las que nos sometemos para realizar los trabajos. Es ahí de donde se obtiene lo

beneficioso del aprendizaje diverso y más aún en tiempos de pandemia que los cambios fueron y siguen siendo frecuentes para adecuarse a la situación social. Sobre la base de lo aprendido se realizan los ajustes necesarios para las próximas actividades que se vayan a realizar en la entidad y algunos aprendizajes para otras entidades, también suceden problemas técnicos nuevos y es donde se realizan acciones para prevenirlos a futuro.

Metodología Scrum

Para el desarrollo de la aplicación móvil de consulta se empleó la metodología Scrum, la cual permite garantizar el éxito de los proyectos al incluir a los clientes y ciclos de trabajos. La metodología Scrum resulta ser dinámica, ágil y orientado a las coordinaciones de usuarios mediante una estructura de trabajo, herramientas y reuniones. Por ende, se utiliza Sprints para desarrollar una tarea establecida, en consecuencia, se debe planificar de manera iterativa los Sprints para finalizar el *software*. Por otro lado, un Backlog se tiende como la lista de tareas pendientes definidas recomendadas para la priorización y gestión del estado del producto (16). El elevado uso de la metodología Scrum se debe a los siguientes aspectos (14):

- a) Asignación de roles y plazos iterativos que se van estableciendo a medida de cada Sprints.
- b) Facilidad de evaluar las herramientas para el análisis de cada Sprints.
- c) Realizar los cambios en el momento oportuno al mantener una comunicación continua con el cliente, lo que permitirá evitar falta de recursos, problemas, déficit en la calidad, entre otros.
- d) Los Sprints son dinámicos, es decir, pueden cambiar a medida que se terminan, por lo que son ágiles y más efectivos al momento de orientarse a las necesidades del cliente.
- e) Permite una vista en retrospectiva, puesto que se puede pulir los pasos anteriores a fin de gestionar un menor uso de recurso (metodología ágiles para el desarrollo para cualquier tipo) si no se usa no nombrar.

4.2.2. Técnicas

- Se basa en la aplicación del código de seguridad y salud en el trabajo con electricidad, publicado por Osinergmin en el 2003. Referencia Resolución Ministerial N.º 111-2013-MEM-DM (17).

- Documento técnico sobre ventiladores mecánicos para uso pediátrico-adulto en cuidados críticos, aprobado por Instituto Nacional de Calidad (INACAL) sobre la Especificación Disponible Peruana EDP.103:2020.
- Normativa NTP-ISO 80601-2-12:2022, la cual se basa en la norma internacional europea ISO 80601. Establece estándares de calidad en la fabricación de respiradores artificiales que incluye requisitos de exactitud de protección, instrumentos y controles de equipos, así como procedimientos para el desarrollo de ensayos.
- Ley N.º 26842, Ley General de Salud, y sus modificaciones.

4.2.3. Instrumentos

Para realizar los trabajos de servicio técnico es muy importante contar con las herramientas adecuadas y los instrumentos apropiados para realizar el trabajo, en algunos casos se encuentran instrumentos de forma general para equipos de diferentes marcas, en otros casos hay equipos que tienen sus propios instrumentos de las mismas marcas con mayor diversidad de pruebas.

En la experiencia adquirida trabajando en la empresa se interactuó con los siguientes instrumentos:

Figura 6.

Simulador de signos vitales 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 7.

Simulador de signos vitales 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 8.

Simulador de saturación SPO2



Fuente: Elaboración propia

Figura 9.

Analizador de flujos por hilo caliente



Fuente: Elaboración propia

Figura 10.

Analizador de seguridad eléctrica



Fuente: Elaboración propia

Figura 11.

Analizador de oxígeno



Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Para el desarrollo de las actividades profesionales es muy importante contar con dos equipos básicos, laptop y el celular. Para el lado administrativo se empleó la laptop y las documentaciones y las coordinaciones formales vía correo. También permite desempeñarse usando las herramientas de *software* adquiridas por la empresa. Asimismo, el celular tiene como finalidad un rol distinto, la comunicación entre el coordinador y el trabajador de servicio técnico debe ser constante para mantener siempre actualizado el cuadro de actividades y cualquier otra coordinación que amerite el servicio, como el profesional de servicio técnico se desempeña mayormente en las instalaciones del cliente la comunicación en su mayoría se realiza remotamente. El celular también cumple el rol de dar acceso a las informaciones técnicas de los manuales y también para registrar las imágenes que serán necesarias para el informe digital y la información que el profesional considere necesario respaldar.

Dentro de los equipos que usa un profesional de este rubro, se puede generalizar las herramientas de mano, aquí se encuentran agrupados los desarmadores estrella, desarmador plano, alicates, llaves dado, llaves hexagonales, llaves torx, brochas de limpieza, llave de presión, entre otros. También, se encuentran herramientas especializadas que varían de acuerdo con el equipo con el que se va trabajar como, por ejemplo, se puede considerar un trabajo para un respirador artificial, para ello será necesario tener a la mano los tubos corrugados inspiratorio y espiratorio, la pieza en forma de Y, el pulmón de prueba, adaptadores o reductores, filtros antibacteriales, tubo corrugado de medidas indicadas en el manual de servicio y herramientas especiales que indica también el manual de servicio. Otro ejemplo también se puede considerar cuando se hace trabajos con equipos de neurología como pueden ser los electroencefalógrafos o electromiografos, para esos casos cada equipo tiene herramientas especiales como en el caso del electroencefalógrafos son necesarios una tarjetas electrónicas pequeñas que están cortocircuitadas y otras que tienen resistencias para hacer las pruebas de impedancia, en el caso de los electromiografos se arman herramientas para pruebas de adquisición de señal, en ese caso es muy usado unos cables con entrada estéreo para poder hacer las pruebas.

También, es importante considerar que para todos los trabajos se utilizan los equipos de protección personal, en algunos servicios se usan más elementos de protección personal (en adelante EPP) y otros menos EPP, esto dependerá del criterio del profesional sobre la base de la evaluación de la situación y del equipo con que se va a trabajar. En el **anexo 1** se presentan los EPP que se utilizan al momento de realizar el mantenimiento de equipos biomédicos.

Por último, se hace mención de los materiales, los cuales son considerados como insumos en la empresa, aquí podemos encontrar los papeles toalla para la limpieza de los equipos, el alcohol isopropílico, la cera y el aerosol de aire comprimido. En pocas oportunidades se hace uso también de los accesorios propios de los equipos como son los electrodos de electrocardiograma, electrodos de electromiografía y pasta conductora de electrocardiograma.

4.3. Ejecución de las Actividades Profesionales

4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

El profesional está sujeto a las actividades encomendadas por el jefe directo, en la empresa y sobre la base de su organigrama el jefe directo es el coordinador del área.

Al ser un área de servicio técnico tiene características particulares, entre ellas podemos encontrar que hay actividades que son de urgencia y actividades que son programadas, al mismo tiempo el horario de culminar labores en algunos casos dependerá del avance de la actividad. Las actividades son programadas por el coordinador y asignadas a cada profesional con la información necesaria basada en un formato que incluye datos del cliente y datos del servicio a realizar, de la misma manera el coordinador es el encargado de entregar los repuestos si es necesario.

De esta manera el profesional se programa y maneja sus tiempos de desplazamiento para poder cumplir con la función encomendada en la hora indicada, el profesional de servicio técnico es responsable de llevar un registro de sus actividades y los tiempos que han tomado cada uno de ellos.

4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

Un servicio técnico o considerado un proyecto se puede dar inicio de diferentes maneras, por requerimiento de un cliente o por iniciativa propia de la empresa, a continuación, se detallará mayor información.

- i. **Servicio técnico por garantía.** Aquí la iniciativa puede partir por nosotros como empresa o por el cliente, la solicitud es llevada hacia el coordinador del área de servicio técnico quien se encargará de la programación del servicio para el día y hora que el cliente pueda confirmar la disponibilidad del equipo. Después de coordinar y confirmar la fecha para la ejecución del servicio, el coordinador envía la información necesaria del proyecto al profesional que considere oportuno ya sea por disponibilidad de tiempo o por especialidad en el equipo, posteriormente hace la solicitud al administrador de proyectos para el retiro y entrega de los repuestos necesarios del almacén, los repuestos son entregados al profesional designado al

proyecto. El profesional a cargo del proyecto es responsable de previa salida a ejecutar el servicio la comunicación con el cliente para la confirmación de la información previa entregada por el coordinador, si la confirmación es positiva el servicio continua, si la confirmación es negativa el servicio se suspende y vuelve a iniciarse las coordinaciones, en el caso de continuar el servicio el profesional debe salir hacia la entidad del cliente con los repuestos, herramientas, instrumentos y documentaciones necesarias, el profesional ejecuta el servicio y hace firmar el informe técnico como validación de los trabajos realizados, en el caso de culminar el trabajo se retorna a oficina y se hace envío de la información del proyecto terminado con los detalles relevantes al coordinador y se sube a la base de datos los documentos involucrados, en caso de no culminar el servicio de igual manera se envía la información al coordinador pero con los detalles necesarios para la coordinación de una siguiente visita técnica.

- ii. **Servicio técnico por solicitud.** En este caso, la solicitud es realizada por la entidad que necesita el servicio, puede ser particular o estatal, el requerimiento puede ser realizado directamente a la empresa o puede ser publicada abiertamente, se llegan a acuerdos comerciales y una vez que es aprobada la cotización o enviada la orden de compra, el área comercial enviar la confirmación al área de operaciones o directamente al coordinador de servicio técnico, el coordinador es el encargado de comunicarse con el cliente y llegar a los acuerdos de fecha y horario para realizar las actividades, después de tener fecha y hora confirmada para el servicio debe revisar la disponibilidad de los profesionales de servicio técnico y destinar a una persona, seguidamente hace la solicitud al administrador de proyectos para el retiro y entrega de los repuestos necesarios del almacén que se encuentren indicados en los acuerdos comerciales, los repuestos son entregados al profesional designado al proyecto. El profesional a cargo del proyecto es responsable de previa salida a ejecutar el servicio la comunicación con el cliente para la confirmación de la información previa entregada por el coordinador, si la confirmación es positiva el servicio continua, si la confirmación es negativa el servicio se suspende y vuelve a iniciarse las coordinaciones, en el caso de continuar el servicio el profesional debe salir hacia la entidad del cliente con los repuestos, herramientas, instrumentos y documentaciones necesarias, el profesional ejecuta el servicio y hace firmar el informe técnico como validación de los trabajos realizados, en el caso de culminar el trabajo se retorna a oficina y se hace envío de la información del proyecto terminado con los detalles relevantes al coordinador y se sube a la base de datos los documentos involucrados, en caso de

no culminar el servicio de igual manera se envía la información al coordinador pero con los detalles necesarios para la coordinación de una siguiente visita técnica.

4.4. Mantenimiento de Respirador Artificial

4.4.1. Conceptos del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de equipos biomédicos se fundamenta en los siguientes conceptos:

- a) Análisis de códigos de error y revisión de parámetros de funcionamiento del equipo en caso de aplicar pruebas automática larga (A.T.G.) de buen funcionamiento.
- b) Instalación de los correspondientes *kits* de mantenimiento preventivo en caso de aplicar, actualización de la versión de *software* para el ventilador, a la más reciente disponible con esta actualización de *software*, el sistema tendrá las mismas características de los ventiladores recién fabricados mejorando el desempeño de los ventiladores recién fabricados, mejorando el desempeño de los componentes del mismo y tendrá el sistema operativo que permitirá la instalación de opciones de ventilación avanzadas
- c) Elaboración y entrega de un reporte de servicio donde se anotan los datos de los equipos y toda la información obtenida en las pruebas realizadas, así como el tipo de trabajo realizado y las partes reemplazadas (en caso se requiera), anotando también el diagnóstico.

El mantenimiento preventivo de equipos biomédicos se fundamenta en los siguientes conceptos:

4.4.2. Gestión administrativa en el mantenimiento

La coordinación para el mantenimiento preventivo o correctivo de respiradores artificiales se realiza en conjunto con el cliente, puesto que se debe buscar la disponibilidad del equipo al momento de que el técnico biomédico acuda a las instalaciones del centro de salud. Por tal motivo, para garantizar que se cumpla con las actividades planificadas se realiza generalmente el siguiente procedimiento:

- i. Una coordinación previa entre el área de coordinación de servicios con la finalidad de establecer un día y hora para dar inicio al servicio.
- ii. El área de coordinación de servicios gestiona que los accesorios, instrumentos, herramientas y documentación se encuentre disponible para el día en que se

realice el mantenimiento sea preventivo o correctivo, siendo de vital importancia una previa inspección de lo que se va necesitar.

- iii. El técnico biomédico antes de salir de las instalaciones de la empresa verifica que se encuentre conforme la lista de necesidades según el servicio que se va realizar, la cual cuenta con la validación del supervisor de ingeniería, siendo necesario para ello verificar la información en su correo electrónico.
- iv. El técnico biomédico acude al lugar en el día y hora pactado para iniciar el servicio portando los materiales necesarios, así como una laptop para revisar el manual de servicio del equipo.
- v. Es importante que el técnico biomédico se encuentre capacitado para realizar el mantenimiento, así como verificar que se cumpla lo dispuesto en el manual de servicio, en la cual se encuentra información de posibles fallas comunes.
- vi. La primera actividad que realiza el técnico biomédico es la prueba de operatividad a fin de validar el estado en el cual se encuentra el equipo antes de la manipulación, si el equipo presenta algún deterioro u observación que el técnico considere conveniente resaltar se registra antes de iniciar los trabajos. En caso el equipo se encuentre inoperativo se realiza la consulta a los especialistas del centro de salud para establecer el problema.
- vii. Una vez establecido el tipo de mantenimiento o la causa del problema del mantenimiento correctivo se realiza el cambio de piezas, como, por ejemplo, filtros, trampas de agua, entre otros.
- viii. Se procede a realizar mediciones para verificar el restablecimiento de la operatividad del equipo.
- ix. Finalizado el trabajo se procede a llenar el reporte de servicio, la cual contiene la fecha, hora, número de serie del equipo, nombre de la entidad y se deja constancia de lo realizado en el equipo, así como dejar constancia de que el equipo se encuentra inoperativo u operativo.

4.4.3. Inspección periódica y mantenimiento preventivo

- **Propósito de inspección periódica**

Se procede a ejecutar inspecciones según el tiempo preestablecido, debido a que se busca la prevención de eventuales errores de funcionamiento o prevenir averías antes de su materialización en el ventilador artificial, asimismo, garantizar que cumpla su tiempo de vida útil. Por tal motivo, el diagnóstico, técnicas y funciones que se realizan

en estos equipos son establecidos por los fabricantes con la finalidad de prolongar su disponibilidad.

- **Tipos de mantenimiento preventivo**

Los mantenimientos preventivos se ejecutan en intervalos de tiempo establecidos, las cuales pueden ser de forma semanal, mensual, bimensual, cada 6 meses, anual o cada dos años, siendo el motivo de cada tipo de mantenimiento que el ventilador artificial presente un funcionamiento eficiente

- **Propósito del mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo se realiza con el fin de devolver el óptimo funcionamiento del equipo, para lo cual se realizan tareas a fin de corregir las averías ocurridas.

- **Momento de la programación del mantenimiento**

Con la orden de compra se presenta el programa de mantenimiento.

Por otra parte, en caso el equipo se encuentre averiado se realiza un diagnóstico en el cual se envía los resultados al cliente para coordinar el mantenimiento respectivo.

4.4.4. Actividades durante el mantenimiento del ventilador Event Medical Evolution E3

Instalación del *hardware*

La actividad presenta una duración de tres horas para un ventilador convencional, siendo el fin la verificación inicial, así como la calibración del equipo según las especificaciones del fabricante. Asimismo, para cada intervalo de tiempo diferente se realizan acciones específicas, como, por ejemplo, en las 250 horas de trabajo se reemplaza o limpia el filtro del ventilador de enfriamiento.

Sensor de oxígeno

Es un componente que se debe reemplazar de manera anual o según se requiera, siendo necesario para ello el siguiente procedimiento:

- Desconectar el cable del sensor de oxígeno.
- El sensor se gira en sentido antihorario para ser removido.
- Posteriormente, se gira en la ubicación del nuevo sensor en posición horario para estar fijado.
- Se procede a conectar el cable del nuevo sensor.
- Al reemplazar la cubierta apretar de la misma manera los tornillos.

Verificación de batería

Es un elemento fundamental dentro del ventilador al permitir seguir suministrando energía al ventilador sin importar el traslado del paciente o que este se encuentre en movimiento. Ante ello, su carga es automática, pues se encuentra el cable enchufado a una conexión eléctrica.

Verificación de alarmas

El procedimiento de verificación de las alarmas debe cumplir la recomendación de EN 794-1, el cual son requisitos particulares aplicables a respiradores para cuidados intensivos. Por ello, se aplica las siguientes verificaciones para garantizar el envío de la alerta:

- a) Batería baja o se encuentra descargada
- b) Transición de fuente de potencia
- c) Alarma de activación de apnea de respaldo ante disminución o detención de la respiración
- d) Alarma de suministro de aire/aire bajo
- e) Alarma de suministro bajo en oxígeno/oxígeno
- f) Alarma de volumen bajo por minuto y volumen tidal bajo
- g) Alarma de desconexión
- h) Alarma de baja presión
- i) Alarma de alta presión

Actividad según el tipo de mantenimiento

El técnico biomédico capacitado previamente para la manipulación del equipo debe realizar las siguientes actividades según el tipo de mantenimiento. Asimismo, en el **anexo 2** se presentan imágenes de las actividades que se realizan a los ventiladores volumétricos.

Tabla 1. Actividades en tipos de mantenimiento

Actividad	Diario	Mensual	Bimensual	6 meses	12 meses
	Personal usuario asistencial			Personal técnico especializado	
Inspección visual de accesorios y del proceso de funcionamiento	X				
Revisión de conexión del equipo con el paciente	X				
Ajuste F-S Zero EXH	X				
Inspección visual del sensor de flujo de aire	X				
Calibración del sensor de oxígeno		x			
Verificación de calefactor de válvula		x			
Inspección de componentes internos y externos		x			
Calibración de parámetro en pantalla touch			x		
Calibración de la válvula de PEEP				X	
Calibración de volumen ESP				X	
Calibración del volumen de INSP				X	
Verificación del sensor de flujo de oxígeno					X
Verificación del solenoide de la válvula de seguridad					X

Fuente: Elaboración propia

4.5. Desarrollo de la metodología de *software*

Para el desarrollo de la aplicación móvil de consulta se utilizó la metodología Scrum a fin de que el sistema desarrollado responda a las necesidades del sector y permita ser usable, así como escalable. A continuación, se muestra las fases de su desarrollo:

4.5.1. Análisis de costos

El desarrollo de la aplicación móvil de consulta permite mejorar el mantenimiento correctivo que se realizan específicamente a los respiradores artificiales, sin embargo, se requirió desarrollar una inversión económica (ver anexo 3). A continuación, se muestra el costo total del proyecto:

Tabla 2. Costo total del proyecto

Descripción	Total
Costo acumulado	S/3,500.00
Reservas (20% del presupuesto)	S/700.00
Costo total	S/4,200.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos obtenidos en el desarrollo del proyecto fueron financiados en su totalidad por la empresa M2tek, pues se ha justificado la necesidad de implementar un aplicativo móvil para la consulta de principales fallas y la estrategia a seguir.

4.5.2. Análisis de planeación

A continuación, se establece el alcance de la aplicación móvil:

- a) Un módulo de inicio para detallar aspectos generales de la aplicación móvil.
- b) Un módulo para la evaluación y diagnóstico de los principales respiradores artificiales con los cuales se ha trabajado, así como el modelo y la posible falla del equipo a fin de identificar los principales problemas, según la percepción de los participantes.
- c) Un módulo de mantenimiento preventivo, el cual me permite establecer los repuestos necesarios según el tiempo, como, por ejemplo, el mantenimiento de cada dos (02) años requiere más repuestos que el realizado de manera manual.
- d) Un módulo para pruebas de operatividad, pues los equipos al trabajar generalmente en la Sala de Cuidados Intensivos (UCI) requiere cumplir parámetros especificados que se encuentran en manuales, siendo la dificultad de movilizar los distintos manuales a los distintos trabajos, en consecuencia, se genera un mayor uso de recursos, por lo que el módulo permite determinar los parámetros a evaluar según el tipo y modelo de artificial.

- e) Un módulo para herramientas por equipo, puesto que existe una variedad de modelos que requieren ciertas herramientas para cada tarea, siendo ineficiente portar todas las herramientas a los distintos puntos que se desplaza. Por ello, se busca detallar una lista de material a utilizar según el tipo de trabajo a realizar en cada equipo y modelo diferente.

Referente al equipo de trabajo, se conformó cuatro integrantes que brindaron sus conocimientos en el mantenimiento de respirador artificial, por lo que para alcanzar el éxito el proyecto se cumplió con los siguientes valores:

- Foco en la tarea.
- Autodisciplina.
- Respeto al equipo.
- Autonomía del equipo.

4.5.3. Fase de análisis

En la presente fase se generó el “Product Backlog”, “Pila de Sprint” e “Historias de Usuario”, como se muestra a continuación:

Product Backlog

Tabla 3. *Product Backlog*

ID	Nombre del requerimiento	Detalle del requerimiento	Prioridad	Sprint
RF00	Login	Mediante un usuario y contraseña se ingresa al módulo inicio para visualizar el registro de visitas.	5	Sprint 0
RF01	Inicio	Se visualiza la cantidad de uso del sistema de manera diaria, semanal y mensual.	5	Sprint 1
RF02	Evaluación y diagnóstico	Se selecciona la marca, el modelo y la falla que se está presentando a fin las posibles fallas ordenadas según el grado de valoración.	5	Sprint 2
RF03	Mantenimiento preventivo	Se selecciona la marca, el modelo y el tipo de mantenimiento a realizar a fin de obtener los accesorios necesarios para el trabajo.	5	Sprint 3
RF04	Pruebas de operatividad	Se selecciona la marca y modelo para obtener los valores a configurar.	5	Sprint 4
RF05	Herramientas por equipo	Se selecciona la marca y modelo para obtener el listado de herramientas para realizar el trabajo.	5	Sprint 5

Fuente: Elaboración propia

Pila de Sprint

En la siguiente tabla se muestra la pila de Sprint del proyecto:

Tabla 4. *Pila de Sprint*

ID	Requerimiento	Tarea del sprint	Encargado	F. Inicio	F. Fin
RF00	Autenticación	HU01: Login	José Guillermo Araujo Alvarado	25/02/2021	28/02/2021
RF01	Inicio	HU02: Inicio	José Guillermo Araujo Alvarado	28/02/2021	7/03/2021
RF02	Evaluación y diagnóstico	HU03: Evaluación y diagnóstico	José Guillermo Araujo Alvarado	8/03/2021	21/03/2021
RF03	Mantenimiento preventivo	HU04: Mantenimiento preventivo	José Guillermo Araujo Alvarado	22/03/2021	31/03/2021
RF04	Pruebas de operatividad	HU05: Pruebas de operatividad	José Guillermo Araujo Alvarado	1/04/2021	11/04/2021
RF05	Herramientas por equipo	HU06: Herramientas por equipo	José Guillermo Araujo Alvarado	12/04/2021	22/04/2021

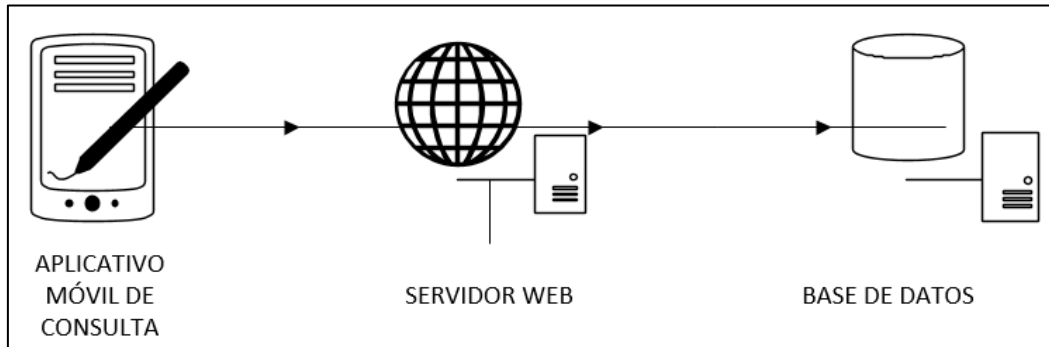
Fuente: Elaboración propia

Arquitectura

En la siguiente figura se muestra la arquitectura de solución que funciona el aplicativo móvil:

Figura 12

Descripción del representante legal

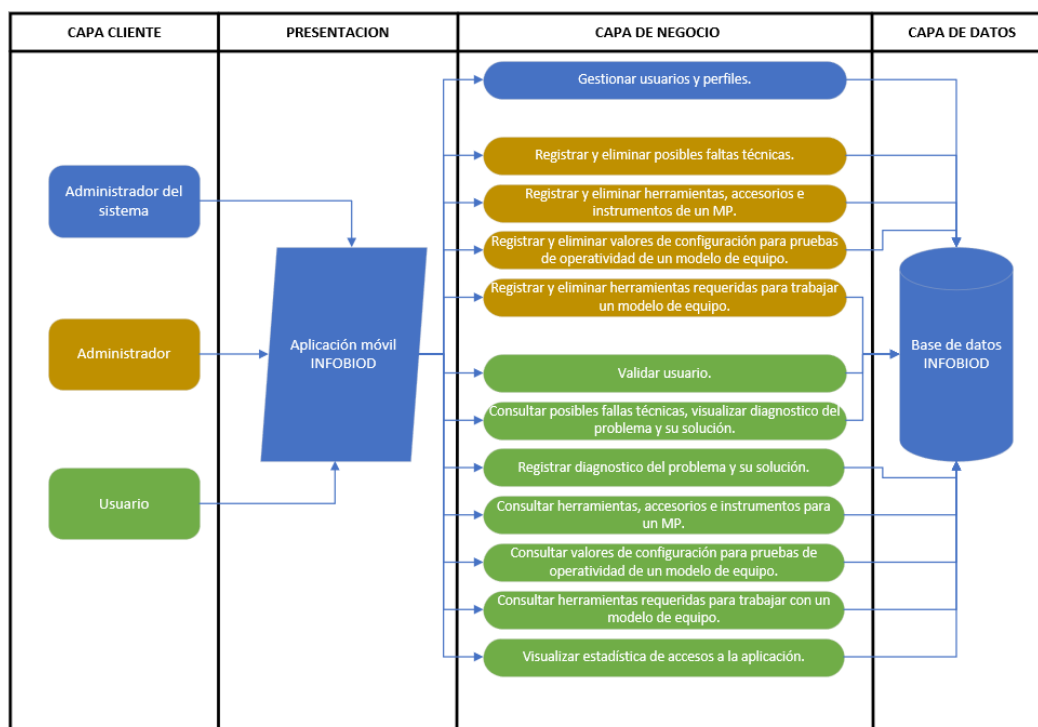


Fuente: Elaboración propia

Para un mejor entendimiento, se muestra a continuación un esquema en el cual se realiza las diferentes capas del aplicativo móvil:

Figura 13

Capas del aplicativo móvil



Fuente: Elaboración propia

Software durante el desarrollo

Se utilizó Visual Studio, el servidor web IIS para alojar la información y como base de datos Microsoft SQL Server, mientras que el lenguaje de programación principal fue C #.

Diccionario de base de datos

A continuación, se especifican los diccionarios de datos de la base de datos de la aplicación móvil:

Figura 14

Diccionario de datos de falla

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Diccionario de datos de herramienta

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Diccionario de datos de marca

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Diccionario de datos de modelo

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Diccionario de datos de modelo

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
nIdTiempo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 19.

Diccionario de datos de falla

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 20.

Diccionario de datos de herramienta

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 21.

Diccionario de datos de marca

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 22.

Diccionario de datos de modelo

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Diccionario de datos de accesorio

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
nIdTiempo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Diccionario de datos de herramienta

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
nIdTiempo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Diccionario de datos de instrumento

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
nIdTiempo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Diccionario de datos de prueba

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Diccionario de datos de accesos

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdUsuario	int	<input checked="" type="checkbox"/>
cCodApp	nvarchar(3)	<input checked="" type="checkbox"/>
dFecha	date	<input checked="" type="checkbox"/>
dHora	time(0)	<input checked="" type="checkbox"/>
cCodAcceso	nvarchar(3)	<input checked="" type="checkbox"/>
nIdRelacion	int	<input checked="" type="checkbox"/>
bCierreTiempo	bit	<input checked="" type="checkbox"/>
nIdEmpresa	int	<input checked="" type="checkbox"/>
bHabilitado	bit	<input checked="" type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input checked="" type="checkbox"/>
cUsuarioCreacion	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
dFechaCreacion	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
cUsuarioModificacion	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
dFechaModificacion	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Diccionario de datos de usuarios

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
cCodUsuario	nvarchar(15)	<input type="checkbox"/>
cNomCompleto	nvarchar(120)	<input checked="" type="checkbox"/>
cUsuario	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>
cContrasena	nvarchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
bCambContrasena	bit	<input checked="" type="checkbox"/>
nIdEmpresa	int	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Diccionario de datos de problema

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
nIdFalla	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
cProblema	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
cSolucion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nVotos	int	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Diccionario de datos de tiempo

Column Name	Data Type	Allow Nulls
nId	int	<input type="checkbox"/>
nIdMarca	int	<input type="checkbox"/>
nIdModelo	int	<input type="checkbox"/>
cDescripcion	nvarchar(500)	<input type="checkbox"/>
nEliminado	tinyint	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración propia

Desde la figura 14 hasta la figura 30 se muestra la columna de los datos necesarios para el óptimo funcionamiento de la aplicación web, mientras que en el Data Type se describe el tipo de dato de cada variable, siendo int (entero), nvarchar (texto), tinyint (número positivo de 0 a 255), date (fecha) y datetime (fecha y hora)

4.5.4. Fase de diseño

A continuación, se presenta los Sprint para el desarrollo de la aplicación móvil de consulta denominada INFOBIOD:

Tabla 5. *Historia de Login*

Sprint 0			
Código	RF01	Nombre	Login
Usuario	Administrador y cliente		
Prioridad	Alta	Prioridad en desarrollo	Alta
Puntuación estimada	5	Puntuación asignada	5
Riesgo en negocio	Baja	Riesgo en desarrollo	Baja
Dependiente	Ninguna	Interacción asignada	3
Criterio	Condición		Resultado
Criterio de aceptación	El sistema requiere de un nombre de usuario sumado a una contraseña para ser validado.		El sistema valida y si está en la base de datos lo acepta y si no imprime un mensaje "Usuario o clave incorrecta".
	El usuario y administrador ingresan por la misma autenticación.		Ingresando al sistema especifica el tipo de usuario y los privilegios que acarrea.
Observaciones	Para poder ingresar, el usuario debe de estar correctamente registrado en la base de datos por el administrador. En caso de olvidarse el nombre de usuario o clave, el usuario debe informar al administrador para que valide y se actualice su nombre de usuario o clave, si fuera el caso poder cambiar de clave.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Historia de inicio

Sprint 1			
Código	RF02	Nombre	Inicio
Usuario	Administrador y cliente		
Prioridad	Alta	Prioridad en desarrollo	Alta
Puntuación estimada	5	Puntuación asignada	5
Riesgo en negocio	Baja	Riesgo en desarrollo	Baja
Dependiente	Ninguna	Interacción asignada	3
Criterio	Condición		Resultado
Criterio de aceptación	Al ingresar el usuario se visualiza el gráfico de la tendencia de las visitas de manera semanal así como el registro de visitantes de manera diaria, semanal y mensual.		El usuario visualiza la cantidad de personas que visitaron el sistema de manera diaria, semanal y mensual.
	Permite el cambio por fechas de manera semanal, mensual o anual para el cambio del gráfico.		El sistema consulta la base de datos y muestra la actualización de la gráfica según el requerimiento del usuario.
Observaciones	Para visualizar los registros en tiempo real, la consulta que realizan los usuarios según la fecha de visualización.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Historia de evaluación y diagnóstico

Sprint 2			
Código	RF02	Nombre	Evaluación y diagnóstico
Usuario	Administrador y cliente		
Prioridad	Alta	Prioridad en desarrollo	Alta
Puntuación estimada	5	Puntuación asignada	5
Riesgo en negocio	Baja	Riesgo en desarrollo	Baja
Dependiente	Ninguna	Interacción asignada	3
Criterio	Condición		Resultado
Criterio de aceptación	Seleccionar la marca, modelo y falla previamente almacenada en la base de datos.		El sistema muestra en orden las causas de fallas según su grado de valoración y el usuario puede valorar una o más causas.
	El usuario con facultades puede añadir una posible causal de falla adicional.		El sistema muestra la lista de posibles fallas en orden de grado de valoración añadiendo la causa de falla del usuario.
Observaciones	Al seleccionar la falla, se muestra el problema y la solución para el caso especificado, siendo la valoración realizada según la ayuda al usuario.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Historia de mantenimiento preventivo*

Sprint 3			
Código	RF02	Nombre	Mantenimiento preventivo
Usuario	Administrador y cliente		
Prioridad	Alta	Prioridad en desarrollo	Alta
Puntuación estimada	5	Puntuación asignada	5
Riesgo en negocio	Baja	Riesgo en desarrollo	Baja
Dependiente	Ninguna	Interacción asignada	3
Criterio	Condición		Resultado
Criterio de aceptación	Seleccionar la marca, modelo y el tipo de mantenimiento que desea consultar el usuario.		El sistema muestra la lista de repuestos o accesorios que se van a necesitar para el mantenimiento consultado.
	El usuario con facultades puede añadir accesorios o repuestos según el tipo de mantenimiento.		Se actualiza la base de datos, según los repuestos por cada tipo de mantenimiento.
Observaciones	Para cada mantenimiento preventivo se requiere repuestos diferentes a pesar de que sea el mismo modelo de equipo, puesto que resulta diferente el mantenimiento de 1 año a 2 años.		
	Los usuarios con facultades actualizan la base de datos para consultar modelos diferentes.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Historia de pruebas de operatividad

Sprint 4			
Código	RF02	Nombre	Pruebas de operatividad
Usuario	Administrador y cliente		
Prioridad	Alta	Prioridad en desarrollo	Alta
Puntuación estimada	5	Puntuación asignada	5
Riesgo en negocio	Baja	Riesgo en desarrollo	Baja
Dependiente	Ninguna	Interacción asignada	3
Criterio	Condición		Resultado
Criterio de aceptación	Seleccionar la marca y modelo que desea consultar el usuario.		El sistema arroja una serie de valores según el manual de servicios para el equipo consultado, las cuales permiten corroborar el adecuado funcionamiento del equipo.
	El administrador entrega los valores a configurar según la marca y modelo de cada equipo.		El sistema almacena los valores y equipos según el manual de servicios.
Observaciones	Al seleccionar un modelo y marca se muestran una serie de valores según el manual de servicios con la finalidad de que el usuario verifique si los valores del equipo coinciden con los del manual.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Historia de herramientas por equipo

Sprint 5			
Código	RF02	Nombre	Herramientas por equipo
Usuario	Administrador y cliente		
Prioridad	Alta	Prioridad en desarrollo	Alta
Puntuación estimada	5	Puntuación asignada	5
Riesgo en negocio	Baja	Riesgo en desarrollo	Baja
Dependiente	Ninguna	Interacción asignada	3
Criterio	Condición		Resultado
Criterio de aceptación	Seleccionar la marca y modelo para consultar herramientas del equipo.		El sistema arroja las herramientas según la marca y modelo del equipo.
Observaciones	Al seleccionar la marca y modelo se muestra una lista de herramientas según cada modelo de equipo que deben considerar el usuario para las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.		

Fuente: Elaboración propia

4.5.5. Fase de desarrollo

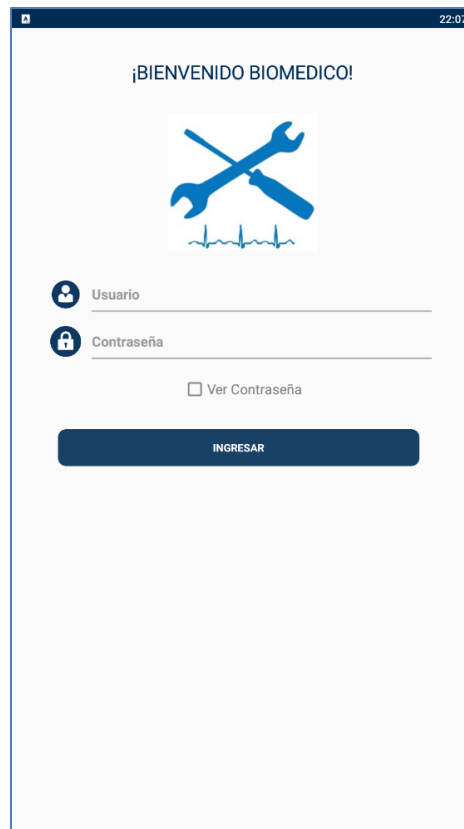
La aplicación móvil de consulta, denominada INFOBIOD, es un proyecto realizado en la empresa M2tek con la finalidad de presentar un sistema de consulta para los técnicos biomédicos que realizan el mantenimiento preventivo y correctivo, siendo en primera instancia probada para respiradores artificiales de distintas marcas y modelos. Para ello, el sistema cuenta con tres niveles de permisos que son administrador, usuario con permisos y usuario final con la finalidad de garantizar una información fidedigna, puesto los usuarios finales únicamente establecen puntuación de valoración.

Login (autenticación de usuarios)

El aplicativo móvil de consulta es de acceso libre para toda persona que desee realizar consulta sobre equipos. Por ello, el producto final se espera subirlo a una plataforma de descarga con la finalidad de alimentar la información en el sistema, siendo necesario para ello un correo electrónico y una contraseña generada por el usuario.

Figura 31

Desarrollo de logín de autenticación de usuario



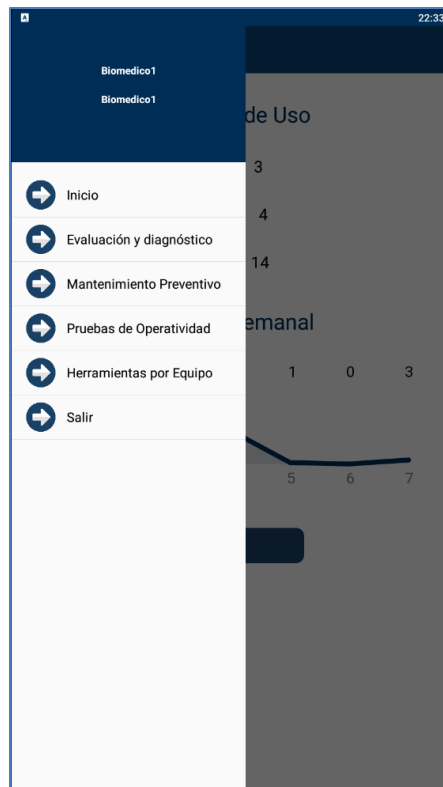
Fuente: Elaboración propia

Inicio

El aplicativo móvil de consulta al ser de uso libre se requiere una confianza en el usuario para mantener su uso, por lo que al ingresar el técnico se muestra una interfaz gráfica que muestre la cantidad de visitas al día, semanal y mensual con la finalidad de que los usuarios identifiquen el uso de la aplicación. De igual manera, presenta la opción de módulos al lado derecho para cumplir la regla de los tres *click* y encontrar lo que se necesite de manera rápida. A continuación, se muestra una imagen del módulo desarrollado.

Figura 32

Desarrollo del módulo de inicio



Fuente: Elaboración propia

Evaluación y diagnóstico

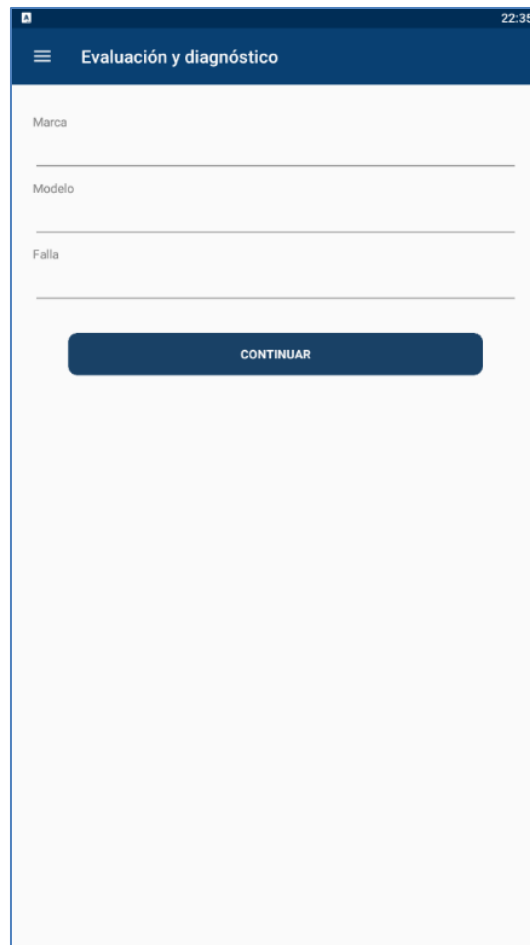
En primera instancia se trabajó únicamente con los respiradores artificiales que presentan una variedad de modelos, debido a la variedad de fallas según cada modelo. Por lo que, para consultar sobre un equipo en específico se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Seleccionar una marca
- Seleccionar un modelo
- Seleccionar un tipo de falla
- Visualizar el problema y solución
- Valorar la ayuda recibida
- Finalizar el proceso

El usuario con facultades puede añadir fallas, así como su problema y su respectiva solución, la cual también será valorada por los usuarios.

Figura 33

Desarrollo del módulo de evaluación y diagnóstico



La imagen muestra una interfaz de usuario en un dispositivo móvil. En la parte superior, hay una barra azul con el título "Evaluación y diagnóstico" y un icono de menú a la izquierda. Debajo de la barra, hay tres campos de entrada con las etiquetas "Marca", "Modelo" y "Falla". Cada campo tiene una línea horizontal para escribir. En la parte inferior de la pantalla, hay un botón azul con el texto "CONTINUAR".

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento preventivo

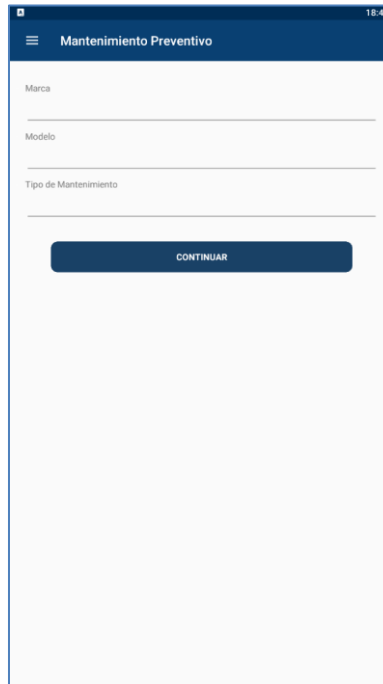
El módulo de mantenimiento del aplicativo móvil de consulta arroja los repuestos que se van a utilizar para cada tipo de mantenimiento, los cuales varían según el tipo de mantenimiento por tiempo de trabajo del equipo, en consecuencia, se programa los mantenimientos por intervalos de tiempo que puede ser mantenimientos mensuales, anuales, cada 2 dos años, entre otros. Por ello, a continuación, se presenta el procedimiento a seguir para realizar la consulta:

- Seleccionar una marca
- Seleccionar un modelo
- Seleccionar un tipo de mantenimiento
- Visualizar los repuestos a necesitar
- Finalizar la operación

La información registrada se obtuvo inicialmente de la experiencia de los técnicos biomédicos de la empresa M2tek para luego ser ordenada y clasificada según el tipo de mantenimiento.

Figura 34.

Desarrollo del módulo de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

Pruebas de operatividad

Uno de los principales fines de la creación de un aplicativo móvil de consulta es contar con información fiable y rápida según el tipo de circunstancia. Por ello, se revisaron los manuales de servicio, siendo el alcance del presente trabajo la presentación exclusiva de los valores para respiradores artificiales, sin embargo, es posible aumentar las marcas y modelos para la consulta de otros equipos.

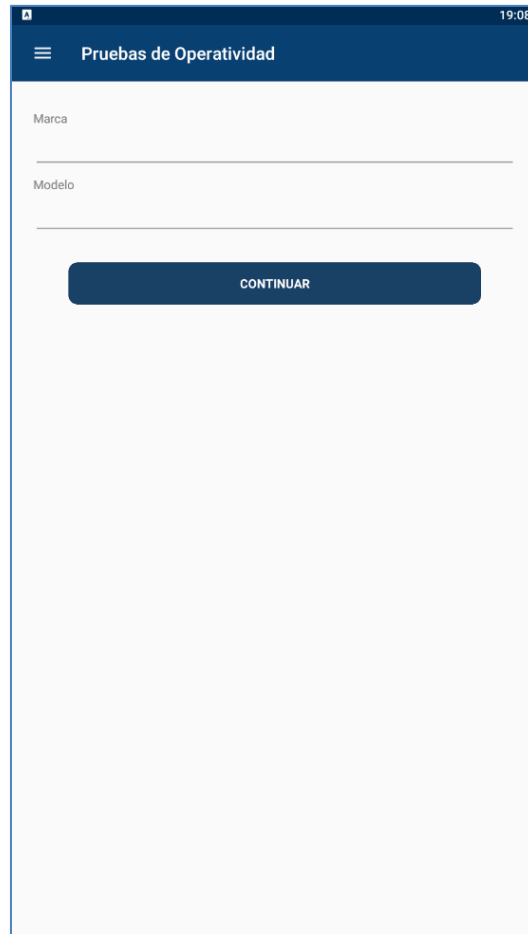
La importancia del desarrollo del presente módulo radica en la necesidad de contar con información fiable en el momento requerido, así como reducir el tiempo de búsqueda al automatizar la identificación de una serie de valores requeridos para dar de alta a un equipo posterior al mantenimiento. Por ello, a continuación, se presenta el procedimiento a seguir para realizar la consulta:

- Seleccionar una marca
- Seleccionar un modelo

- Visualizar los valores según el manual de servicio
- Finalizar la operación

Figura 35.

Desarrollo del módulo de pruebas de operatividad

The image shows a mobile application screen with a dark blue header containing a hamburger menu icon and the text 'Pruebas de Operatividad'. Below the header, there are two text input fields. The first is labeled 'Marca' and the second is labeled 'Modelo'. Below these fields is a prominent blue button with the text 'CONTINUAR' in white capital letters. The background of the screen is a light gray gradient.

Fuente: Elaboración propia

Herramientas por equipo

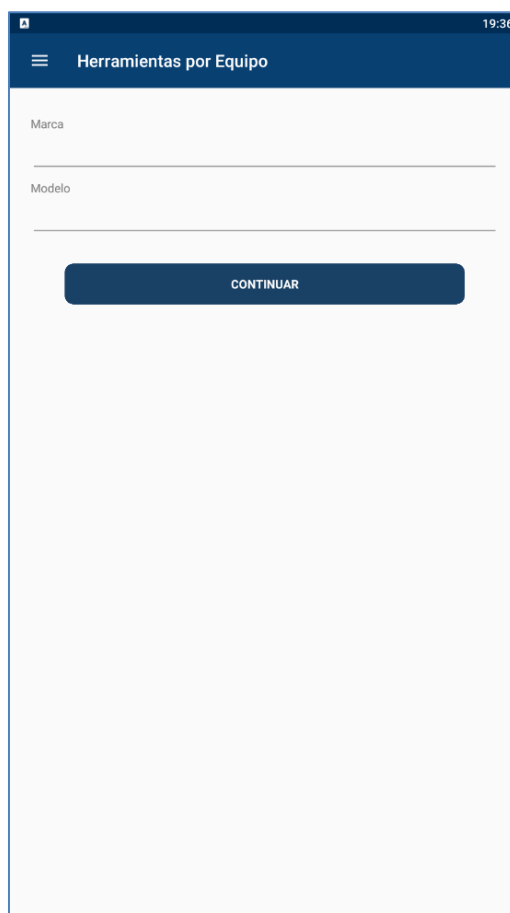
La finalidad de crear un aplicativo móvil de consulta es mejorar el proceso de mantenimiento que realizar los técnicos mediante la presentación de información fiable, como, por ejemplo, al momento de realizar el mantenimiento de un conjunto de equipos se pueda consultar las herramientas necesarias, puesto que varía según los modelos debido a la geometría de los accesorios. A continuación, se describe el procedimiento para la consulta de las herramientas necesarias:

- Seleccionar una marca
- Seleccionar un modelo
- Visualizar las herramientas

- Finalizar el proceso

Figura 36.

Desarrollo del módulo de herramientas por equipo

The image shows a mobile application screen with a dark blue header containing a hamburger menu icon and the text 'Herramientas por Equipo'. The time '19:36' is visible in the top right corner. Below the header, there are two text input fields. The first is labeled 'Marca' and the second is labeled 'Modelo'. Below these fields is a dark blue button with the text 'CONTINUAR' in white capital letters.

Fuente: Elaboración propia

La importancia del módulo no solo radica en mejorar el mantenimiento que realizan los técnicos biomédicos, sino también las personas que se relacionan al proceso, como, por ejemplo, el área de planificación al conocer las herramientas que se necesitaran.

3.5.1 Fase de prueba

A continuación, se describen las pruebas realizadas a la aplicación móvil de consulta denominado INFOBIOD.

Tabla 11. Pruebas realizadas

Sprint	Tarea del Sprint	Prueba	Resultado
Sprint 0	HU01: Login	Se logró acceder al sistema mediante las credenciales creadas	Exitoso
Sprint 1	HU02: Inicio	Se logró visualizar la cantidad de personas que visitaron el sistema	Exitoso
		Se logró modificar la semana de visualización	Exitoso
		Se actualiza el número de visitas al actualizar la interfaz del módulo	Exitoso
Sprint 2	HU03: Evaluación y diagnóstico	Se logró visualizar el problema y solución según la marca y modelo de falla seleccionada	Exitoso
		Se añade, modifica y elimina las fallas así como su problema y solución según las marcas y/o modelos seleccionados	Exitoso
Sprint 3	HU04: Mantenimiento preventivo	Se logró visualizar los repuestos según la marca, modelo y tipo de mantenimiento	Exitoso
		Se añade, modifica y elimina repuestos según el tipo de mantenimiento de la marca y/o modelo seleccionado	Exitoso
Sprint 4	HU05: Pruebas de operatividad	Se logró visualizar una serie de valores según la marca y modelo que se desea consultar	Exitoso
		Se añade, modifica y/o elimina valores según la marca y modelo seleccionado	Exitoso
Sprint 5	HU06: Herramientas por equipo	Se logró visualizar el listado de herramientas para el mantenimiento según la marca y modelo del equipo seleccionado	Exitoso
		Se añade, modifica y elimina herramientas según la marca y modelo del equipo que se ha seleccionado.	Exitoso

Fuente: Elaboración propia

3.5.1 Fase de despliegue

La aplicación móvil de consulta, denominada INFOBIOD, servirá de apoyo al personal que cuente con dificultades en el diagnóstico, reparación y verificación de parámetros de operatividad, sin embargo, el uso de la herramienta en la actualidad es para los trabajadores de la empresa M2tek, por lo que una vez se cuenten con una cantidad de información considerable se espera compartir su uso a otros profesionales para que puedan acceder a ella.

5. CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Resultados Finales de las Actividades Realizadas

- i. Se determinaron los aspectos generales de la empresa M2tek, la cual se dedica a realizar el servicio técnico de postventa de equipos biomédicos, siendo presentada la experiencia adquirida dentro del área de coordinación de servicios como técnico biomédico. En el cargo asignado se aplicó los conocimientos adquiridos en la casa de estudios sobre electrónica y gestión que me permiten realizar mantenimiento preventivo, diagnóstico, mantenimiento correctivo y capacitaciones a los técnicos de los centros de salud y clínicas.
- ii. Se logró la presentación de las actividades profesionales que realizan los técnicos biomédicos, específicamente en el mantenimiento de respiradores artificiales, los cuales son un equipo importante en la unidad de cuidados intensivos (UCI), siendo el crecimiento de la demanda por adquirir respiradores artificiales y devolver su operatividad posterior a la crisis sanitaria ocasionada por el Covid-19. Por tal motivo, se presentó el mantenimiento de respiradores artificiales que realizan los técnicos biomédicos para garantizar la confiabilidad y disponibilidad de estos equipos principalmente durante una crisis sanitaria.
- iii. Ante la necesidad de reducir el error humano involuntario y se mejore el mantenimiento preventivo, así como el correctivo se propuso un aplicativo móvil de consulta denominado IINFOBIOD, el cual se desarrolló bajo la metodología ágil Scrum y tuvo como módulos a evaluación y diagnóstico, mantenimiento preventivo, pruebas de operatividad, y herramientas por equipo. La aplicación móvil es de uso libre en primera instancia se consideró para respiradores artificiales, pero se puede incrementar distintos equipos médicos, según la información que se agregue por los participantes con base a su experiencia.

5.2. Logros Alcanzados

Se logró presentar la experiencia profesional como técnico biomédico en la empresa M2tek, en cuanto al mantenimiento preventivo que se realizan en respiradores artificiales, así como el desarrollo de una aplicación móvil de consulta que sirva como medio de consulta durante las actividades de mantenimiento.

- i. Se logró sustentar las actividades que realizan los técnicos biomédicos, siendo énfasis de que esta actividad por lo general está cubierta por profesionales con dominio en electrónica debido a su tardía especialización a nivel nacional.

- ii. Se expusieron los tipos de mantenimiento preventivos que se realizan a los respiradores artificiales, específicamente del ventilador event Medical Evolution 3E que se realizó como, por ejemplo, el diagnóstico, cambio de accesorios y llenado de reportes de trabajo.
- iii. Mediante la fase de pruebas de la aplicación móvil de consulta se logró validar su adecuado funcionamiento de los 4 módulos desarrollados. Asimismo, presenta una interfaz amigable y de fácil acceso para los trabajadores de servicio técnico, el cual podrá ser utilizada de forma libre reforzando y proporcionando conocimiento para el cumplimiento de su trabajo.
- iv. Con el desarrollo del aplicativo se logra una herramienta de consulta de información sobre el mantenimiento de equipos biomédicos, siendo de gran valor para un área de servicio técnico que se enfrenta a diferentes problemas operativos, así como la necesidad de contar con información para reducir el error humano involuntario.

5.3. Dificultades Encontradas

Las empresas de servicio de mantenimiento de equipos biomédicos son claves para garantizar el servicio que brindan los centros de salud. Por tal motivo, es fundamental la formación, así como el rol que desempeñan los profesionales, sin embargo, los profesionales con especialidad en electrónica presentan dificultades durante su inicio en el sector, pues es una actividad que se basa en el conocimiento teórico-práctico, la cual durante la formación universitaria no se encuentra especializada.

En el mercado nacional existe una variedad de equipos y sus respectivos modelos, lo que ocasiona una gran cantidad de información que debe ser de conocimiento por los técnicos biomédicos o contar con los manuales para realizar los servicios, sin embargo, la búsqueda de información en específica suele tomar tiempo. Por tal motivo, la importancia de la aplicación móvil de consulta denominada IINFOBIOD permite la consulta sobre el mantenimiento, por lo que a medida que se utilice por más especialistas se enriquece la información almacenada en la base de datos.

La aplicación móvil de consulta se diseñó para ser utilizada en celulares con sistema operativo Android, lo que limita su uso a otros sistemas operativos en el mercado, como, por ejemplo, los celulares con sistema operativo IOS. Por ello, a medida que se logren resultados satisfactorios se realizará un nuevo desarrollo para su compatibilidad con cualquier sistema operativo utilizado en el mercado nacional.

El crecimiento de la información y la tabulación de los datos en el aplicativo INFOBIOD, dependerá directamente de la administración y la cooperación con retroalimentación de todos los trabajadores, para ello es muy importante capacitar con la responsabilidad que cuenta cada persona y la continuidad de siempre mantener actualizado el aplicativo, la dificultad principal se encuentra en el erróneo sentido de superioridad de algunos trabajadores y la mala actitud de no querer compartir conocimiento o experiencias nuevas, las cuales deben ser gestionadas por medio de un líder.

5.4. Planteamiento de Mejoras

5.4.1. Metodologías propuestas

Durante la experiencia profesional se emplea la metodología del Ciclo de Deming, debido a la variedad de herramientas para el análisis, planeación, verificación y mejora continua en el servicio de mantenimiento.

Para el desarrollo de la aplicación móvil de consulta se empleó la metodología ágil Scrum, pues permite un enfoque basado en las necesidades del usuario final. Asimismo, se trabajó con seis (06) Sprint y la participación de cuatro (04) integrantes que brindaron su conocimiento en el mantenimiento de respiradores artificiales.

5.4.2. Descripción de la implementación

Se expone la experiencia obtenida mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos específicamente de respiradores artificiales, siendo plasmado el conocimiento en el desarrollo de una aplicación móvil de consulta que servirá para reducir el error humano y mejorar el desarrollo de actividades de mantenimiento de técnicos biomédicos que requieran hacer consultas en tiempo real.

5.5. Aporte del Bachiller en la Empresa y/o Institución

En el puesto de técnico biomédico en la empresa M2tek, el aporte realizado a la empresa fue lo siguiente:

El mantenimiento a los distintos equipos biomédicos, encargados por la empresa para realizar los trabajos de la mejor manera, tienen la finalidad de alinear la visión y misión que se posee. Por tal motivo, la capacitación constante y el aprendizaje de nuevas técnicas es clave para un mejor desempeño profesional.

El conocimiento adquirido durante el puesto de técnico biomédico se utilizó para el desarrollo de un aplicativo móvil de consulta que se denominó IINFOBIOD, el cual busca reducir el error humano, así como elevar la calidad del servicio que realizan no solamente los técnicos de la empresa M2tek, sino también aquellos que recién inician en el sector de

mantenimiento de equipos biomédicos. Por tal motivo, se espera que la empresa M2tek utilice la solución tecnológica dentro de sus actividades.

CONCLUSIONES

1. Con una inversión de S/. 4,200.00 se logró desarrollar el aplicativo IINFOBIOD que permite reducir hasta en un 20 % el tiempo empleado para el diagnóstico de los equipos, mientras que la información obtenida para su aplicación influirá en mejorar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo que realiza la empresa M2tek, por lo tanto, el aporte que genera el aplicativo es la optimización del diagnóstico así como el análisis de la información para mejorar la toma de decisiones.
2. Se presentó las actividades principales que realiza la empresa M2tek, la cual se enfoca al servicio de postventa a equipos biomédicos de las marcas que representa, abarcando el mantenimiento preventivo, correctivo, instalación de equipos médicos, capacitaciones al personal asistencial y técnico profesional, así como venta de repuestos de las marcas que representa.
3. Se expuso las actividades profesionales que realizan los técnicos biomédicos, ya que generalmente el puesto se encuentra cubierto por profesionales de la rama de electrónica, siendo presentada específicamente el mantenimiento y respiradores artificiales.
4. Se implementó un aplicativo móvil de consulta, denominado IINFOBIOD, utilizando la metodología Scrum, la cual cuenta con los módulos de evaluación y diagnóstico, mantenimiento preventivo, pruebas de operatividad, y herramientas por equipo con el fin de reducir el error humano y mejora la calidad del servicio que se realizan a los equipos biomédicos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar como referencia el presente estudio para una investigación enfocada en la estadística de equipos dentro del aspecto del manejo de big data, puesto que la data obtenida se puede analizar para detectar patrones ocultos que hacen visible información importante.
2. Se sugiere a la empresa M2tek mantener una mejora continua en el área de coordinación de servicios, pues se debe buscar una mayor eficiencia durante los trabajos. Por tal motivo, se recomienda el uso de las 5's, gestión por procesos y Mantenimiento Productivo Total (TPM).
3. Se exhorta al jefe del área de coordinación de servicios mantener una constante capacitación y actualización de las nuevas tendencias tecnológicas al equipo de mantenimiento, así como evaluaciones constantes.
4. Se recomienda el uso de la aplicación móvil de consulta, denominada IINFOBIOD, la cual actualmente se encuentra disponible para los trabajadores de M2tek, sin embargo, se sugiere su uso como programa de consulta en el mantenimiento.






BIBLIOGRAFÍA

1. MINISTERIO de Salud. Tiempos de pandemia 2020-2021. *Ministerio de Salud*. [En línea] 5 de marzo de 2020. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/5485.pdf>.
2. ESTUPIÑAN, V. *Conceptos del cuidado: Respiratorio pediátrico*. Cali: Universidad Santiago de Cali, 2021. ISBN 978-958-5147-87-4
3. GUTIÉRREZ, F. *Ventilación mecánica*. Lima: s.n., Acta Médica Peruana, 2011, ISSN: 1728-5917.
4. American Thoracic Society. *Ventilación mecánica*. s. l.: Serie de información al paciente de la ATS, 2013.
5. CASTILLO, K. y QUINTERO, J. *Propuesta para un módulo de potencia mecánica - neumático para ventilación mecánica*. s. l. : Universidad Pedagógica Nacional, 2020.
6. GEOVANNY, N., y otros. *Monitorización invasiva y no invasiva en pacientes ingresados a UCI*. 2021, Recimundo. ISSN: 2588-073X
7. ALEGRÍA, X. *Principios de ventilación mecánica y función pulmonar*. s. l. : Universidad de Valparaíso, 2015.
8. VIRTUALEXPO Group. *Ventilador electrónico eVolution 3e Advanced*. s.l. : Event Medical, 2022.
9. ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. *Descripción general del programa de mantenimiento de equipos médicos*. s. l. : Organización Mundial de la Salud, 2011.
10. PROMEDCO. Importancia de realizar mantenimiento a sus equipos médicos. *Mindray*. [En línea] 14 de mayo de 2019. <https://www.promedco.com/noticias/importancia-mantenimiento-de-equipos-medicos>.
11. PADILLA, D. *La confiabilidad humana en los trabajos con tensión*. 2019, LinkedIn.
12. UNIR. *Ingeniería de software: qué es, objetivos y funciones del ingeniero*. s.l. : La Universidad en Internet, 2022.
13. ATTLASSIAN. ¿Qué es scrum? [En línea] 2020. [Citado el: 1 de setiembre de 2020.] <https://www.atlassian.com/es/agile/scrum#:~:text=Scrum%20de%20scrums%20es%20una,juntos%20para%20ofrecer%20soluciones%20complejas..>
14. CONEXIÓN ESAN. Scrum: ¿en qué consiste esta metodología para entornos ágiles? [En línea] 9 de octubre de 2018. [Citado el: 1 de setiembre de 2022.] <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/scrum-en-que-consiste-esta-metodologia-para-entornos-agiles>.

15. DISPATCHTRACK. Ciclo de Deming: ejemplos, etapas, importancia, ventajas y desventajas. *Beetrack*. [En línea] 30 de septiembre de 2020. <https://www.beetrack.com/es/blog/ciclo-de-deming-etapas-ejemplos>.
16. SCRUM. ¿Qué es scrum? [En línea] 2020. [Citado el: 1 de setiembre de 2020.] <https://www.atlassian.com/es/agile/scrum#:~:text=Scrum%20de%20scrums%20es%20una,juntos%20para%20ofrecer%20soluciones%20complejas..>
17. OSINERGMIN. *Aprueban Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad - 2013*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2013.

ANEXOS

ANEXO 1: EQUIPO UTILIZADO PARA PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)







EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL								
FOTOGRAFÍAS DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL UTILIZADO PARA EL MANTENIMIENTO								
								
ITEM	PARTIDA	FOTO	ITEM	PARTIDA	FOTO	ITEM	PARTIDA	FOTO
1	GUANTES DE NITRILO	1	2	VISTA LATERAL IZQUIERDO DEL NODO	2	3	GORRAS DESCARTABLES	3
								
ITEM	PARTIDA	FOTO	ITEM	PARTIDA	FOTO	ITEM	PARTIDA	FOTO
4	MAMELUCO O MANDILES	4	5	BOTAS DESCARTABLES	5	6	LENTES	6
								
ITEM	PARTIDA	FOTO	ITEM	PARTIDA	FOTO	ITEM	PARTIDA	FOTO
7	CASCO	7	8	CHALECO	8	9	BOTAS DIELECTRICAS	9

Para el uso del Equipo de Protección Personal revisar la Norma Técnica de Salud para el uso de los Equipos de Protección Personal por los trabajadores de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud R.M. N.º 456-2020-MINSA

ANEXO 2: EVIDENCIA FOTOGRÁFICA DE ACTIVIDADES REALIZADAS A LOS VENTILADORES VOLUMÉTRICOS.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA ACTIVIDADES A RESPIRADORES ARTIFICIALES			
			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Cambio de pantalla touch de 7" de respirador artificial.	2	Interfaz de la pantalla de monitoreo del respirador artificial al momento que se encuentra ventilando con paciente.
			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
3	Interfaz de la pantalla de servicio con el fin de verificar valores en el sistema neumático de sensores y forzar válvulas para pruebas de diagnóstico)	4	Interfaz de la pantalla para realizar calibraciones de las válvulas proporcionales.

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA MANTENIMIENTO CORRECTIVO REALIZADO A RESPIRADORES ARTIFICIALES

					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ÍTEM	DESCRIPCIÓN		
5	Vista frontal de la carcasa del respirador artificial (incluye pantalla touch de 7")	6	Vista de la placa electrónica principal que contiene los principales elementos de control.		
					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ÍTEM	DESCRIPCIÓN		
7	Tarjeta de transductores, la cual se encarga de realizar las lecturas de presiones y guardar valores referenciales.	8	Parte interna del respirador artificial		
					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	FOTO	ÍTEM	DESCRIPCIÓN	FOTO
9	Tarjeta de control de la turbina del respirador artificial	9	10	Tarjeta principal de control del respirador artificial	10

Anexo 3: INVERSIÓN EN EL PROYECTO INFOBIOD

Categoría	Recursos	Unidad		Tasa	Duración en meses	Precio Unitario	Sub Total
Recursos Humanos	Analista	Horas/Mensuales	32	hrs/mes	3	13	S/1,248
	Desarrollador	Horas/Mensuales	36	hrs/mes	3	16	S/1,728
Recursos Materiales	Útiles de oficina	Cantidad	1	unid.	1	44	S/44
	Acceso a internet	Cantidad	1	unid.	3	80	S/240
	Servicios básicos	Cantidad	1	unid.	3	40	S/120
	Impresiones	Cantidad	80	unid.	3	0.5	S/120
			Costo acumulado				

ANEXO 4: VERIFICACIÓN OPERACIONAL PARA VENTILADOR MECÁNICO

TEST DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL VENTILADOR MECÁNICO

Nombre del Cliente:					
Marca del equipo:	EVENT MEDICAL	Fecha de la verificación:			
Modelo:	EVOLUTION 3E	Año de fabricación:			
Serie:		Versión de <i>Software</i> :			
Horas de trabajo:		Garantía de servicio:			

TEST	PASO	VALOR	FALLO			
Prueba de Verificación de Usuario						
Encendido de indicadores de luces						
Verificación de switches de membrana						
Prueba de Alarmas						
Prueba de fugas						
Calibración de la monitorización del sensor de oxígeno						
Pruebas generales del equipo						
Verificación de carga e indicadores de energía						
Verificación de funcionamiento de batería						
Verificación de presión de entrega de oxígeno						
Revisión del funcionamiento de la turbina						
Verificación de precisión de parámetros						
		<i>Instrumento: ANALIZADOR DE FLUJO</i>				
		<i>Venc. Cal.: Ago - 2023</i>				
		<i>Marca: IMTMEDICAL</i>	<i>Modelo: PF-300</i>			
		<i>Serie: BA120057</i>				
Parámetro	Configurado	Monitorizado	Instrumento	Límites de tolerancia	Requiere Ajuste SI/NO	Observaciones
Volumen	180 ml			± 10 ml o 10%		
Respiración	20 rpm			+/- 1 rpm o 10%		
PEEP	12 cmH2O			+/-10% ó +/-2cmh2o		
FI02	21 %			+/- 3%		
Parámetro	Configurado	Monitorizado	Instrumento	Límites de tolerancia	Requiere Ajuste SI/NO	Observaciones
Volumen	250 ml			± 10 ml o 10%		
Respiración	18 rpm			+/- 1 rpm o 10%		
PEEP	10 cmH2O			+/-10% ó +/-2cmh2o		
FI02	35 %			+/- 3%		
Parámetro	Configurado	Monitorizado	Instrumento	Límites de tolerancia	Requiere Ajuste SI/NO	Observaciones
Volumen	350 ml			± 10 ml o 10%		
Respiración	14 rpm			+/- 1 rpm o 10%		
PEEP	6 cmH2O			+/-10% ó +/-2cmh2o		
FI02	50 %			+/- 5%		
Parámetro	Configurado	Monitorizado	Instrumento	Límites de tolerancia	Requiere Ajuste SI/NO	Observaciones
Volumen	500 ml			± 10 ml o 10%		
Respiración	12 rpm			+/- 1 rpm o 10%		
PEEP	5 cmH2O			+/-10% ó +/-2cmh2o		
FI02	75 %			+/- 5%		
Parámetro	Configurado	Monitorizado	Instrumento	Límites de tolerancia	Requiere Ajuste SI/NO	Observaciones
Volumen	680 ml			± 10 ml o 10%		
Respiración	8 rpm			+/- 1 rpm o 10%		
PEEP	2 cmH2O			+/-10% ó +/-2cmh2o		
FI02	100 %			+/- 5%		

ESTADO DEL EQUIPO: *Marcar con un aspa (X)*

Operativo		Inoperativo	
------------------	--	--------------------	--

Personal del
Área de Ingeniería

ANEXO 5: ACTA DE CONFORMIDAD

ACTA DE CONFORMIDAD

Siendo las..... horas del día....., el contratista M2TEK SAC hizo efectivo el mantenimiento del equipo que a continuación se detalla:

DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	N.º SERIE
VENTILADOR VOLUMÉTRICO	EVENT MEDICAL	EVOLUTION 3E	

Cliente:

Se pudo constatar la instalación de lo siguiente:

- 1u, Kit de mantenimiento preventivo
- 1u, Sensor de O₂
- 1u, pack de baterías
- 1u, sensor de flujo

Se realizaron las siguientes actividades:

- Mantenimiento Integral (Parte Interna del Equipo)
- Inspección visual interna y externa, revisión visual del equipo.
- Limpieza interna (tarjetas de los circuitos impresos, cables, conexiones)
- Limpieza externa
- Pruebas de funcionamiento
- Entrega de informe técnico certificando la operatividad del equipo

Servicios de ajustes y calibración de ventilador Evolution 3e:

- Calibración de Pantalla Táctil.
- Calibración de transductores de presión, flujo, volumen, oxígeno y aire.
- Ajustes de los diferentes transductores, se realizará con equipos específicos para tal fin, marca lmt medical o TSI, y Kit de herramientas Carefusion.

Acto seguido se llevó a cabo la instalación y prueba operativa del equipo, encontrándose todo conforme. Firman dando fe de lo anterior.

.....
NOMBRE, CARGO, SELLO Y FIRMA
EL CLIENTE M2TEK SAC

ANEXO 6: CERTIFICADO DE GARANTÍA EMITIDO POR M2TEK S.A.C.

CERTIFICADO DE GARANTÍA

Conste por el presente documento que:

M2TEK S.A.C.

Se comprometo a garantizar **12 meses** el buen funcionamiento de:

Denominación : VENTILADOR VOLUMÉTRICO

Marca : EVENT MEDICAL

Modelo : EVOLUTION 3E

Nro. Serie :

Nuestra compañía se compromete a entregar equipos, repuestos y servicios de acuerdo con las especificaciones técnicas.

Nos comprometemos a reemplazar aquellos equipos, materiales, partes, componentes, periféricos y otros que resulten de mala calidad o con defectos de fabricación durante el plazo de esta garantía.

Esta disponibilidad de atención y soporte técnico es efectiva a partir de la fecha de instalación y puesta en funcionamiento.

Esta garantía es válida a partir de la emisión del acta de aceptación técnica operativa de los equipos y/o servicios ofertados.

Nos comprometemos al reemplazo, sin costo alguno para el Cliente, aquellas partes que resulten defectuosas, siempre que esta no se deba a un mal uso.

Esta garantía quedará sin efecto si el equipo es abierto y/o el sello de seguridad es removido por el Cliente o por un tercero.

Esta garantía queda sin efecto si el daño o mal funcionamiento del equipo es ocasionado por malos manejos.

Sin otro particular, por el momento lo saludamos,

Atentamente,

.....
M2TEK SAC

ANEXO 7: INSTRUCTIVO DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE CONSULTA

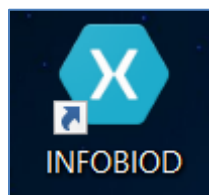
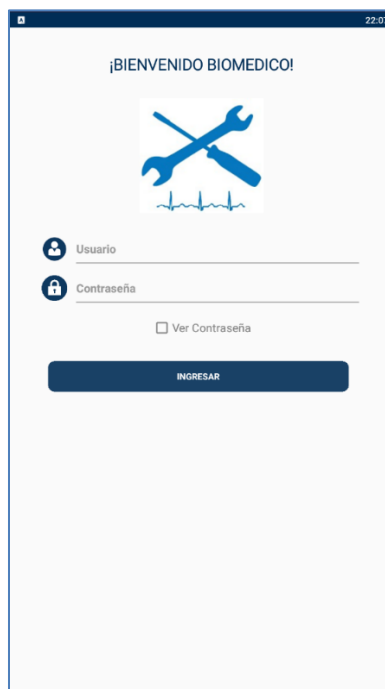
M2TEK S.A.C.	INSTRUCTIVO DE LA APLICACIÓN INFOBIOD	N.º DOC	IA-001
		Revisión	1
		Área	Coordinador de servicios

INSTRUCTIVO DE INFOBIOD

INSTRUCTIVO PARA EL CORRECTO USO DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE CONSULTA DENOMINADO INFOBIOD

DOCUMENTO N.º

IA-001



¡El aplicativo del biomédico!

Contenido

INTRODUCCIÓN	99
1- Acceder al aplicativo	97
1.1- Opciones de Usuario	101
1.1.1- Opción de Evaluación y Diagnóstico	101
1.1.2- Opción de mantenimiento preventivo	104
1.1.3- Opción de pruebas de operatividad	108
1.1.4- Opción de herramientas por equipo	111
1.2- Opciones de Administrador	114
1.2.1 Ingresar Información	114
1.2.2 Borrar datos	117
2.- Cerrar sesión del aplicativo	119

Tabla de imágenes

Ilustración 1: Icono del aplicativo	100
Ilustración 2: Ventana de registro de usuario	100
Ilustración 3: Mensaje de error	101
Ilustración 4: Ventana principal (Estadística)	101
Ilustración 5: Ventana de menú de opciones	102
Ilustración 6: Ventana de Evaluación y diagnóstico	103
Ilustración 7: Resultado de Evaluación y diagnóstico.....	103
Ilustración 8: Ventana de falla seleccionada	104
Ilustración 17: Ventana principal (Estadística)	105
Ilustración 18: Ventana de menú de opciones	105
Ilustración 19: Ventana de Mantenimiento preventivo.....	106
Ilustración 20: Ventana de accesorios.....	107
Ilustración 21: Ventana de instrumentos	107
Ilustración 22: Ventana de herramientas.....	108
Ilustración 23: Ventana principal (Estadística)	109
Ilustración 24: Ventana de menú de opciones	109
Ilustración 25: Ventana de pruebas de operatividad	110
Ilustración 26: Ventana de valores a configurar	111
Ilustración 27: Ventana principal (Estadística)	112
Ilustración 28: Ventana de menú de opciones	112
Ilustración 29: Ventana de herramientas por equipo.....	113
Ilustración 30: Ventana del listado de herramientas.....	114
Ilustración 9: Ventana principal (Estadística)	115
Ilustración 10: Ventana de menú de opciones	115
Ilustración 11: Ventana de registro de datos	116
Ilustración 12: Ventana para insertar datos.....	116
Ilustración 13: Ventana principal (Estadística)	117
Ilustración 14: Ventana de menú de opciones	118
Ilustración 15: Ventana para eliminar datos	118
Ilustración 16: Ventana para selección de datos a eliminar	119

INTRODUCCIÓN

Este instructivo tiene como finalidad poder brindar la información que sea necesaria para el correcto uso del aplicativo INFOBIOD, las personas que hagan uso del aplicativo deben haber leído previamente las indicaciones para poder darle un buen uso.

El instructivo está sujeto a modificaciones de mejora ya sea en las opciones del aplicativo como en el continuo crecimiento de datos, por lo que se recomienda mantenerse siempre actualizado y mantener siempre actualizado el aplicativo.

El aplicativo contiene información que previamente ha sido subida por el administrador o persona responsable, por lo que la veracidad de los datos ingresados dependerá de los administradores.

Las ilustraciones encontradas en este documento son referenciales y fueron sacados del mismo aplicativo.

1- Acceder al aplicativo

Para acceder al aplicativo es importante que usted reconozca con qué nivel de usuario va trabajar, existen 2 niveles (Usuario y Administrador), cada nivel tiene opciones distintas y a continuación se detalla:

Usuario: Solo consultar y realizar votaciones.

Administrador: Solo puede agregar o borrar información.

Para los usuarios se tiene 05 cuentas registradas las cuales se pueden aumentar o disminuir, y para los administradores se tiene 01 cuenta el cual de la misma manera se puede agregar más.

Al momento de ingresar al aplicativo debe seguir los siguientes pasos:

- Si está haciendo uso del aplicativo desde una laptop o PC debe hacer doble clic al icono del aplicativo, en el caso de hacerlo desde un dispositivo móvil es suficiente con hacerle un clic sobre el icono.

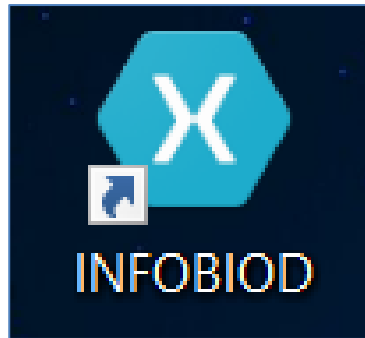


Ilustración 1: Icono del aplicativo

- Seguidamente se tendrá la siguiente imagen (Aplicativo ejecutado) donde se deberá llenar los campos de Usuario y Contraseña, luego de completarlos debe dar un clic sobre la opción INGRESAR para que pueda acceder a las opciones.

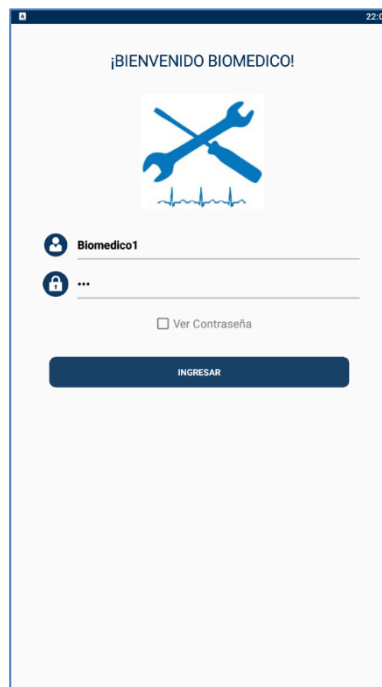


Ilustración 2: Ventana de registro de usuario

- En caso de haber ingresado el usuario o contraseña incorrectamente le aparecerá el siguiente mensaje, debe dar clic en aceptar y volver a intentar con el usuario y contraseña.

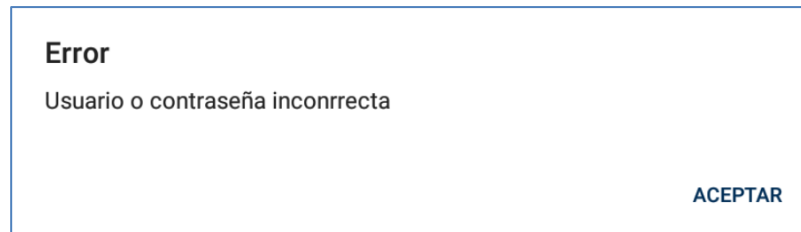


Ilustración 3: Mensaje de error

1.1- Opciones de Usuario

1.1.1- Opción de Evaluación y Diagnóstico

La opción de evaluación y diagnóstico está destinada para los usuarios y le permitirá buscar fallas relacionadas o la falla de su interés, de acuerdo con la marca y modelo del equipo con el que está trabajando. A continuación, se detallan los pasos para encontrar información respecto a una falla presentada en su equipo.

- Primero deberá seleccionar la opción menú dándole un clic que hará que se despliegue una ventana al lado izquierdo, también lo puede hacer dando clic sobre las 3 líneas ubicadas en la parte superior izquierda, los gráficos que se observan son de acuerdo con la interactividad que tienen los usuarios con el aplicativo.



Ilustración 4: Ventana principal (Estadística)

- En la ventana desplegable debe seleccionar la opción evaluación y diagnóstico, en la parte superior se logra visualizar el usuario que se encuentra en actividad.

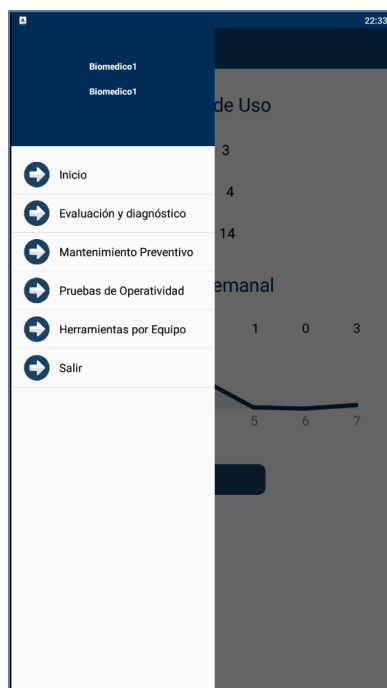


Ilustración 5: Ventana de menú de opciones

- Una vez seleccionada la opción evaluación y diagnóstico se debe seleccionar las opciones de cada casillero (Marca, Modelo, Falla) para posterior darle clic a CONTINUAR.

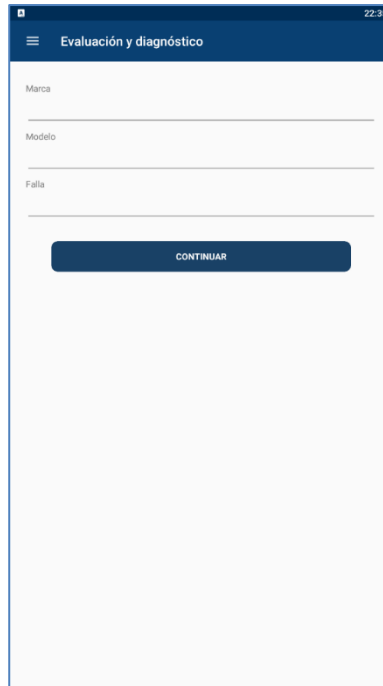


Ilustración 6: Ventana de Evaluación y diagnóstico

- A continuación, se muestra la ventana de POSIBLES FALLAS, donde le permitirá de acuerdo con la falla seleccionada elegir la que más le sea de utilidad, para elegir debe hacerle clic a la posible falla que desea revisar.

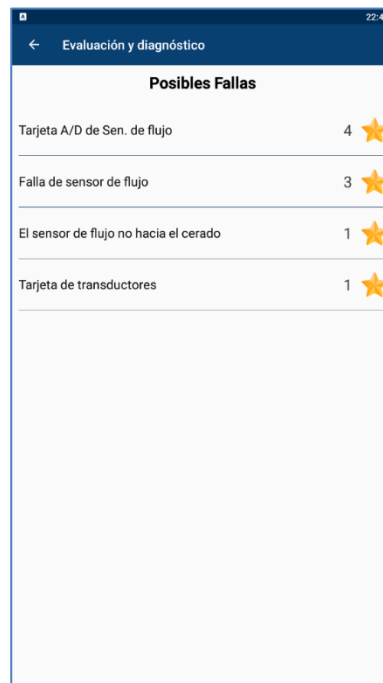


Ilustración 7: Resultado de Evaluación y diagnóstico

- Por último, tendrá la información relacionada a los datos que fue seleccionando, en esta sección podrá encontrar información del problema y la solución, así mismo si la posible falla seleccionada es lo que soluciona el problema de su equipo, es importante que se le dé clic en votar para llevar el control de las fallas más recurrentes.

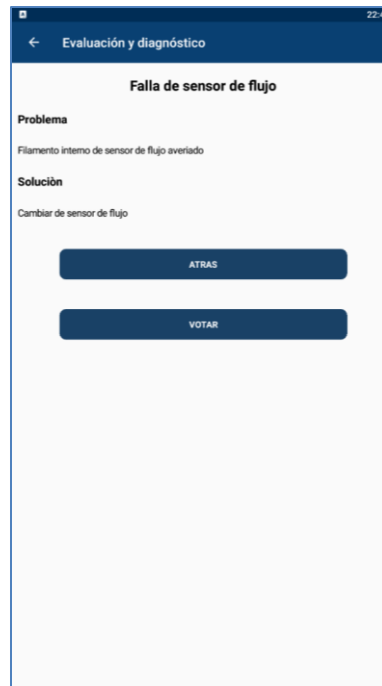


Ilustración 8: Ventana de falla seleccionada

- En todo momento está habilitada la opción de retroceder indicada por una flecha apuntando hacia la izquierda y por un botón que dice atrás.

1.1.2- Opción de mantenimiento preventivo

La opción de mantenimiento preventivo está destinada para los usuarios y le permitirá buscar la lista de accesorios, instrumentos y herramientas relacionadas a la marca y modelo del equipo que sea de su interés. A continuación, se detallan los pasos para encontrar información respecto a un mantenimiento preventivo.

- Primero deberá seleccionar la opción menú dándole un clic que hará que se despliegue una ventana al lado izquierdo, los gráficos que se observan son de acuerdo con la interactividad que tienen los usuarios con el aplicativo.



Ilustración 9: Ventana principal (Estadística)

- En la ventana desplegable seleccionar la MANTENIMIENTO PREVENTIVO, en la parte superior se logra visualizar el usuario que se encuentra en actividad.

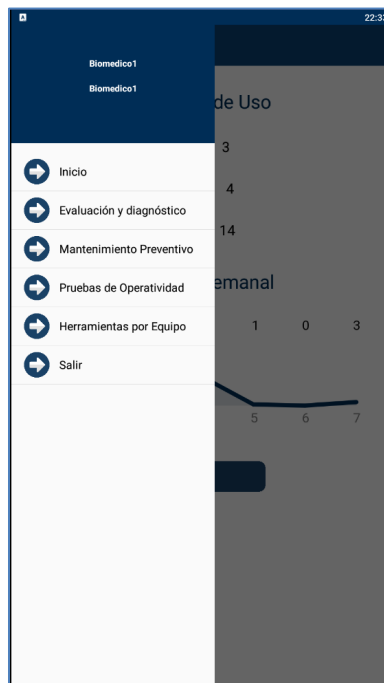


Ilustración 10: Ventana de menú de opciones

- Una vez seleccionada la opción “mantenimiento preventivo” se debe seleccionar las opciones de cada casillero (Marca, Modelo y tipo de mantenimiento) para posteriormente darle clic a CONTINUAR y obtener la información.

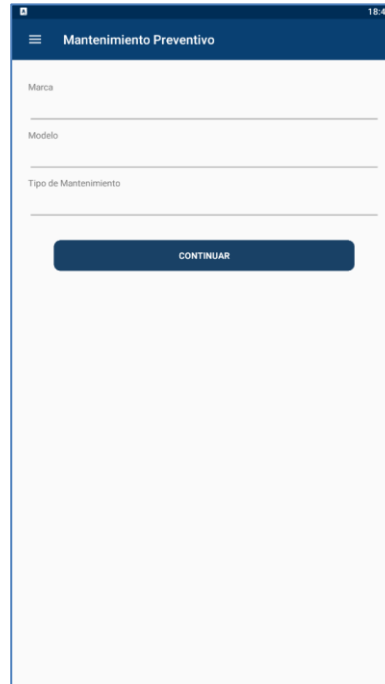


Ilustración 11: Ventana de Mantenimiento preventivo

- A continuación, se muestra la ventana de “Accesorios”, donde podrá observar la lista de accesorios que son necesarios para el tipo de mantenimiento que seleccionó, seguido debe seleccionar ACEPTAR para que le muestre la siguiente ventana de nombre “Instrumentos”, el cual de igual manera podrá observar la lista de instrumentos que son necesarios para el tipo de mantenimiento y tipo de equipo seleccionado previamente, por ultimo debe seleccionar ACEPTAR y será mostrada la última ventana de nombre “Herramientas” donde encontrará la lista de herramientas.

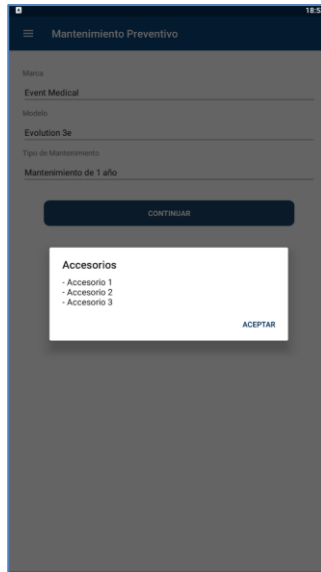


Ilustración 12: Ventana de accesorios

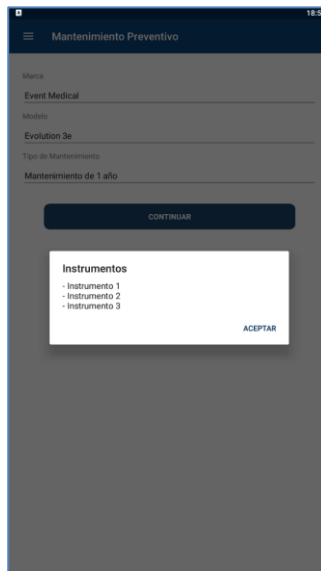


Ilustración 13: Ventana de instrumentos

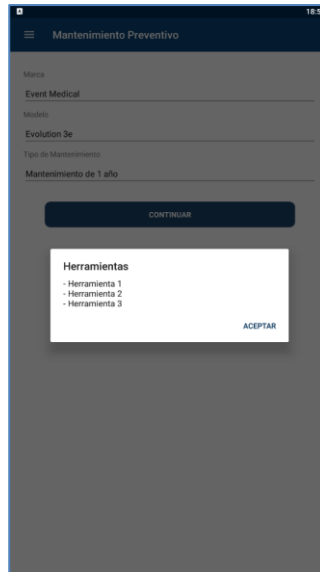


Ilustración 14: Ventana de herramientas

- Para poder salir debe dar clic en aceptar en la ventana de herramientas y posteriormente seleccionar las opciones que necesite como el MENÚ donde podrá cambiar actividad o seleccionar la opción salir para cerrar el aplicativo.

1.1.3- Opción de pruebas de operatividad

La opción de pruebas de operatividad está destinada para los usuarios y le permitirá encontrar los valores para realizar las pruebas de rendimiento y operatividad de un equipo de la marca y modelo que sea de su interés. A continuación, se detallan los pasos para encontrar información respecto a las pruebas de operatividad:

- Primero deberá seleccionar la opción menú dándole un clic que hará que se despliegue una ventana al lado izquierdo, los gráficos que se observan son de acuerdo con la interactividad que tienen los usuarios con el aplicativo.



Ilustración 15: Ventana principal (Estadística)

- En la ventana desplegable seleccionar la opción "Pruebas de operatividad", en la parte superior se logra visualizar el usuario que se encuentra en actividad.

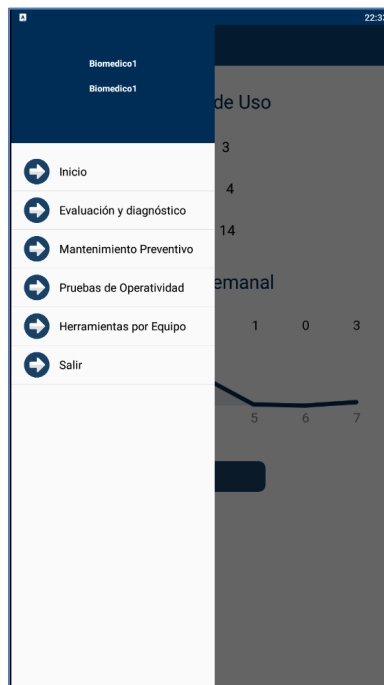


Ilustración 16: Ventana de menú de opciones

- Una vez seleccionada la opción “Pruebas de operatividad” se debe seleccionar las opciones de cada casillero (Marca, Modelo) para posteriormente darle clic a CONTINUAR y poder obtener la información.

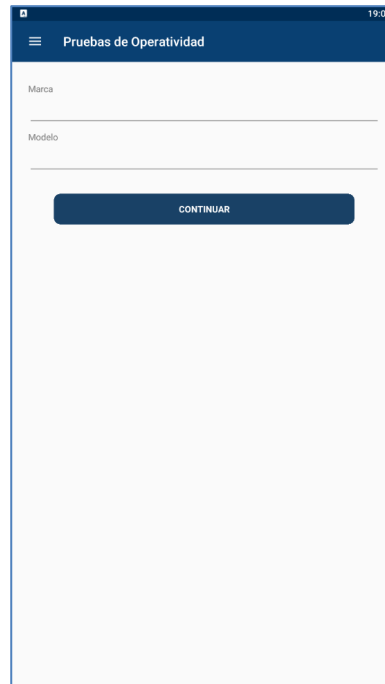


Ilustración 17: Ventana de pruebas de operatividad

- A continuación, se muestra la ventana de “Valores a configurar”, donde podrá observar la lista de valores que deben ser programados en el equipo para poder realizar su prueba de rendimiento, los valores que se encuentran en esta ventana deben ser basados en el manual de servicio del equipo que fue seleccionado previamente.

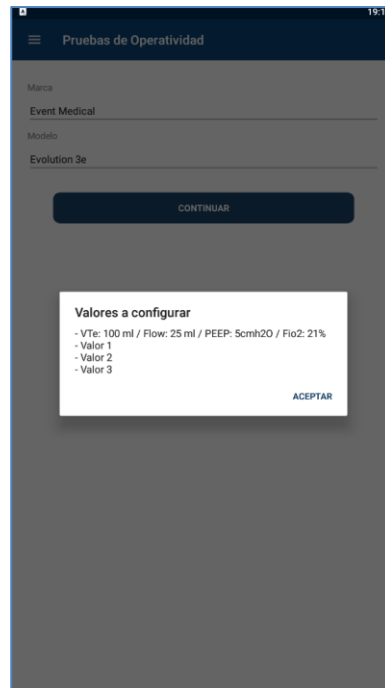


Ilustración 18: Ventana de valores a configurar

- Para poder salir debe dar clic en aceptar y posterior seleccionar las opciones que necesite como el MENÚ donde podrá cambiar actividad o seleccionar la opción salir para cerrar el aplicativo.

1.1.4- Opción de herramientas por equipo

La opción de pruebas de operatividad está destinada para los usuarios y le permitirá encontrar una lista de herramientas en general que son usados en un equipo de la marca y modelo que sea de su interés, la lista de herramientas incluye las que son usadas en un mantenimiento preventivo, correctivo y otros. A continuación, se detallan los pasos para encontrar información respecto a la lista de herramientas por equipo:

- Primero deberá seleccionar la opción menú dándole un clic que hará que se despliegue una ventana al lado izquierdo, los gráficos que se observan son de acuerdo con la interactividad que tienen los usuarios con el aplicativo.



Ilustración 19: Ventana principal (Estadística)

- En la ventana desplegable seleccionar la opción “Herramientas por equipo”, en la parte superior se logra visualizar el usuario que se encuentra en actividad.

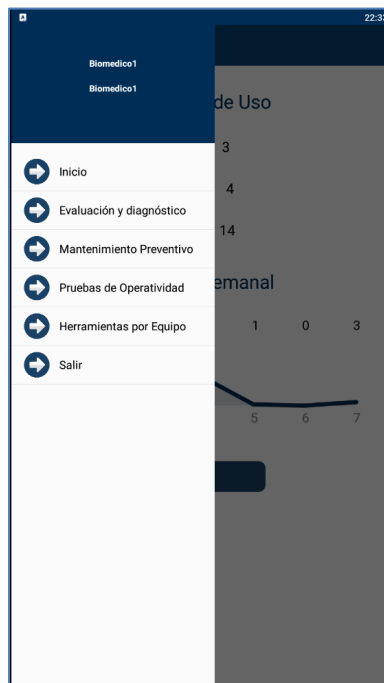


Ilustración 20: Ventana de menú de opciones

- Una vez seleccionada la opción “Herramientas por equipo” se debe seleccionar las opciones de cada casillero (Marca, Modelo) para posteriormente darle clic a CONTINUAR y obtener la información.

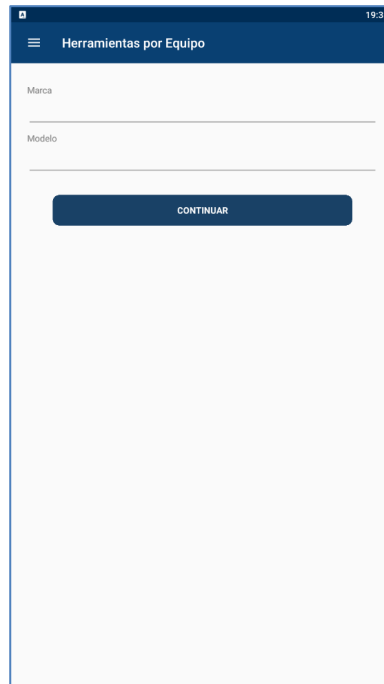


Ilustración 21: Ventana de herramientas por equipo

- A continuación, se muestra la ventana de “Herramientas por equipo”, donde podrá observar la lista de herramientas que pueden ser necesarias para un mantenimiento preventivo o un mantenimiento correctivo, en la lista encontrará todas las herramientas que se vean involucradas con el equipo previamente seleccionado (Puede encontrar herramientas de uso común o herramientas que son particularmente para el equipo).

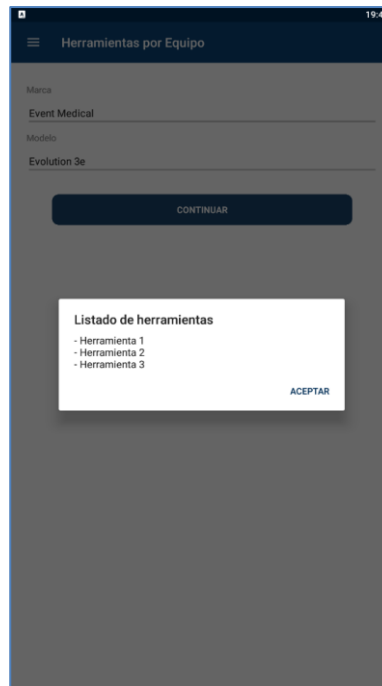


Ilustración 22: Ventana del listado de herramientas

- Para poder salir debe dar clic en aceptar y posterior seleccionar las opciones que necesite como el MENÚ donde podrá cambiar actividad o seleccionar la opción salir para cerrar el aplicativo.

1.2- Opciones de Administrador

1.2.1 Ingresar Información

Esta opción está dedicada única y exclusivamente para el administrador o persona responsable del aplicativo, para poder acceder a las siguientes opciones debe previamente haber ingresado con el usuario de administrador para poder tener todas las opciones habilitadas. A continuación, se detalla los pasos para ingresar información:

- Primero deberá seleccionar la opción menú dándole un clic que hará que se despliegue una ventana al lado izquierdo, los gráficos que se observan son de acuerdo con la interactividad que tienen los usuarios con el aplicativo.



Ilustración 23: Ventana principal (Estadística)

- En la ventana desplegable deberá seleccionar la opción Registrar Datos, en la parte superior se logra visualizar el usuario que se encuentra en actividad.

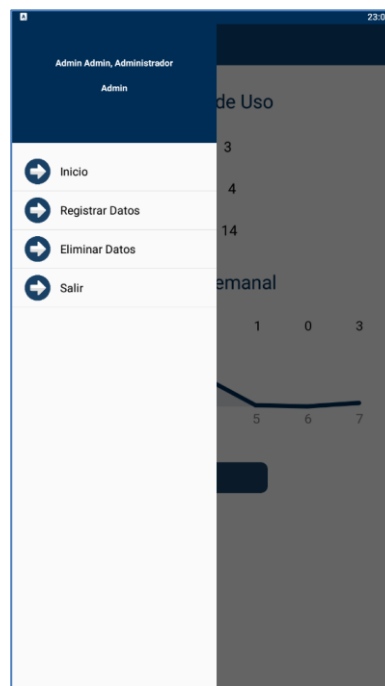


Ilustración 24: Ventana de menú de opciones

- Seguidamente le aparecerán las siguientes opciones, donde deberá seleccionar una de ellas para empezar a registrar información, le debe dar clic a la opción que elija.

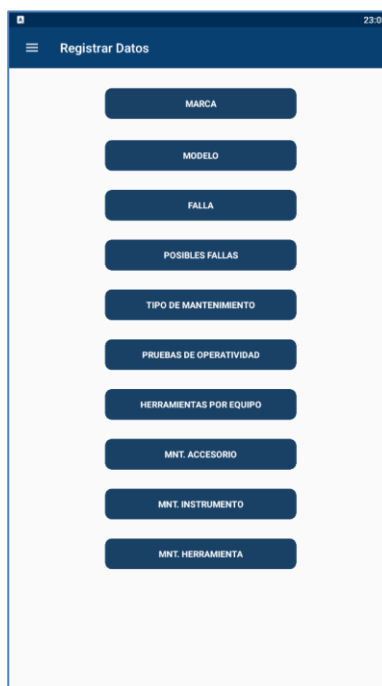


Ilustración 25: Ventana de registro de datos

- Por último, debe seleccionar las opciones para los casilleros que son de rellenar y redactar la información nueva en el casillero inferior, para poder salvar la información ingresada deberá darle clic en la opción AGREGAR y para salir sin salvar la información deberá darle clic en la opción Cancelar.

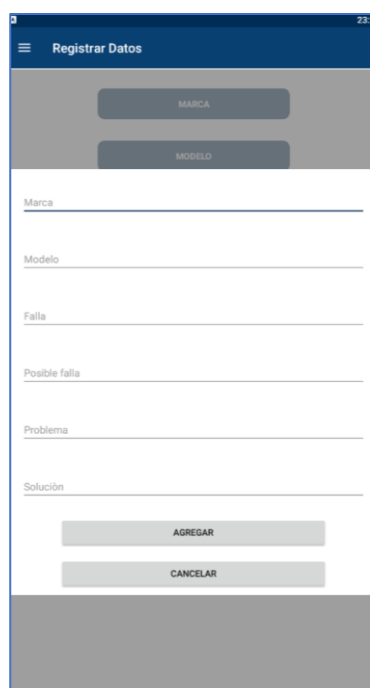


Ilustración 26: Ventana para insertar datos

- Para retroceder en caso de no realizar el ingreso de información, se puede realizar seleccionando la opción CANCELAR, de esa manera regresará a la ventana anterior.

1.2.2 Borrar datos

Esta opción está dedicada única y exclusivamente para el administrador o persona responsable del aplicativo, para acceder a las siguientes opciones debe previamente haber ingresado con el usuario de administrador para tener todas las opciones habilitadas. A continuación, se detalla los pasos para borrar información:

- Primero deberá seleccionar la opción menú dándole un clic que hará que se despliegue una ventana al lado izquierdo, los gráficos que se observan son de acuerdo con la interactividad que tienen los usuarios con el aplicativo.



Ilustración 27: Ventana principal (Estadística)

- En la ventana desplegable deberá seleccionar la opción Eliminar Datos, en la parte superior se logra visualizar el usuario que se encuentra en actividad.

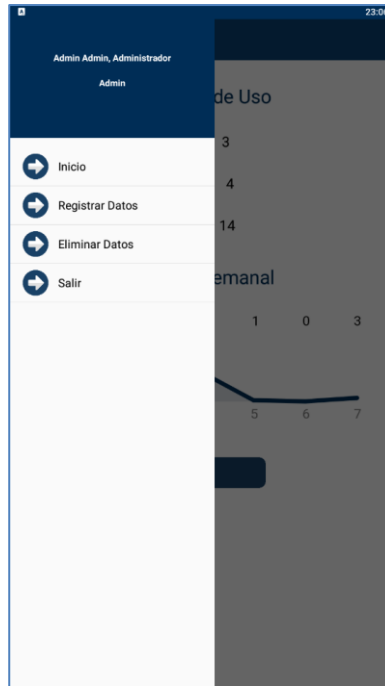


Ilustración 28: Ventana de menú de opciones

- Seguidamente le aparecerán las siguientes opciones, donde deberá seleccionar una de ellas para empezar a eliminar información, le debe dar clic a la opción que elija.

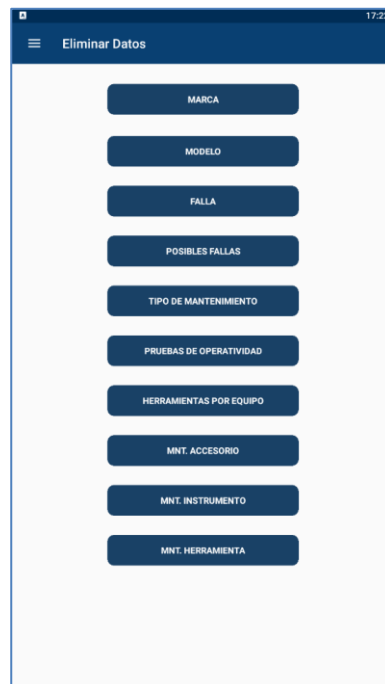


Ilustración 29: Ventana para eliminar datos

- Por último, debe seleccionar las opciones para todos los casilleros que son requeridos, el último cuadro en ser seleccionado será la información a eliminar, el cual se concretará seleccionando el botón ELIMINAR.

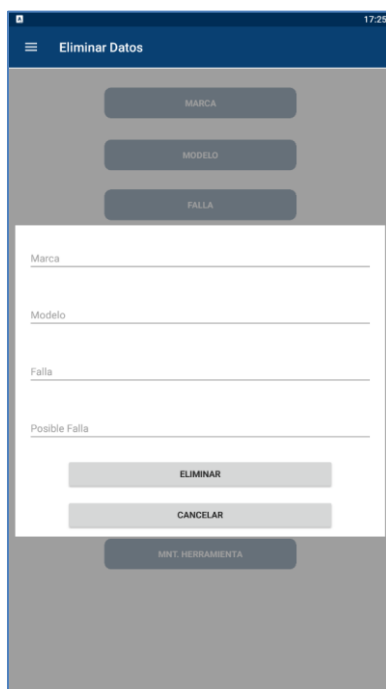


Ilustración 30: Ventana para selección de datos a eliminar

- Para retroceder en caso de no realizar el ingreso de información, se puede realizar seleccionando la opción CANCELAR, de esa manera regresará a la ventana anterior.

6. 2.- Cerrar sesión del aplicativo

Por último, para cerrar sesión del aplicativo se recomienda ir a la sección del menú y seleccionar la opción de SALIR, se hace mención que las modificaciones como votaciones y los agregados de datos o eliminación de datos se van guardando inmediatamente se hizo el cambio, por lo que no hay riesgo de perder información al cerrar directamente desde la ventana que se encuentren.

3.- Resultados

- Es posible agregar un número ilimitado de modos de fallas (Esto dependerá de la capacidad del ordenador principal).

- Las votaciones se pueden realizar sin límites en la opción de “Evaluación y Diagnóstico”
- Se puede agregar una amplia o corta descripción del problema y solución de una falla en la opción de “Evaluación y Diagnóstico”.
- La posibilidad de agregar datos en las opciones de Mantenimiento preventivo, Prueba de rendimiento y Herramientas están abiertas a la necesidad del usuario.
- La cantidad de usuarios y administradores se pueden ampliar o disminuir de acuerdo con la necesidad.
- Las estadísticas del aplicativo permiten ver el uso que se le está dando y lo importante que puede resultar ser.

4.- Conclusiones: de lo observado, de lo desarrollado, de lo consultado, podemos concluir que el modo de falla aparece cada cierto tiempo. (6)

Se pudo concluir que no es práctico tener gran cantidad de modos de falla, por lo tanto, usamos un sistema de puntuación para que los más resaltantes sean los que finalmente queden en el aplicativo.

Concluimos que es importante adicionar aquellos modos de falla cada cierto periodo de tiempo (de acuerdo con la necesidad) que no están en el aplicativo para que este se actualice constantemente.

El aplicativo tiene la capacidad para incluir varias marcas, modelos y opciones de trabajo de manera que se puede ir personalizando a la necesidad.

El aplicativo puede ser empleado no solo por profesionales de equipos biomédicos, sino por otras ramas de mantenimiento u otras ramas profesionales.

La plataforma de uso en el dispositivo móvil es altamente escalable para cualquier marca de celular, el trabajo puede ser continuado para posteriores investigaciones o trabajos sobre la base del mantenimiento.

5.- Lección aprendida: Aprendiste, descubriste, adicionaste conocimiento a lo que tenías en tu proceso (6)

Estos principales modos de falla que estadísticamente son los que más figuran, sirven para definir el Pareto, lo cual ayudará a las recomendaciones de mantenimiento para optimizar las intervenciones a los equipos.

No necesariamente todos los modos de falla están registrados, la actualización debe ser continua, ello dependerá de los administradores y de la cooperación de los propios usuarios con las nuevas experiencias que se van adquiriendo.

6.- Recomendaciones

El administrador debe llevar un programa de actualización del aplicativo de forma continua, la programación de actualización de datos dependerá del flujo de trabajo y nuevas experiencias para poder registrarlas.

Se debe concientizar a los usuarios de la importancia de las votaciones y de la importancia de reportar las nuevas experiencias de fallas, con ello se logrará el enriquecimiento del aplicativo.

El registro de datos debe realizarse de la forma más concisa y breve posible para brindar a los usuarios facilidad y rapidez en sus actividades.