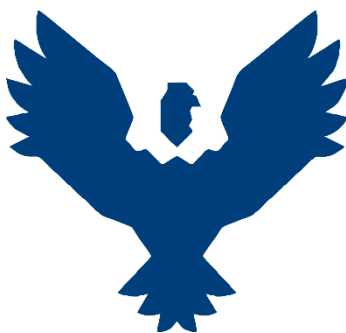




**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**TESIS**

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL  
EQUIPAMIENTO BIOMÉDICO DEL HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO.**

**Línea de Investigación: Desarrollo de software**

**Presentado por:**

Bach. JOSÉ MIGUEL VALENZUELA VALENZUELA

**Para optar el Título Profesional de:**

Ingeniero de Sistemas

**Asesor:**

Ing. Adriel Ramírez Vargas

**CUSCO – PERÚ**

**2023**



## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
Agradecimientos .....	viii
Dedicatorias .....	ix
Introducción .....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
CAPÍTULO I .....	1
Problema de investigación .....	1
1.1  Ámbito de influencia.....	1
1.1.1  Ámbito de influencia teórica.....	1
1.1.2  Área de dominio.....	2
1.1.3  Línea de investigación .....	2
1.2  Planteamiento del problema.....	2
1.2.1  Descripción de la situación actual del lugar de intervención.....	3
1.2.2  Descripción del problema .....	10
1.2.3  Formulación del problema .....	10
1.2.4  Objetivos.....	11
1.2.5  Justificación .....	11
1.2.6  Alcances y limitaciones .....	12



CAPÍTULO II.....	14
Marco teórico.....	14
2.1 Antecedentes del desarrollo, implantación o transferencia tecnológica .....	14
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional .....	14
2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional.....	18
2.1.3 Antecedentes a Nivel Local .....	21
2.2 Bases teórico - científicos .....	22
2.2.1 Dispositivos médicos .....	22
2.2.2 Mantenimiento .....	24
2.2.3 Gestión del mantenimiento .....	31
2.2.4 Sistema de información.....	33
2.2.5 Metodología de desarrollo de software.....	35
2.2.6 Base de datos.....	38
2.2.7 Business process modeling notation (BPMN) .....	40
2.2.8 Arquitectura en 3 capas.....	41
2.2.9 Transferencia Tecnológica.....	43
CAPÍTULO III.....	45
Desarrollo, implementación o transferencia tecnológica.....	45
3.1 Descripción de la propuesta del desarrollo, implementación o transferencia tecnológica	45
3.1.1 Metodología scrum .....	45
3.1.2 Modelado .....	64



3.1.3 Estudio de factibilidad .....	82
CAPÍTULO IV .....	87
Resultados .....	87
4.1 Comprobación de la prospectiva .....	87
4.2 Cumplimiento de objetivos .....	88
4.3 Contribuciones (Impacto).....	89
Glosario.....	91
Conclusiones.....	93
Recomendaciones .....	94
Referencias.....	95
Anexos .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Historia de usuario 01 .....	47
<b>Tabla 2</b> Historia de usuario 02 .....	47
<b>Tabla 3</b> Historia de usuario 03 .....	48
<b>Tabla 4</b> Historia de usuario 04 .....	48
<b>Tabla 5</b> Historia de usuario 05 .....	49
<b>Tabla 6</b> Historia de usuario 06 .....	49
<b>Tabla 7</b> Historia de usuario 07 .....	50
<b>Tabla 8</b> Historia de usuario 08 .....	50



<b>Tabla 9</b> Historia de usuario 09 .....	51
<b>Tabla 10</b> Historia de usuario 10 .....	51
<b>Tabla 11</b> Historia de usuario 11 .....	52
<b>Tabla 12</b> Historia de usuario 12 .....	52
<b>Tabla 13</b> Historia de usuario 13 .....	53
<b>Tabla 14</b> Historia de usuario 14 .....	53
<b>Tabla 15</b> Historia de usuario 15 .....	54
<b>Tabla 16</b> Historia de usuario 16 .....	54
<b>Tabla 17</b> Historia de usuario 17 .....	55
<b>Tabla 18</b> Historia de usuario 18 .....	55
<b>Tabla 19</b> Historia de usuario 19 .....	56
<b>Tabla20</b> Lista de requerimientos (backlog del producto) .....	56
<b>Tabla 21</b> Lista de requerimientos – Sprint 1 .....	58
<b>Tabla 22</b> Lista de requerimientos – Sprint 2 .....	60
<b>Tabla 23</b> Lista de requerimientos – Sprint 3 .....	61
<b>Tabla 24</b> Lista de requerimientos – Sprint 4 .....	63
<b>Tabla 25</b> Presupuesto por recursos de hardware .....	85
<b>Tabla 26</b> Presupuesto por recursos de software .....	86



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Lugar de ejecución de la tesis.....	1
<b>Figura 2</b>	Organigrama Hospital Regional Cusco.....	7
<b>Figura 3</b>	Cuadro de asignación de personal.....	9
<b>Figura 4</b>	<i>Elementos de scrum</i> .....	35
<b>Figura 5</b>	Diagrama BPMN Sistema de control sin Sistema de Información.....	65
<b>Figura 6</b>	Diagrama BPMN sistema de control con SI.....	66
<b>Figura 7</b>	Diagrama BPMN recibir solicitud de mantenimiento.....	66
<b>Figura 8</b>	Diagrama BPMN programar mantenimiento del equipo.....	67
<b>Figura 9</b>	Diagrama BPMN registrar mantenimiento del equipo.....	68
<b>Figura 10</b>	Diagrama BPMN generar reporte de mantenimiento.....	69
<b>Figura 11</b>	Base de datos del sistema.....	70
<b>Figura 12</b>	Sistema - iniciar sesión.....	71
<b>Figura 13</b>	Sistema - iniciar sesión.....	71
<b>Figura 14</b>	Sistema – iniciar sesión.....	72
<b>Figura 15</b>	Sistema - panel de control.....	72
<b>Figura 16</b>	Sistema - cargando módulo.....	73
<b>Figura 17</b>	Sistema - registrar personal.....	73
<b>Figura 18</b>	Sistema - registrar ejecutor.....	74



<b>Figura 19</b> Sistema - registrar proveedor .....	74
<b>Figura 20</b> Sistema - registrar equipo.....	75
<b>Figura 21</b> Sistema - registrar equipo Paso 1 .....	75
<b>Figura 22</b> Sistema - registrar equipo Paso 2 .....	76
<b>Figura 23</b> Sistema - registrar equipo Paso 3 (Ficha técnica) .....	76
<b>Figura 24</b> Sistema - registrar equipo Paso 4 (Ficha técnica) .....	77
<b>Figura 25</b> Sistema - registrar materiales .....	77
<b>Figura 26</b> Sistema - programar mantenimiento 1 .....	78
<b>Figura 27</b> Sistema - programar mantenimiento 2 .....	78
<b>Figura 28</b> Sistema - programar mantenimiento 3 .....	79
<b>Figura 29</b> Sistema - registrar incidencia 1 .....	79
<b>Figura 30</b> Sistema - registrar incidencia 2 .....	80
<b>Figura 31</b> Sistema - registrar OTM.....	80
<b>Figura 32</b> Sistema - registrar OTM 2.....	81
<b>Figura 33</b> Registrar OTM 3 .....	81
<b>Figura 34</b> Planilla de registro de OTM .....	100
<b>Figura 35</b> Sistema – ficha técnica .....	101
<b>Figura 36</b> Sistema – orden de trabajo mantenimiento (OTM).....	102



## Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mis padres que han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de tenerlos como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Agradezco a mis hermanos quienes fueron las personas que me motivaron en cada momento durante el proceso de mi tesis, por brindarme su apoyo incondicional durante todo este proceso.

A la Universidad Andina del Cusco a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, especialmente a mi Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas quienes aportaron en mis conocimientos académicos.

Agradezco a mi asesor, Ing. Adriel Ramírez Vargas, por orientarme desde el inicio de mi Tesis y estar en todo el proceso, en el desarrollo y culminación de mi investigación, por confiar en mí y brindarme todo su apoyo.

Agradezco a mis docentes, por compartir sus conocimientos y ayudarme a investigar e innovar mis ideas durante mi etapa universitaria que fueron el pilar de mis conocimientos.





### **Dedicatorias**

Dedico la presente tesis a mis padres, quienes durante todo el desarrollo de la investigación me dieron todo su apoyo y me motivaron en cada momento para poder culminar la tesis.

.....

.....

quiero ser mejor y cumplir con todas mis metas y proyectos propuestos.

Bach. José Miguel Valenzuela Valenzuela



## Introducción

La meta de los futuros profesionales debe darse en función a resolver la problemática de las organizaciones, automatizando procesos diarios, ayudando a administrar de mejor manera la información para que esta permita tomar las mejores decisiones que se ajusten a la realidad.

El área biomédica de la unidad de mantenimiento del Hospital Regional del Cusco, no logra administrar de forma óptima sus procesos, por lo que lleva la clasificación de su información en planillas y archivadores, lo cual hace tedioso la búsqueda de información del equipamiento biomédico, es así que se propone el desarrollo e implementación de un sistema de información que permitirá mejorar la organización con respecto a la gestión de información del mantenimiento del Equipamiento Biomédico (EB).

Es por ello que aflora una solución a la problemática percibida, conjuntamente con las personas del área encargada de la gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico, con el propósito de recoger los requerimientos necesarios para alcanzar la Implementación de un Sistema de Información, aplicando conocimientos adquiridos durante la formación profesional.

La implementación de este proyecto permitirá realizar una buena gestión en el área biomédica y la unidad de mantenimiento, la tecnología que se aplica va en función de las necesidades y los costos para su operación dentro del área. Mostrando información confiable y actualizada del equipamiento biomédico para las diferentes áreas de la institución que lo requieran.



## Resumen

Se desarrolló un sistema de información para el área biomédica de la unidad de mantenimiento y servicios generales del Hospital Regional del Cusco, para llevar a cabo el control y la gestión de los procesos que se realizan para el mantenimiento del equipamiento biomédico. A continuación, se describe lo realizado en cada capítulo. En el primer capítulo, se muestra la situación en la que se encuentra actualmente el área biomédica del Hospital Regional del Cusco, se hace la descripción de los procesos que se realizan para llevar el control y gestión de los mantenimientos a los diferentes equipos biomédicos de las distintas áreas de la institución, formulando así el problema principal y los problemas que derivan de ello. A partir de estos problemas se plantean objetivos para optimizar y solucionar la problemática del área. Así como justificar la importancia de la presente implementación. En el segundo capítulo, se resumen los antecedentes internacionales, nacionales, locales y las bases teóricas que sirvieron de referencia para la presente implementación, como los dispositivos médicos, tipos de mantenimiento, etapas de un mantenimiento, la gestión del mantenimiento, herramientas de programación, diseño del sistema de información y el marco de trabajo que se utilizó y aplicó durante el desarrollo de la tesis que es en este caso Scrum. En el tercer capítulo se muestra la prospectiva de la implementación del sistema de información basándonos en la metodología ágil, aplicamos el marco de trabajo Scrum para el desarrollo del proyecto. Los roles asignados, las herramientas ágiles a usar, la recopilación de información y requerimientos identificados, historias de usuario, los periodos de trabajo, se explica también el funcionamiento del sistema de información por medio de prototipos y el modelado de procesos, mostrando un antes y un después, el estudio de factibilidad de la investigación y la situación esperada del proyecto. En el cuarto capítulo se muestra las etapas del proceso seguido, tareas y actividades establecidas, y los recursos usados para el desarrollo del sistema de información propuesto. Los resultados de la implementación de este proyecto, nos dan un producto final de un sistema de información, el que permite alcanzar las metas satisfactoriamente. Se logró establecer un inventario, ficha técnica, registro de proveedores, registro de usuarios, programación de mantenimiento preventivo, historial de mantenimiento. Estos procesos automatizados permiten planificar, dar seguimiento y tener un control del mantenimiento del equipamiento biomédico.



## Abstract

An information system was developed for the biomedical area of the maintenance and general services unit of the Regional Hospital of Cusco, to carry out the control and management of the processes that are carried out for the maintenance of biomedical equipment. The following describes what was done in each chapter. In the first chapter, the situation in which the biomedical area of the Regional Hospital of Cusco is currently found, the description of the processes that are carried out to bring control and management of maintenance to the different biomedical teams of the different areas of the institution, thus formulating the main problem and the problems that derive from it. Based on these problems, objectives are set to optimize and solve the problems of the area. As well as justify the importance of this implementation. In the second chapter, the international, national, local background and the theoretical bases that served as a reference for the present implementation are summarized, such as medical devices, types of maintenance, maintenance stages, maintenance management, programming tools, design software and the framework that was used and applied during the development of the project in this Scrum case. The third chapter shows the prospective implementation of the information system based on the agile methodology, we apply the Scrum framework for the development of the project. The assigned roles, the agile tools to use, the collection of information and identified requirements, user stories, work periods, the operation of the information system is also explained through prototypes and process modeling, showing a before and a later, the feasibility study of the investigation and the expected situation of the project. The fourth chapter shows the project development schedule, the stages of the process followed, established tasks and activities, and the resources used for the development of the proposed information system. The results of the implementation of this project give us a computer product that allows us to achieve the goals satisfactorily. It was possible to establish an inventory, technical sheet, supplier registry, user registry, preventive maintenance programming, maintenance history. These automated processes make it possible to plan, monitor, and have control over the maintenance of biomedical equipment.



## CAPÍTULO I

### Problema de investigación

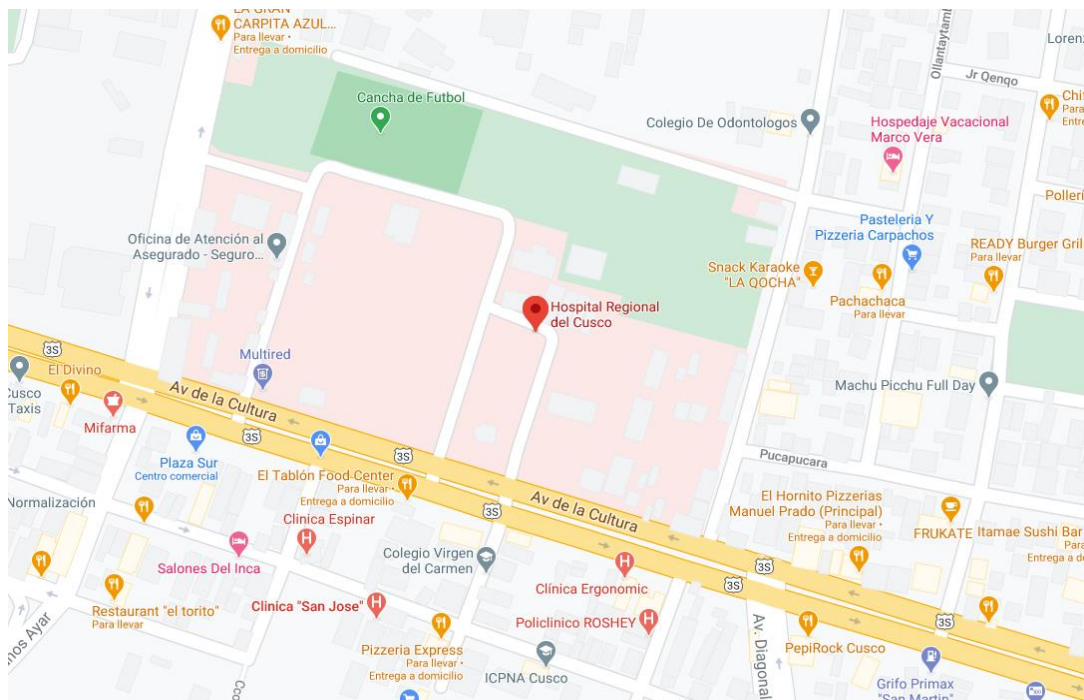
#### 1.1 Ámbito de influencia

##### 1.1.1 Ámbito de influencia teórica

El ámbito de influencia de la tesis, está enmarcada en el desarrollo de un sistema de información de gestión del mantenimiento de equipamiento biomédico, dentro de la línea de investigación de las tecnologías de información, que está ubicado en las instalaciones del área biomédica de la unidad de mantenimiento del Hospital Regional del Cusco, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.

#### Figura 1

*Lugar de ejecución de la tesis*



Fuente 1: Consulta a Google Maps



### ***1.1.2 Área de dominio***

El área de dominio del proyecto es la de “Tecnologías de la Información” debido a que se desarrolla un sistema de información para el procesamiento y almacenamiento de datos, el cual usa redes locales LAN para la transmisión y metodologías de desarrollo de software ágil para su implementación.

### ***1.1.3 Línea de investigación***

La tesis se encuentra dentro de la línea de investigación denominada “Desarrollo de Software” el que muestra como resultado un “Sistema de Información” que permite gestionar y procesar información para que esté al alcance de las áreas de interés dentro de la Institución.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad muchos hospitales en los países desarrollados, le han dado mucha importancia en el cuidado y conservación de su equipamiento biomédico, es por ello que han creado un área, que exclusivamente se encarga de administrar todos los procesos, respecto a la mantenibilidad y conservación de los equipos médicos, por ser equipos de alta tecnología y un costo elevado, los hospitales invierten en tecnologías de la información para automatizar sus procesos y contar con información exacta que les permitan tomar decisiones en favor de la conservación de los equipos médicos.

En nuestro país, un gran número de hospitales y clínicas no cuentan con estas herramientas tecnológicas que les permitan administrar adecuadamente sus procesos, ello ocasiona equipos inoperativos a falta de repuestos o mantenimientos preventivos, por un inadecuado control de la información referente al estado del equipo médico, lo más importante de gestionar un buen mantenimiento radica en administrar los recursos materiales, recursos humanos, los tiempos establecidos del desarrollo de cada actividad establecidos por el fabricante y los costos generados en el mantenimiento del equipo médico, todo ello garantiza el cumplimiento de las metas establecidas por el hospital, en un documento llamado, plan de mantenimiento anual, el cumplimiento de estas metas permiten preservar la disponibilidad, la vida útil del equipamiento biomédico, un plan de mantenimiento determina un programa, frecuencia y recursos de



mantenimiento, los cuales deben realizar un conjunto de actividades, en un tiempo establecido, existen procedimiento en el que se indica cómo realizar cada actividad y qué instrumentos se utilizan para realizar cada actividad, todo lo mencionado líneas arriba se escriben y detallan en una orden de trabajo de mantenimiento (OTM) con los datos del equipo y las actividades de mantenimiento a realizar.

El problema de esta importante área es la pérdida de información, información desactualizada, no se conoce el estado real del equipamiento médico, sus procesos de mantenimiento del equipamiento médico no están organizados.

Las causas de este problema del área biomédica de este importante hospital, son múltiples, carece de tecnologías de vanguardia, el hospital que es de nivel III-1, un hospital de referencias para nuestra región y que es especializado, cuenta con equipos complejos de alta tecnología y por ende sus procesos de gestión de mantenimiento deberían ser de las últimas existentes en el mercado, sin embargo, la realidad percibida la describimos a continuación:

La información de los procesos dentro del área biomédica es llenada en formatos de papel y planillas, muchos de ellos llenados a mano, los documentos son elaborados en formatos Word y Excel, los cuales son guardados en archivadores.

Las consecuencias de este problema generan dificultades en la búsqueda de información del estado actual del equipamiento biomédico, dificultad en encontrar reportes de mantenimiento, pérdidas de información por el deterioro del papel, información inexacta del historial de mantenimiento, inventario del equipamiento, no existen las fichas técnicas, no se sabe con precisión que equipos están operativos e inoperativos.

### ***1.2.1 Descripción de la situación actual del lugar de intervención***

La UE 1130 Hospital de Apoyo Departamental Cusco es una Entidad Publica integrante del Pliego 446 Gobierno Regional del Departamento de Cusco, que brinda servicio de salud a la población cusqueña y referencial, promueve la gestión de sus recursos a través de la ejecución de actividades bajo un enfoque de resultados, basada en metas concretas en un periodo de tiempo



definido, permitiendo de esta manera visualizar y evaluar el rendimiento de sus servicios, con el fin de mejorar la atención a la población. (Gil, 2020).

### **1.2.1.1 Estructura orgánica**

El hospital para cumplir su misión y lograr sus objetivos funcionales tiene la siguiente estructura orgánica:

#### **a) Órgano de dirección**

1. Dirección ejecutiva.

#### **b) Órgano de control**

1. Órgano de control institucional.

#### **c) Órganos de asesoramiento**

1. Oficina de planeamiento estratégico.

2. Oficina de inteligencia sanitaria.

- Unidad de epidemiología e investigación.
- Unidad de estadística e informática.
- Unidad de emergencias y desastres.

3. Unidad de gestión de la calidad.

#### **d) Órganos de apoyo**

1. Oficina de administración.

- Unidad de personal.
- Unidad de economía.
- Unidad de logística.
- Unidad de mantenimiento y servicios generales.





2. Unidad de desarrollo del potencial humano.
3. Unidad de seguros, referencias y contra referencias.

**e) Órganos de línea**

1. Departamento de medicina.
  - Servicio de medicina interna.
  - Servicio de medicina sub especialidades.
  - Servicio de medicina física y rehabilitación.
  - Servicio de cuidados críticos.
2. Departamento de cirugía.
  - Servicio de cirugía general.
  - Servicio de cirugía sub especialidades.
  - Servicio de traumatología y ortopedia.
  - Unidad de quemados.
3. Departamento de pediatría.
  - Servicio de pediatría.
  - Servicio de neonatología.
  - Unidad de cuidados críticos neonatal.
4. Departamento de gineco-obstetricia.
  - Servicio de ginecología.
  - Servicio de obstetricia.
5. Departamento de odonto-estomatología.
6. Departamento de enfermería.



- Servicio de enfermería en hospitalización.
- Servicio de enfermería en consulta externa y e. sanitarias.
- Servicio de enfermería en emergencia y servicios críticos.

7. Departamento de enfermería.

- Servicio de enfermería en hospitalización.
- Servicio de enfermería en consulta externa y e. sanitarias.
- Servicio de enfermería en emergencia y servicios críticos.

8. Departamento de emergencia.

- Servicio de emergencia.

9. Departamento de anestesiología y centro quirúrgico.

- Central de esterilización.
- Centro quirúrgico.

10. Departamento de apoyo al diagnóstico.

- Servicio de patología clínica.
- Servicio de anatomía patológica.
- Servicio de banco de sangre.
- Servicio de diagnóstico por imágenes.

11. Departamento de apoyo al tratamiento.

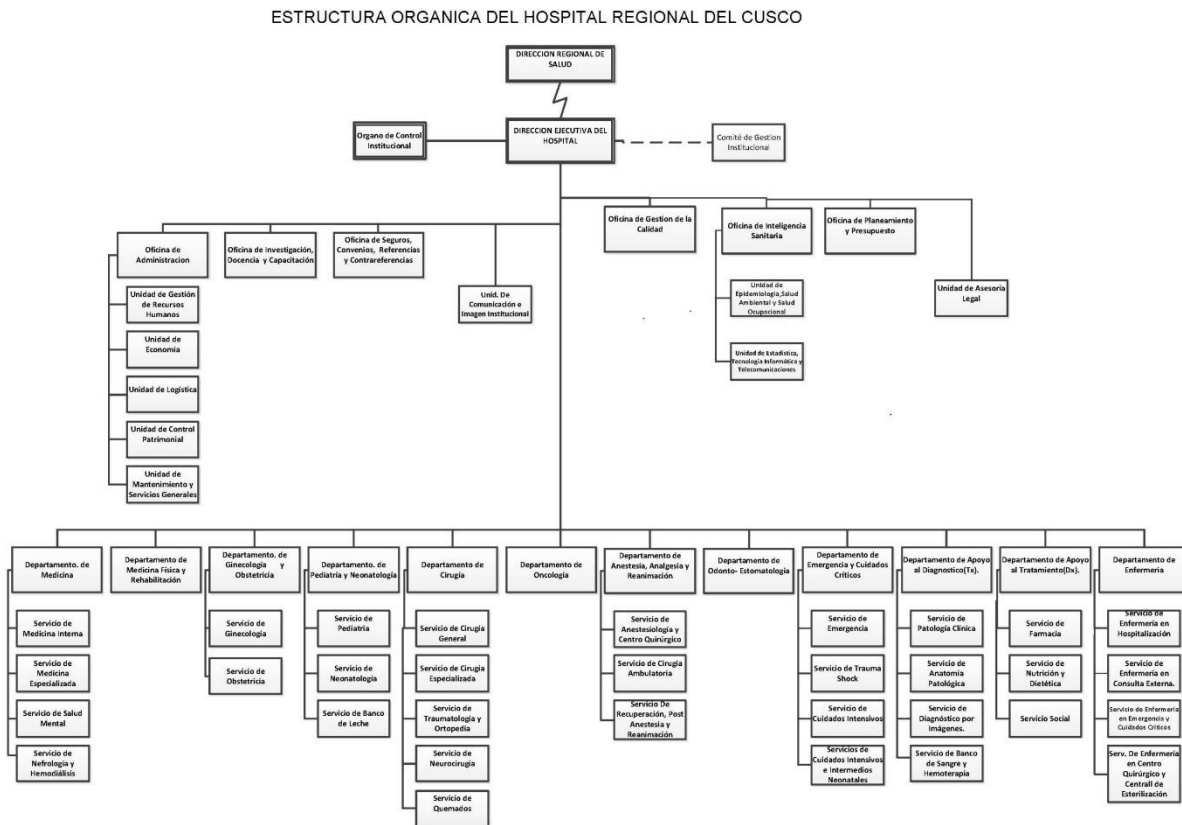
- Servicio de nutrición y dietética.
- Servicio social.
- Servicio de psicología.
- Servicio de farmacia.



### 1.2.1.2 Organigrama

Figura 2

Organigrama Hospital Regional Cusco



Fuente 2: (Gil, 2020)

### 1.2.1.3 Marco legal

- Constitución Política del Perú.
- Ley N° 27245, Ley de Prudencia y Transparencia Fiscal y su Reglamento
- Decreto Supremo N° 039-2000- EF
- Ley N° 27783 Ley de Bases de la Descentralización.
- Ley N° 27867 Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.
- Ley N° 27658. Ley Marco de Modernización de la Gestión del Estado



- Decreto Legislativo N° 1088 Ley del Sistema Nacional Planeamiento Estratégico y del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico.
- Ley N° 28522 Ley del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico y del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). (Segunda, tercera, cuarta, quinta, sexta y séptima disposiciones complementarias).
- Decreto Legislativo 1252 Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones y deroga la Ley N° 27293, Ley del sistema Nacional de Inversión Pública.
- Ley N° 28056 Ley Marco del Presupuesto Participativo y su modificatoria la Ley N° 29298 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 171-2003-EF.
- Ley N° 28411 Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.
- Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo.
- Decreto legislativo N° 1440 Decreto Legislativo del Sistema Nacional de Presupuesto Público.
- Directiva N° 001-2017-CEPLAN/PCD, Directiva para la actualización del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional, aprobado con resolución de Presidencia del consejo Directivo N°0005326-2018-CEPLAN/PCD.
- Guía para el Planeamiento Institucional, modificada por Resolución de Presidencia de Consejo Directivo N° 00016-2019/CEPLAN/PCD y aprobada el 26 de marzo del 2019.

#### **1.2.1.4 Cuadro de asignación de personal**



**Figura 3**

*Cuadro de asignación de personal*

FORMATO N° 1

CUADRO PARA ASIGNACION DE PERSONAL - PROVISIONAL

ENTIDAD: GOBIERNO REGIONAL CUSCO - DIRESA - HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO

SECTOR:

N° De Pagina .....de.....

VII DENOMINACIÓN DEL ORGANO: OFICINA DE ADMINISTRACION							
VII.6 DENOMINACIÓN DE LA UNIDAD ORGANICA: UNIDAD DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES							
N° ORDEN	CARGO ESTRUCTURAL	CODIGO	CLASIFICACION	TOTAL	SITUACION DEL CARGO		CARGO DE CONFIANZA
					O	P	
2107	Jefe/a de Unidad	44605154	SP-DS	1		1	
2108/2109	Jefe/a de Equipo	44605155	SP-ES	2		2	
2110/2113	Ingeniero I	44605155	SP-ES	4		4	
2114	Especialista en Mantenimiento I	44605155	SP-ES	1	1		
2115	Asistente en Servicios Transportes I	44605156	SP-AP	1	1		
2116/2117	Asistente en Servicios Infraestructura I	44605156	SP-AP	2	2		
2118	Naturales I	44605156	SP-AP	1	1		
2119	Asistente en Servicios de Salud I	44605156	SP-AP	1	1		
2120/2121	Supervisores de Taller I	44605156	SP-AP	2	2		
2122/2127	Artesano II	44605156	SP-AP	6	6		
2128/2159	Artesano I	44605156	SP-AP	32	32		
2160/2184	Técnico en Servicios Generales I	44605156	SP-AP	25		25	
2185	Electricista III	44605156	SP-AP	1	1		
2186/2187	Electricista I	44605156	SP-AP	2	2		
2188	Mecanico I	44605156	SP-AP	1	1		
2189	Técnico Administrativo II	44605156	SP-AP	1	1		
2190/2191	Técnico Administrativo I	44605156	SP-AP	2	2		
2192/2193	Tecnico en Mantenimiento I	44605156	SP-AP	2		2	
2194/2201	Tecnico en Transporte I	44605156	SP-AP	8	8		
2202/2203	Operador Maquina Industrial II	44605156	SP-AP	2	2		
2204/2210	Operador Maquina Industrial I	44605156	SP-AP	7	7		
<b>TOTAL DE UNIDAD ORGANICA</b>				<b>104</b>	<b>70</b>	<b>34</b>	

Fuente 3: (Gil, 2020)

Esta tesis se realizó en el establecimiento de salud de la Unidad Ejecutora 402 Hospital Regional del Cusco, el cual ofrece atención de salud oportuna con profesionales altamente calificados en las diferentes especialidades con la finalidad de proteger la salud de la población del Cusco.

La unidad de mantenimiento y servicios generales, cuenta con un área biomédica, el que es responsable de velar por la conservación y operatividad del equipamiento biomédico, a su vez gestiona el mantenimiento de los equipos con un plan anual de mantenimiento, el área biomédica, no ha logrado administrar de forma óptima sus procesos, toda la administración de su información con respecto al equipamiento biomédico está en planillas y archivadores lo cual hace tedioso la búsqueda y ubicación de los documentos, como órdenes de mantenimiento de trabajo, las fichas técnicas, el inventario y el estado real de los equipos médicos, es importante



gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico, ello garantiza la operatividad sin paros de los equipos médicos y brindar una atención sin paros a los pacientes.

### ***1.2.2 Descripción del problema***

El área biomédica de la unidad de mantenimiento y servicios generales del Hospital Regional del Cusco, en el que muchos procesos de esta vital área se realizan de forma manual, es decir en formatos de papel y planillas que se llenan de forma física, como también documentos elaborados en formatos Word y Excel, los cuales se guardan en carpetas y archivadores en la oficina, esto tiene un efecto, que ocasiona dificultades y confusión en la búsqueda de información relevante del estado real del equipamiento biomédico, no se tiene acceso al historial de reportes, el papel se deteriora con el paso del tiempo, ello genera pérdidas de información, proporciona una información inexacta y no accesible para el que lo requiera.

Este problema representa una gran falta de productividad del área biomédica, es decir no llega a cumplir las funciones completamente para lo cual ha sido creado, que es la de conservación del equipamiento biomédico del hospital, se debe indicar que hay pocos hospitales en nuestro país que tienen sistemas de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.

Al no existir un sistema de información para la gestión del mantenimiento en esta área, es necesaria la implementación y puesta en marcha de la tecnología necesaria para la creación de un sistema de información que permita automatizar procesos para una gestión oportuna del mantenimiento del equipamiento biomédico. Ello garantizará realizar consultas de forma rápida, oportuna y actualizada.

### ***1.2.3 Formulación del problema***

#### **Formulación interrogativa del problema general**

¿Cómo implementar un sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico del área biomédica de la unidad de mantenimiento del Hospital Regional del Cusco?



### **Formulación interrogativa de los problemas específicos**

- ¿Cuáles son las necesidades y requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico?
- ¿Cómo diseñar el prototipo del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico?
- ¿Cómo desarrollar los módulos del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico?

#### **1.2.4 Objetivos**

##### **General**

Implementar un sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico del área biomédica de la unidad de mantenimiento del Hospital Regional del Cusco.

##### **Específicos**

- Analizar las necesidades y requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.
- Diseñar el prototipo del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.
- Desarrollar y testear los módulos del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.

#### **1.2.5 Justificación**

El área biomédica, tiene pérdidas de información, información desactualizada y sus procesos dentro de esta área con respecto al mantenimiento y conservación del equipamiento médico, no están organizados.



Con el avance de las tecnologías de la información, las instituciones hospitalarias deben estar a la vanguardia de los avances tecnológicos en su equipamiento biomédico, y por ende contar con herramientas actualizadas que permitan administrar los procesos para una buena gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico.

Con la implementación de un sistema de información que gestione el mantenimiento, se tiene una mejora en la administración de la información relacionada al equipamiento biomédico, también se automatizaron procesos dentro del área biomédica, esto va a reducir el impacto negativo de fallas en el equipamiento biomédico, extendiendo la vida útil de los equipos, minimizando el desgaste, dando un uso eficiente de los recursos, como instrumentos de medición y personal capacitado. El cual garantiza la seguridad del personal y del equipo a intervenir, mostrando información exacta para la toma de decisiones oportunas por los encargados.

Una buena gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico, permite ofrecer un servicio de calidad a las diferentes áreas del hospital, la implementación de un sistema de información, permite conocer de manera más organizada las tareas en la gestión del mantenimiento, también los trabajadores de esta área tienen herramientas tecnológicas que facilite su labor en el día a día.

### ***1.2.6 Alcances y limitaciones***

#### **Alcances**

En la presente tesis se implementa un sistema de información que brinda una solución para la gestión óptima del mantenimiento de los equipos biomédicos, el mismo que permite proporcionar la información en tiempo real del inventario, mantenimientos, requerimientos, reportes y estado del equipamiento biomédico a los diferentes servicios y áreas de interés del Hospital Regional del Cusco.

#### **Limitaciones**

- En las limitaciones metodológicas, no se pudo establecer la cantidad de equipos médicos por tener un inventario incompleto, la falta de datos confiables para





obtener la información exacta de los equipos médicos y sus procesos dentro del área.

- Otra limitación es el acceso a la información precisa de los procesos desde el área biomédica y la disposición de los servidores a largo plazo para el continuo funcionamiento del sistema de información depende de la administración y gestión actual del hospital.



## CAPÍTULO II

### Marco teórico

#### 2.1 Antecedentes del desarrollo, implantación o transferencia tecnológica

##### 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

**Troya (2016)**, En la presente investigación “Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en el Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico comandante Manuel Fajardo Rivero.” se aplica una auditoría de mantenimiento con el objetivo de dar respuesta al problema de investigación: ¿Cómo contribuir al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en el Hospital Docente Clínico Quirúrgico comandante Manuel Fajardo Rivero? A raíz de una revisión de la bibliográfica es creada las bases sobre la gestión del mantenimiento, que fue escogido dentro de varios análisis para evaluar la gestión del mantenimiento el de los autores Martínez San Román y Pérez Hernández (2013). Mediante la aplicación práctica del mismo fueron evaluadas nueve áreas mostrando un comportamiento aceptable el 66.67 % de estas. Sin embargo, fue propuesto una planificación enfocada en las áreas de evaluación como deficiente, con el propósito de suprimir las negativas existentes y apoyar al funcionamiento óptimo en el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

#### **Comentario:**

Este trabajo de investigación propone un plan de mejoras para contribuir al funcionamiento óptimo de las actividades de mantenimiento, luego de una auditoría a las diferentes áreas del Hospital.

**Arvizu, Alaniz y Bravo (2018)**, En el presente trabajo de investigación “Software de mantenimiento para equipos biomédicos asistido por computador en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) Del Hospital Escuela San Juan De Dios De Estelí, Durante El II Semestre Del 2017.” tiene como objetivo el diseño y la implementación de un software de mantenimiento para el manejo más eficaz de la información y optimizar las tareas de planificación, programación, gestión y control de mantenimiento de equipos biomédicos.



La investigación refiere la problemática y los diferentes elementos que detalla la forma en que se realizó la observación, de tal manera que se definió el objetivo y los medios a utilizar para el propósito, el cual es brindar una solución automatizada al proceso de control de inventario de equipos biomédicos y programas que en esta oportunidad se emplean de forma manual en la gestión del mantenimiento tales como el preventivo y correctivo.

Esta investigación es experimental ya que el resultado final obtenido fue un producto informático, mediante el cual se espera determinar el grado de influencia y mejora de los trabajos realizados en el mantenimiento de los equipos. También se indica en el trabajo que esta investigación es descriptiva con método deductivo dado que por medio de la observación se examina el valor funcional de los equipos y su operatividad.

Finalmente, el trabajo muestra que la solución planteada alcanza cumplir las metas establecidas satisfactoriamente, ya que logró numerar los equipos biomédicos existentes en el área y dio inicio al registro del inventario técnico en la base de datos del software de gestión de mantenimiento.

### **Comentario:**

En el siguiente trabajo de investigación tuvo por finalidad el diseño de un sistema computarizado para la gestión de mantenimiento de los equipos médicos de la institución, y que permita el manejo eficiente de la información, tareas de planificación y controles de los mantenimientos del área de CI del Hospital San Juan de Dios de Estelí.

**Anaya (2019)**, en la investigación “Sistema de información para la adquisición y gestión de equipos biomédicos en instituciones de salud.” la salud colombiana presenta desafíos importantes en cuanto a equipos biomédicos. Desde el momento en el que se requiere adquirir un equipo biomédico se presenta el reto de elegir objetivamente la mejor opción frente a varias alternativas tecnológicas favorables. Cabe señalar que una vez adquirido, a lo largo de la vida útil de un dispositivo biomédico, es importante actualizar su gestión correctamente. Para lograr esto, se deben implementar estrategias de planificación y adquisición. Este trabajo tiene como objetivo diseñar una metodología que permita proporcionar una planificación eficiente de los procesos que llevan a una gestión eficiente de equipos biomédicos, y a su vez, dar solución



al problema de elegir un equipo entre otras opciones. Para lograr este objetivo se realizaron actividades como: revisión de literatura, evaluación de metodologías utilizadas, desarrollo de software a través de MATLAB y métodos de análisis multicriterio a través del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Se realizaron pruebas en el Hospital Santa Margarita de Copacabana, en el cual se aprobó la metodología desarrollada y se concluye que el trabajo representa una solución al problema de adquisición y gestión de tecnología en salud.

### **Comentario:**

Este trabajo de investigación tuvo como meta principal la implementación de una herramienta tecnológica y el diseño de una metodología que facilite la planificación eficiente de una correcta gestión de mantenimiento de equipos biomédicos, lo cual permitiría ofrecer un servicio de calidad a la población.

**Montijo y Zazueta (2019)**, En la presente investigación “Identificación y Gestión del Mantenimiento del Equipo y Tecnología Biomédica de un Hospital Público, Utilizando Herramientas Digitales.” menciona que una buena gestión de los equipos y tecnologías biomédicas es fundamental para brindar una atención segura a los beneficiarios y mejores condiciones laborales a los empleados. La organización debe implementar un programa de gestión de tecnología y equipos biomédicos basado en la identificación y creación de una lista que incluya la tecnología y equipos biomédicos de la organización, tanto arrendados como prestados, para cumplir con un aspecto recomendado por Salud General mediante la implementación de un Facility and Safety Management. Sistema o FMS (Facility and Safety Management), que se considera para certificación por parte del hospital, para garantizar que todos los equipos y tecnologías biomédicas estén disponibles para su uso y funcionando correctamente. Es importante señalar que la transferencia y el acceso a la información debe ser fácil y rápido entre los departamentos involucrados. Una gran ventaja de desarrollar e implementar este proyecto es que la información se puede transferir más fácil y rápidamente de un servicio a otro. Además, se mejorará la gestión e identificación del estado de los dispositivos y tecnologías biomédicas propiedad del Hospital General Área 14 del IMSS, ubicado en Hermosillo, Sonora. El objetivo de este estudio fue diseñar e implementar una herramienta digital, alertando el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y tecnología biomédica



hospitalaria, minimizando tiempos muertos y asegurando su correcto funcionamiento, así como reduciendo costos por delegación de estudios. a otras instituciones y así brindar un buen servicio a los beneficiarios.

**Comentario:**

El objetivo de esta investigación es implementar una herramienta digital para la gestión del mantenimiento de los equipos médicos con la finalidad de minimizar las horas fuera de servicio del equipamiento y se reduzcan los gastos y garantice su operatividad y brindar un servicio de calidad a la población.

**Cardona (2019)**, En el presente trabajo de investigación “Diseño E Implementación De Una Solución Tecnológica Para La Gestión Administrativa De Equipos Biomédicos En Instituciones Prestadoras De Salud Con Niveles De Atención I Y II.” Se refiere al Decreto “4725 de 2005 que regula el sistema de registro sanitario, autorización de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos destinados al uso humano”, incluidos los dispositivos biomédicos. seguridad de los pacientes para asegurarse de que funciona correctamente. El objetivo de este estudio es brindar una solución tecnológica que permita la gestión y control del mantenimiento preventivo/reparación de equipos en instalaciones médicas. Por tanto, en este trabajo se utilizarán los conocimientos académicos adquiridos por el autor durante la labor de ingeniero informático y de sistemas, así como la experiencia laboral y profesional obtenida en el último año. Además, es necesario mencionar las contribuciones del director de servicios públicos. C. García y la participación de consultores de la Red Central de Salud de Cali, finalmente con esta solución se espera que esta solución cubra la mayoría de las necesidades de gestión de dispositivos médicos. Los estudiantes de IPS brindan atención médica en los niveles de atención 1 y II.

**Comentario:**

En este trabajo de investigación su objetivo primordial es crear herramientas que permita una buena gestión de la administración del equipamiento biomédico, con el fin de reducir riesgos ocasionados al paciente, así como brindar información para la toma de decisiones.



**Valderrama y Gómez (2019)**, En el presente trabajo “Sistema De Información Para La Gestión Del Mantenimiento En Equipos Biomédicos Red De Salud Sur Oriente E.S.E.” Describe el desarrollo de un sistema denominado “Sistema de Información para la Gestión del Mantenimiento de Equipos Biomédicos de la Red de Salud Sur Oriente E.S.E”. El proyecto se implementó dentro de la Red de Salud del Sureste (RSSO), específicamente en el Hospital Carlos Carmona de Cali, en el sureste de la ciudad. Para desarrollar este proyecto se mantuvo una conversación directa con el ingeniero a cargo del Departamento de Mantenimiento de la RSSO, quien expresó la necesidad de una solución técnica para administrar y procesar bien la información, y así desarrollar un CMMS (Sistema Informático de Gestión). El programa fue desarrollado usando: Programación de framework Laravel y manejo de base de datos MySQL. El software fue desarrollado como una aplicación basada en la web que permite a los usuarios registrar información clave del equipo en una base de datos, configurar cronogramas de mantenimiento automático por prioridad, administrar información de solicitud de servicio general y más. Trabajo y recibir un informe sobre indicadores que permiten seguir trabajando para ser llevado a cabo. Evalúa todo el proceso.

**Comentario:**

El trabajo muestra el desarrollo de un sistema de información, que permite una buena gestión de mantenimiento del equipamiento biomédico, esta herramienta permite tener información en tiempo real y procesarla para un seguimiento adecuado de la gestión del mantenimiento.

**2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional**

**Condori (2015)**, en su investigación denominado “Implementación de un Sistema de Información para la mejora del proceso de mantenimiento de los equipos médicos en el Hospital María Auxiliadora”, que tuvo como objetivo implementar un Sistema de Información para la mejora del proceso de mantenimiento de los equipos médicos en el hospital María Auxiliadora. La metodología utilizada fue la metodología AUP (Proceso unificado Ágil) la cual tiene varias fases y que abarcan desde la obtención de los requerimientos base hasta la implementación del sistema requerido, con la problemática identificada realizaron visitas al Hospital, para determinar las causas y trabajar en una solución. Para la obtención de la información realizaron entrevistas



no estructuradas con el personal relacionado a las áreas de interés y una revisión de la documentación obtenida.

Los resultados obtenidos de los procesos definidos pueden indicar que estas actividades permiten planificar, dar seguimiento y tener un control de los mantenimientos de los equipos médicos.

### **Comentario:**

Como indica la tesis de pregrado, su finalidad es la de garantizar la operatividad de los equipos biomédicos, conjuntamente con una herramienta de software que permita una mejor administración de la gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico con el único objetivo de brindar un servicio de calidad del Hospital hacia los pacientes.

**Maldonado (2017)**, en la presente investigación “Software de Gestión de incidentes Para mejorar la operatividad del mantenimiento de los Equipos Biomédicos Hospital Víctor Lazarte Echegaray.” tiene como objetivo brindar soporte para las actividades de la Service Meccel Ingenieros, quienes son los responsables de reparar y dar mantenimiento a los equipos biomédicos, perteneciente a Essalud, de la ciudad de Trujillo. Como una empresa estatal de servicios médicos. El sistema está construido sobre el enfoque Extreme Programming o XP Agile para el proceso de desarrollo de software, que actualmente está teniendo un gran impacto y jerarquía en la industria del software, ya que consta de varias etapas de desarrollo de software y son aplicables en áreas donde sus procesos ya están definidos, que es una de las principales razones para utilizarlas. El sistema se implementó debido a la necesidad de controlar el tiempo de procesamiento de los casos reportados por los clientes para cumplir con las normas institucionales establecidas. Por lo tanto, la presente tesis se llevó a cabo en la ciudad de Trujillo durante el año 2014 al 2015, con el fin de analizar, desarrollar e implementar un sistema de gestión de incidentes con enfoque en la mejora del servicio. El sistema de gestión está construido de manera que garantiza que las solicitudes y quejas de los usuarios clave se atiendan rápidamente, con el fin de aumentar y mejorar la atención del departamento de operaciones del hospital. Además, la notación UML se ha utilizado para desarrollar y definir procesos operativos para una mejor comprensión del negocio. Vale la pena señalar que se ha desarrollado con una arquitectura funcional robusta basada en clases que le da al sistema una escalabilidad futura



considerable. El software como producto final permitirá a Service Meccel Ingenieros almacenar y asegurar sus datos en una base de datos. Las unidades adecuadamente administradas facilitarán el registro de incidentes al proporcionar informes mensuales con la información requerida a la alta dirección del hospital, lo que no solo permite organizar, operar y tomar decisiones con base en información relevante, sino que también tiene un impacto positivo en la imagen institucional de la organización.

**Comentario:**

En este trabajo de investigación se hace el análisis de requerimientos, desarrollo de software e implementación de un sistema de administración de incidentes en atención para mejorar los tiempos y la operatividad del mantenimiento.

**Chuquilín (2018)**, en el presente proyecto de investigación “Diseño de un Sistema de Gestión de mantenimiento Hospitalario para optimizar la vida útil de los equipos en la Unidad de Servicios Generales, del Hospital Regional Docente de Cajamarca.” el estudio realizado fue pre-experimental, y las técnicas utilizadas fueron la observación directa, entrevista y análisis de datos, además de usar herramientas como diagrama de barras, diagrama de Pareto, diagrama de causa-efecto, diagrama de barras, análisis de pronósticos y el análisis de criticidad, los cuales sirvieron para el procesamiento de la información. Los resultados obtenidos fueron importantes, y esto permitió incrementar la disponibilidad de los equipos de hasta un 20 a 25 %, disminuyendo los fallos y aumentando su vida útil del equipo.

Finalmente obteniendo estos resultados, y por medio de la evaluación económica, se apreció los beneficios obtenidos, dando como recomendación final la implementación real de este diseño.

**Comentario:**

El principal objetivo del proyecto fue el diseño de un sistema de gestión con la única finalidad de incrementar la vida útil del equipamiento biomédico, obteniendo resultados de un intervalo del 20 al 25% de disponibilidad, así como la confiabilidad y un control del seguimiento del mantenimiento de los mismos.





**Palomino (2019)**, en el presente proyecto de investigación “Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo para los equipos e instalaciones del Hospital San José Lima Perú.” tuvo como objetivo elaborar un diseño de gestión de mantenimiento del equipamiento biomédico y la infraestructura, como respuesta a la necesidad de contar un aplicativo de mantenimiento que ayude minimizar las averías presentadas y ampliar la vida útil del equipamiento, así como la estructuración de un departamento que garantice el cumplimiento de estas actividades. Fueron empleadas herramientas como entrevistas estructuradas a empresas responsables del mantenimiento, revisiones bibliográficas, inspecciones al áreas de interés y revisión de manuales de fabricantes, con la finalidad de recolectar toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación, también se consideró elaborar el listado de inventario de los equipos detallando información como descripción de cargos, análisis de puestos, codificación de equipos y con la ayuda de las entrevistas a cada encargado se pudo elaborar el análisis de modo y efecto de fallas de las actividades de mantenimiento a realizar.

#### **Comentario:**

En este trabajo de investigación se hace un estudio más estructurado por lo que se elabora un diseño para la gestión de mantenimiento con la finalidad de hacer un programa de mantenimiento para aumentar la vida útil del equipamiento biomédico y finalmente el diseño del departamento de mantenimiento con entrevistas a empresas que ya cuentan con el área de mantenimiento bien estructurada, así como la elaboración de formatos para el inventario, las entrevistas a las diferentes áreas permitieron recabar información con la meta de crear un departamento bien estructurado y que preste un servicio de calidad.

#### **2.1.3 Antecedentes a Nivel Local**

**Astete y Palomino (2016)**, en su implementación de “Plan de Mantenimiento Preventivo bajo los lineamientos de la OMS de los Equipos Biomédicos de las unidades críticas del Hospital Regional del Cusco 2016.” se desarrolla en el establecimiento de salud de la Unidad Ejecutora 402, Hospital Regional del Cusco, en los equipos biomédicos de las unidades críticas. El enfoque de la investigación desarrollada es cuantitativo, de tipo aplicada y de nivel descriptivo, se realizó el análisis un total de 160 equipos biomédicos. Al analizar la unidad de mantenimiento



del Hospital Regional del Cusco, se encontró que la unidad estaba operando sin un plan fijo de mantenimiento preventivo y solo realizando mantenimiento correctivo, lo que aumentaba los costos de reparación de los equipos biomédicos. En el desarrollo de la investigación se abarcó las siguientes acciones: Revisión de bibliografía referentes al diseño de planes de mantenimiento de equipos de salud, estudio de la oferta-demanda de las Unidades Críticas de Salud, diagnóstico actual del estado de los equipos biomédicos de las Unidades Críticas bajo los estándares de la OMS, se realizó una evaluación de los equipos biomédicos para determinar el tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo) requerido, cuya criticidad se logró de acuerdo con las recomendaciones de la OMS. Finalmente, se ha desarrollado un sistema de información de gestión de mantenimiento. La investigación se obtuvo que un 54% de los equipos requieren un mantenimiento correctivo y el 46% un mantenimiento preventivo que permitirá hallar la criticidad de los equipos biomédicos en base a los lineamientos de la OMS. El estudio concluyó que los equipos biomédicos no cumplían con los estándares de la OMS, por lo que recomendamos utilizar el plan de mantenimiento preventivo recomendado y utilizar software hospitalario para organizar la planificación del mantenimiento preventivo propuesto.

### **Comentario:**

Esta implementación tuvo como finalidad crear un plan de mantenimiento según los estándares o requerimientos de la organización mundial de la salud (OMS) para las áreas críticas del Hospital, con el único objetivo de gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.

## **2.2 Bases teórico - científicos**

### **2.2.1 Dispositivos médicos**

Oms (2012), define como un dispositivo médico se define como un producto, instrumento, dispositivo o máquina que se utiliza para prevenir, diagnosticar o tratar enfermedades o para detectar, medir, restaurar, corregir o cambiar la estructura o función del cuerpo, cualquier propósito médico o de salud, los dispositivos médicos no funcionan a través de mecanismos farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, según lo define la OMS, en cuanto a los dispositivos médicos, los dispositivos médicos requieren calibración, mantenimiento, reparación, capacitación del usuario y retirada del servicio para su reposición, a menudo gestionados por



ingenieros clínicos, los dispositivos médicos se utilizan únicamente para el diagnóstico, tratamiento o rehabilitación de enfermedades o lesiones, solos o en combinación con accesorios consumibles u otros equipos médicos, los dispositivos médicos implantables, descartables o desechables no se consideran dispositivos médicos.

#### **2.2.1.1 Equipo médico**

Oms (2012), indica que son dispositivos médicos que, por su carácter técnico, se utilizan para procedimientos de diagnóstico, tratamiento y/o rehabilitación; ofrecen y exigen una serie de condiciones y elementos profesionales interrelacionados, estos equipos se enfocan en la atención de una especialidad médica específica y también son utilizados por profesionales de la salud para brindar atención a los pacientes y ayudar a dar una calidad de vida a la sociedad.

#### **2.2.1.2 Clasificación de dispositivos médicos**

Oms (2012), el sistema de clasificación general para dispositivos médicos se muestra a continuación:

##### **Clase I.**

Son dispositivos médicos de bajo riesgo que deben ser controlados en general, no destinados a proteger o apoyar la vida, o para usares de particular importancia para prevenir el deterioro de la salud humana y el no hacerlo no constituye un riesgo potencial de enfermedad o herida.

##### **Clase II.**

Se trata de dispositivos médicos de riesgo medio comprobables en la etapa de producción para demostrar su seguridad.

##### **Clase III.**

Estos son dispositivos médicos de alto riesgo que necesitan ser probados durante el desarrollo y la producción para demostrar su seguridad y eficacia.

##### **Clase IV.**



Estos son dispositivos médicos de muy alto riesgo que necesitan ser monitoreados, especialmente diseñado para proteger o mantener la vida y ser utilizado esencialmente para prevenir el deterioro de la salud humana, el no uso conlleva un riesgo de enfermedad o lesión.

## **2.2.2 *Mantenimiento***

### **2.2.2.1 Definición del mantenimiento**

Martínez (2001), establece que es una actividad encaminada a mantener los equipos e instalaciones en óptimas condiciones de funcionamiento, por un período de tiempo predeterminado y al menor costo, que ayude a lograr los objetivos de la organización y satisfacer las expectativas de las partes interesadas, por ejemplo: los dueños de la empresa, empleados, clientes, proveedores, así como la comunidad en la que la organización desarrolla sus actividades productivas.

De La Paz Martínez (2015), establece que el mantenimiento es una combinación de medidas técnicas, organizativas y económicas destinadas a mantener o restaurar el buen estado de los bienes, sobre la base del respeto y minimización del desgaste, y alargar la vida útil de los bienes, su vida económica, con mayor disponibilidad y confiabilidad para atender el proceso con calidad, eficiencia, protección ambiental y seguridad en todo su ciclo de vida.

### **2.2.2.2 Objetivos del mantenimiento**

Hoy en día las empresas son siempre competitivas, obligadas a realizar grandes volúmenes de producción, cumplir con los tiempos de entrega y los niveles de calidad exigidos, por lo que existen diferentes autores como Lopes Marques (2007); Torre (2005) Mora Gutiérrez (2012) afirma que “el objetivo del mantenimiento es lograr la máxima eficiencia en la operación de los sistemas de producción y servicios con la menor contaminación ambiental y la mayor seguridad para los empleados al menor costo posible”.

Por otro lado, el autor García Garrido (2012) afirma que el objetivo principal del mantenimiento no es solucionar problemas emergentes, sino guiar su trabajo a:

- Respetar un cierto valor inherente.



- Respetar un determinado valor de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil para toda la instalación, al menos en línea con el periodo de amortización de fábrica.
- Haga todo esto dentro de un presupuesto determinado, que suele ser el presupuesto de mantenimiento óptimo para esa instalación.

### 2.2.2.3 Tipos de mantenimiento

#### a) **Mantenimiento correctivo.**

Según Chávez (2010), es un conjunto de procedimientos para reparar componentes defectuosos de la máquina que resultan en un mal funcionamiento o una disminución en el rendimiento de la máquina.

#### **Ventajas:**

- Si el equipo está equipado, entonces la intervención de la falla será rápida y la recuperación del equipo será rápida.
- Infraestructura redundante, menor uso de mano de obra, y esto dependerá de la experiencia del operador para dar una solución rápida.
- Es adecuado realizar este proceso en equipos no fabricados.

#### **Desventajas:**

- Se produjeron averías y daños inesperados durante la producción y la planificación del negocio afectado.
- En muchos casos, la calidad de la reparación es mala, por la rapidez de la intervención, no siempre es una reparación completa, por lo que un mal trabajo genera insatisfacción e impotencia, así como consecuencias a corto plazo.



### **b) Mantenimiento preventivo.**

Chávez (2010), indica que es la inspección periódica de maquinarias y equipos con el fin de evaluar el estado real de funcionamiento y determinar los daños existentes. Su objetivo es anticipar fallas y mantener los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones de producción operando a plena capacidad.

#### **Ventajas**

- Para generar confiabilidad, el dispositivo opera en condiciones más seguras, ya que su estado real y las condiciones de funcionamiento se conocen de antemano.
- Reducción del tiempo de inactividad de las máquinas y del equipo.
- El inventario reducido y, en consecuencia, sus costos, se ajustan por el aumento o disminución de repuestos consumibles.
- Normalizar la carga de trabajo del personal de mantenimiento.
- Reducir los costos de reparación futuros.

#### **Desventajas**

- Representa la inversión inicial en infraestructura y recursos humanos.
- Si no se realiza el nivel correcto de análisis de mantenimiento preventivo, se pueden generar costos de mantenimiento adicionales.
- Si estas tareas rutinarias se prolongan durante mucho tiempo, los empleados carecerán de motivación, por lo que se deben establecer sistemas de trabajo que mejoren el clima laboral y generen compromiso.

#### **Fases**

- Inventario técnico con manuales, planos y características de cada equipo.
- Proceso técnico, listado de tareas a realizar periódicamente.
- Control de frecuencia, indicación de fecha exacta del trabajo.



- Registrar reparaciones, repuestos y gastos para ayudar en la planificación.

**c) Mantenimiento predictivo.**

Según Chávez (2010), es el mantenimiento que depende principalmente de detectar la posibilidad de una falla antes de que ocurra, para darle tiempo a solucionarla sin perjudicar el servicio, la producción, etc. Este control se puede realizar de forma periódica o continua, según el tipo de máquina, tipo de sistema productivo, para realizar este mantenimiento se utilizan instrumentos, equipos de diagnóstico y ensayos no destructivos, como análisis de lubricantes, pruebas de temperatura de equipos eléctricos, etc.

**Ventajas:**

- Reducir el tiempo de inactividad.
- Permite realizar un seguimiento de la evolución del defecto a lo largo del tiempo.
- Mejorar la gestión del personal de mantenimiento.
- Verificar el estado de las máquinas, periódica y ocasionalmente, permitiendo la creación de un archivo histórico de mecanizado.
- El momento del procedimiento no está relacionado con el desarrollo de un error inesperado que se conoce con precisión.
- Decidir parar la línea de máquinas en momentos críticos.
- Elaboración de comprobantes internos de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permite conocer el historial de procedimientos utilizados en el mantenimiento correctivo.
- Facilitar el análisis de fallas.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

**Desventajas:**



- La instalación de un sistema de este tipo requiere una gran inversión inicial, y los equipos y analizadores de vibraciones son caros. Asimismo, se deben asignar empleados para realizar lecturas periódicas de los datos.
- Debe contar con personal capaz de interpretar y extraer conclusiones de los datos generados por el dispositivo, tarea que requiere un alto nivel de conocimiento técnico de la aplicación.
- Por todas estas razones, tiene sentido implementar este sistema para máquinas o instalaciones donde las paradas repentinas generan pérdidas significativas, donde las paradas innecesarias generan un costo significativo.

#### 2.2.2.4 Etapas del mantenimiento

##### a) Análisis y planificación

Aquí se definen los límites, la frecuencia, el alcance y el método del examen.

- Elegir quién realizará la evaluación.
- Obtener la mayor información posible antes de la visita sobre las características técnicas de los equipos, además del conocimiento previo de los riesgos potenciales derivados de la documentación o análisis estadístico.
- Identificar elementos importantes o partes del equipo que se van a probar. Para ello, es necesario clasificar cada elemento, identificarlo mediante símbolos y determinar su ubicación en un gráfico físico, esto permite un inventario codificado de los componentes con mayor probabilidad de causar problemas cuando se desgastan, dañan o se usan incorrectamente. Además, los aspectos específicos que causaron problemas en revisiones anteriores, las acciones correctivas tomadas, así como los riesgos informados a través del procedimiento de informe de riesgos deben ser considerados nuevamente.
- Determinar los recursos, materiales, vestuario, equipos, materiales y herramientas de medición necesarios, en la elaboración o modificación del procedimiento deberán participar técnicos, mandos intermedios y operadores de equipos con la





titulación correspondiente, consultando al departamento de prevención cuando sea necesario.

- Es importante que se construyan de forma automática o por grupos de máquinas de las mismas características.

#### **b) Ejecución**

Esta es la etapa en la que prácticamente se corrige el examen y se registran los datos en las hojas de registro correspondientes para su posterior estudio, al realizar una revisión general, se recomienda encarecidamente acompañar al jefe de área o a los jefes y operadores de equipos, la evaluación debe ser integral, sin ignorar lugares remotos, de difícil acceso, maquinaria o equipo similar, no basta con revelar la deficiencia y los aspectos peligrosos y establecer la causa, sino que también es necesario proponer y aplicar medidas terapéuticas, en este sentido, el mismo diálogo con los empleados interesados puede aportarles la información que les interesa y ayudarles. (Chávez, 2010).

#### **c) Control**

La aplicación de acciones correctivas siempre requiere de seguimiento y control de su aplicación y efectividad.

#### **d) Registros documentales**

Los procedimientos de selección y los formularios de solicitud deben cifrarse para su posterior identificación, los documentos que se recopilarán en un archivo central deben estar disponibles donde la empresa los necesite, es decir, cerca del entorno de trabajo. (Chávez, 2010).

### **2.2.2.5 Actividades en el mantenimiento**

#### **a) Calibración**

Según Chávez (2010), la calibración implica realizar operaciones para reparar y restaurar el equipo a su condición operativa original, mediante el análisis de sus partes o componentes, el proceso realizado por la herramienta o por el uso de la herramienta, modelo o semental.



### **b) Inspección**

Según Chávez (2010), se trata de realizar una inspección en profundidad a la vista y mediante la medición de los elementos de cada parte y componente del equipo, para comprobar que el estado de funcionamiento es óptimo con consideración y que son compatibles. corresponden a las características y condiciones. Instrucciones de construcción y funcionamiento proporcionadas por el fabricante del equipo. La prueba se puede clasificar en tres categorías:

- Evaluación, cada elemento del equipo debe ser evaluado por su condición física y funcional por el departamento de mantenimiento, antes de que se tome cualquier acción de mantenimiento.
- No se considerará inutilizable la apariencia o el equipo con leves abolladuras, abolladuras, decoloración o cualquier otro defecto que no afecte la funcionalidad. Sin embargo, estos errores deben ser programados para ser corregidos, dependiendo de su disponibilidad.
- Integridad, es decir, un dispositivo completo que contenga todos los accesorios eléctricos, mecánicos y demás accesorios originales instalados de fábrica necesarios para su perfecto funcionamiento.
- La placa de identificación del dispositivo es un componente especial del dispositivo y debe conectarse al dispositivo. Todos los dispositivos cuentan con los accesorios necesarios para su funcionamiento, los cuales deben ser incluidos como parte del dispositivo.

### **c) Prueba de aceptación**

Las pruebas de aceptación incluyen la realización de exámenes visuales y operativos, y el seguimiento de estándares y procedimientos emitidos por institutos, organizaciones o asociaciones que rigen la construcción y la calidad de los equipos médicos. Para comprobar su eficacia y seguridad. Los estándares de calidad y rendimiento los establece el propio fabricante o las organizaciones que brindan orientación sobre la calidad, el uso y la seguridad de los dispositivos médicos, en particular con respecto a la seguridad eléctrica del paciente y del propio dispositivo.



**d) Limpieza**

Incluye la eliminación de elementos extraños o nocivos para el cuerpo del dispositivo.

**e) Lubricación**

Este es el proceso en el que se aplica un elemento viscoso entre objetos sólidos y en movimiento para reducir la fricción y el desgaste de las piezas.

**f) Pruebas de funcionamiento**

Según Chávez (2010), estas pruebas se realizan en cada equipo para determinar si la operación del equipo cumple con las características de seguridad y rendimiento especificadas durante el diseño y la fabricación, el equipo que no cumple con estos requisitos se considera reparable, las pruebas son realizadas por técnicos capacitados en diferentes equipos.

**2.2.3 Gestión del mantenimiento**

Según Chávez (2010), la gestión del mantenimiento es un sistema que ayuda a asegurar la disponibilidad, funcionalidad y mantenimiento de los equipos, siempre y cuando se aplique correctamente, esto significa un incremento significativo en la vida útil de nuestros equipos, y la provisión de productos de alta calidad que nos permitan desarrollar una exitosa estrategia de marketing para una producción de alta calidad, el equipo de producción debe operar de acuerdo con las especificaciones establecidas, lo que se puede lograr a través de procedimientos de mantenimiento programados a tiempo.

La necesidad de organizar adecuadamente la gestión del mantenimiento con implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y control de mantenimiento correctivo cuyo objetivo principal es mejorar la disponibilidad de los equipos en el sistema de producción del sistema, asimismo, la necesidad de reducir los costos de mantenimiento per se pone de relieve la necesidad de que la organización avance hacia el control de costos.



### 2.2.3.1 Plan de mantenimiento

Según la RM-533-2016/MINSA los lineamientos para la elaboración de un plan anual de mantenimiento de equipamiento en los establecimientos de salud. (Ministerio de Salud, 2016).

El plan anual, como documento de gestión, define las metas, objetivos, necesidades, recursos y procedimientos programados para el correcto mantenimiento y operación de los equipos, lo que contribuirá a mejorar la calidad, prestar servicios médicos, los cuales deberán considerar las siguientes actividades:

- **Conformación de equipos de trabajo.**

Los planes anuales de mantenimiento deben ser elaborados y revisados por el área de operaciones responsable de gestionar el mantenimiento del dispositivo médico.

- **Recopilación, revisión y análisis de la información.**

Los responsables del área de operaciones deben contar con informes de mantenimiento actualizados y coordinados del negocio, con información sobre disponibilidad y estado de los equipos, y procedimientos documentados para realizar el mantenimiento, y deben elaborar, revisar y aprobar un programa de mantenimiento para su posterior financiamiento e implementación.

- **Evaluación y diagnóstico de los equipos médicos.**

El equipo médico será evaluado para determinar si el equipo requiere mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o reemplazo, lo que toma en cuenta una combinación de criterios generales y específicos; Para evaluar dispositivos médicos muy complejos, se requiere la intervención de especialistas.

- **Elaboración del plan anual de mantenimiento.**

Un plan de mantenimiento anual es elaborado por el área de operaciones, la cual es responsable de su revisión, aprobación, implementación, seguimiento y control.



- **Revisión y aprobación del plan anual de mantenimiento.**

Esta revisión y aprobación es realizada por los respectivos departamentos.

- **Ejecución del plan.**

El responsable de mantenimiento del inmueble será responsable de que el plan anual de mantenimiento se lleve a cabo en coordinación con las áreas de uso.

### **2.2.3.2 Gestión del mantenimiento en hospitales.**

Durante la década de los ochenta, los hospitales sufrieron importantes cambios internos en la prestación de servicios médicos debido a la mecanización de las operaciones y al surgimiento de nuevas tecnologías hospitalarias. Estos nuevos servicios hospitalarios requieren de técnicos y personal capacitado, lo que repercute en los costos operativos y operativos del hospital. Según Benton (2006), la prestación de servicios médicos se ha convertido en una categoría de alta inversión, ya que el 60-70% del presupuesto operativo se invierte en el personal de enfermería de un hospital típico, y la tecnología hospitalaria también requiere nuevas inversiones en infraestructura, entornos operativos más controlados, suministros de energía y fluidos, y/o laboratorios biomédicos con equipos de calibración y medición más avanzados.

### **2.2.4 Sistema de información**

Según Peiró (2020), “un sistema de información está conformado por una serie de datos vinculados entre sí para conseguir un objetivo común”. Un sistema de información consta de muchos elementos interrelacionados para dar soporte a la operación de una empresa o negocio. Se considera que los sistemas de información proporcionan información a todos los subsistemas de una organización. Por lo tanto, el analista examina todas las partes de la organización para identificar los sistemas de información relevantes, dados estos factores, el analista debe determinar cómo funcionará el sistema y sus subsistemas, se proporcionarán las entradas y salidas requeridas, las tareas se realizarán manualmente y las tareas que deberá realizar la computadora.



#### **2.2.4.1 Efectos de los sistemas de información en las organizaciones**

Según Coutiño (2012), los sistemas de información tienen la capacidad de reducir costos, reponer capital y mano de obra, pero también reducir los costos de transacción, es decir, los costos en que incurre la empresa para ingresar al mercado, el sistema de información también reduce los costos de gestión interna, teoría de la agencia: cada empleado lucha por su propio bien, pero con el desarrollo de la tecnología se vuelve más fácil de controlar, lo que es más importante a medida que crece el negocio.

#### **2.2.4.2 Desarrollo de los sistemas de información**

Lograr una ventaja competitiva utilizando los sistemas de información dependerá en gran medida del adecuado desarrollo e implementación de los sistemas de información, desarrollar un sistema de información no es fácil, las organizaciones que solo adquieren tecnología de la información sin considerar las necesidades comerciales actuales fracasarán, poniendo en peligro la existencia del negocio, por esta razón, los siguientes pasos en el desarrollo de sistemas de información son esenciales.

#### **2.2.4.3 Lenguaje de programación**

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para realizar operaciones que pueden realizar dispositivos como las computadoras, se pueden utilizar para crear programas que controlan el comportamiento físico y lógico de las máquinas, para expresar algoritmos con precisión o como método de comunicación humana, consiste en un conjunto de símbolos y reglas gramaticales y semánticas que determinan la estructura y significado de sus elementos y expresiones, el proceso mediante el cual se escribe, prueba, depura, compila (si es necesario) y mantiene el código fuente de un programa de computadora se llama programación. (Gervasio, 2018).

## 2.2.5 Metodología de desarrollo de software

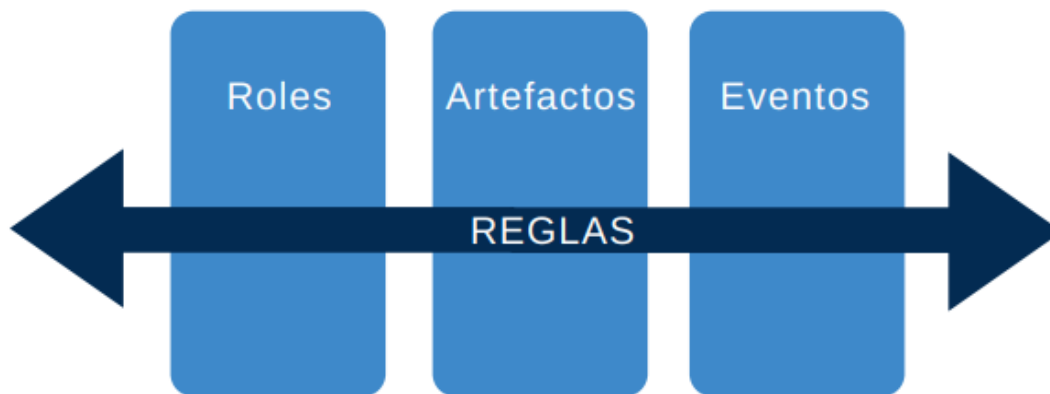
### 2.2.5.1 Scrum

Scrum es ampliamente conocido como un marco ágil para el desarrollo y gestión de proyectos de software.

Scrum se basa en tres elementos: eventos, roles y artefactos, que deben ser aplicados en conjunto. Cada uno de estos elementos sirve para un propósito específico, y cada uno es esencial para el éxito de Scrum.

#### Figura 4

*Elementos de scrum*



Fuente 4: The Scrum Primer (p.12), por Deemer, 2009, Scrum Training Institute.

#### Roles primarios:

- Product owner (Dueño del producto)
- Scrum master (Especialista en scrum)
- Scrum team (Equipo de desarrollo)

#### Roles secundarios:



- Cliente
- Stakeholder (jefes de áreas involucradas)

#### **Artefactos o herramientas:**

- Backlog del Producto (Lista de requerimientos)
- Backlog del Sprint (Lista de tareas a realizar)
- Scrum Taskboard (Tablero de tareas)
- Diagrama de Burndown (Gráfico del avance)

#### **Eventos o ceremonias:**

- Reunión de planificación de la entrega
- Reunión de planificación del sprint
- Sprint (periodo de trabajo)
- Reunión diaria
- Reunión de revisión
- Reunión de retrospectiva

El desarrollo del sistema de información se hace siguiendo las siguientes etapas:

#### **a) Recopilar la información del proceso de mantenimiento de equipos.**

En esta etapa suele utilizarse y recopilarse toda la información documentaria y del trabajo que se viene desarrollando en el lugar de intervención.

Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de todos los procedimientos que se vienen realizando en el área objeto de sistematización.

#### **b) Establecer los roles del proyecto**

Los roles presentes en el proyecto son los siguientes:





- Scrum Master o responsable del proyecto, es el encargado de asegurar los procesos y fomentar los principios ágiles, también está encargado de eliminar impedimentos progresiva y constantemente.
- Product Owner o dueño, es el responsable de maximizar y optimizar el valor del producto; juega también el papel de representante del negocio, lo cual también aporta valor al producto.
- Scrum Team o equipo de desarrollo, compuesto por profesionales encargados del desarrollo del producto, auto-organizándose y auto-gestionándose para conseguir entregar un incremento de software al final de cada ciclo de desarrollo.

#### c) **Definir la lista de requerimientos del sistema**

En esta etapa se definen los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema o producto a desarrollar. La lista de requerimientos está priorizada, balanceando el valor que los requisitos aportan a la institución frente al costo estimado que tiene el desarrollo, es decir, teniendo en cuenta el retorno de inversión.

#### d) **Lista de historias de usuario por grado de prioridad**

Aquí se definen las historias de usuarios que se realizan, las mismas que son desarrolladas en conjunto con los usuarios involucrados para el desarrollo del proyecto. Estas se clasifican por módulos. Cada una de estas historias de usuarios tienen las siguientes características principales:

- Nombre de la historia
- Prioridad
- Importancia del desarrollo
- Tiempo estimado
- Descripción
- Criterios de aceptación

#### e) **Definición de los sprints**



Aquí se establece la cantidad de sprints o periodos de trabajo de entre dos semanas a dos meses, que tendrán como resultado el desarrollo de una funcionalidad del sistema.

Esto permite definir la velocidad y duración de desarrollo de cada Sprint, según la importancia de las historias de usuario seleccionadas para cada sprint y el tiempo de trabajo del equipo.

El proyecto considera el manejo de un sprint 0 donde se desarrolla la organización del proyecto y 4 sprints formales para el desarrollo del sistema, cada sprint tiene una duración de entre 2 semanas a 4 semanas.

#### **f) Planificación de los sprints**

Para el desarrollo de cada uno de los Sprint se han planificado revisiones y entregables para validar los avances obtenidos del desarrollo programado y así generar de manera organizada la retrospectiva de las acciones a mejorar para los siguientes desarrollos.

#### **g) Tablero de tareas y gráfica del avance**

Por el desarrollo de cada sprint se mostrarán los avances a través del TaskBoard, donde se aprecian las actividades en desarrollo, pendientes y finalizadas por cada historia de usuarios. También se presenta y visualiza un gráfico inicial que ayuda a visualizar el tiempo de trabajo con respecto a las tareas realizadas.

### **2.2.6 Base de datos**

#### **2.2.6.1 Definición de base de datos**

Para Elmasri y Navathe (2014), la base de datos es un conjunto de datos relacionados. Por datos nos referimos a eventos conocidos que pueden registrarse y tienen un significado implícito. Por ejemplo, considere los nombres, números de teléfono y direcciones de personas que conocemos. La definición anterior es muy general. El término base de datos es muy limitado y tiene implícitas las siguientes características:



- a) Una base de datos es un conjunto de datos lógicamente consistente, con algún tipo de significado inherente. Un conjunto de datos aleatorios no puede considerarse una base de datos.
- b) Cada base de datos está diseñada, construida e importada para un propósito específico. Ofrece sus servicios a un grupo de usuarios y contiene una serie de aplicaciones prediseñadas que son de interés para estos usuarios.

En otras palabras, una base de datos de la que deriva sus datos, un cierto grado de interacción con eventos del mundo real y una audiencia interesada en su contenido. Los usuarios finales de la base de datos pueden realizar transacciones comerciales que generen cambios en la información almacenada en la base de datos. Para que una base de datos sea siempre precisa y confiable, debe reflejar lo que representa, por lo que los cambios deben reflejarse en la base de datos lo más rápido posible.

#### **2.2.6.2 Sistema de gestión de base de datos**

Para Elmasri y Navathe (2014) “un sistema de gestión de bases de datos (SGBD; en inglés, database management system: DBMS) Un conjunto de programas que permiten a los usuarios crear y mantener una base de datos, por lo tanto, un DBMS es un sistema de software de propósito general que facilita el proceso de definición, construcción y manipulación de bases de datos para diversas aplicaciones, definir una base de datos implica definir los tipos de datos, las estructuras y las restricciones de los datos que se almacenarán en la base de datos, la definición o descripción de la base de datos también se almacena en la base de datos como un catálogo o diccionario de base de datos; Esto se llama metadatos, la estructura de la base de datos es el proceso de almacenamiento de datos en algún almacenamiento SGBD, la gestión de la base de datos incluye funciones como el asesoramiento de la base de datos para recuperar datos específicos, actualizar la base de datos para reflejar los cambios importados y crear informes de datos, compartir una base de datos permite que múltiples usuarios y programas accedan a la base de datos simultáneamente.



### 2.2.6.3 Crud

Es un acrónimo, por sus siglas en inglés, que se usa para referirse a las cuatro funciones básicas en bases de datos o la capa de persistencia en un software: Create, Read, Update y Delete, en español: Crear, Leer, Actualizar y Eliminar. (Cardona, 2019).

## 2.2.7 *Business process modeling notation (BPMN)*

### 2.2.7.1 Definición

Según White (2011), el modelado de procesos de negocio (BPM, por sus siglas en inglés) es una metodología utilizada para describir y analizar los procesos empresariales de una organización con el objetivo de mejorar su eficiencia y efectividad. BPMN, por otro lado, es un lenguaje de modelado de procesos empresariales estandarizado que permite representar visualmente los procesos de una organización en un diagrama.

Para Weske (2012), el modelado de procesos de negocio se utiliza en diversas etapas del ciclo de vida de un proceso empresarial, incluyendo el análisis, diseño, implementación y monitoreo. El objetivo es identificar los procesos críticos, identificar ineficiencias y diseñar procesos óptimos para mejorar la eficiencia y efectividad de la organización.

Además, Silver (2012), indica que BPMN, es una notación gráfica que se utiliza para representar los procesos de negocio en un diagrama. Se compone de diferentes elementos, como eventos, actividades, flujos, puertas y objetos de datos. Cada uno de estos elementos tiene una función específica dentro del diagrama y se utiliza para representar diferentes aspectos de los procesos de negocio.

La combinación del modelado de procesos de negocio y BPMN permite a las organizaciones visualizar sus procesos de negocio de manera clara y precisa, identificar áreas de mejora y tomar medidas para mejorar la eficiencia y efectividad de la organización.



### 2.2.7.2 Características

BPMN (Business Process Model and Notation) es una notación gráfica estándar para modelar procesos de negocio. Algunas de sus características son:

- **Estándar:** BPMN es un estándar de la OMG (Object Management Group), lo que significa que es ampliamente reconocido y utilizado en la industria.
- **Notación gráfica:** BPMN utiliza símbolos gráficos para representar actividades, eventos, gateways y flujos de proceso, lo que hace que sea fácil de entender y visualizar los procesos de negocio.
- **Flexibilidad:** BPMN es lo suficientemente flexible como para modelar cualquier tipo de proceso de negocio, desde los simples hasta los complejos, y puede ser utilizado en diferentes sectores y aplicaciones.
- **Expresividad:** BPMN permite modelar diferentes tipos de eventos y flujos, como eventos de inicio y fin, eventos intermedios, flujos secuenciales, flujos condicionales y flujos paralelos, lo que hace posible representar escenarios más complejos.
- **Reusabilidad:** BPMN permite la reutilización de los procesos de negocio, lo que significa que los procesos existentes pueden ser utilizados como base para la creación de nuevos procesos.
- **Interoperabilidad:** BPMN puede ser utilizado en conjunto con otros estándares de modelado, como UML (Unified Modeling Language) y DMN (Decision Model and Notation), lo que facilita la integración con otros sistemas.

En resumen, BPMN es una notación gráfica estándar, flexible, expresiva e interoperable que permite modelar procesos de negocio de manera clara y precisa.

### 2.2.8 *Arquitectura en 3 capas*

#### 2.2.8.1 **Definición**

La arquitectura en tres capas es un patrón de diseño de software que separa las funcionalidades de una aplicación en tres componentes principales: presentación, lógica de negocio y acceso a



datos. Cada capa tiene una responsabilidad clara y específica y está diseñada para ser independiente de las otras capas. (Fowler, 2002).

La capa de presentación es responsable de la interfaz de usuario y la interacción con el usuario final. La capa de lógica de negocio contiene la lógica y las reglas del negocio y se encarga de procesar los datos recibidos de la capa de presentación. Finalmente, la capa de acceso a datos es responsable del acceso a la base de datos y la gestión de los datos.

La arquitectura en tres capas tiene varios beneficios, como la modularidad, la escalabilidad, la reutilización del código y la facilidad de mantenimiento. Además, la separación de las capas hace que el proceso de desarrollo sea más eficiente y permite una mayor flexibilidad en el diseño y la implementación de la aplicación. (Sengupta, 2014).

#### **2.2.8.2 Ventajas**

La arquitectura en tres capas es un patrón de diseño de software que tiene varias ventajas, entre ellas:

- **Modularidad:** la arquitectura en tres capas separa la aplicación en tres componentes principales, lo que permite que cada capa sea desarrollada, probada y mantenida de manera independiente. Esto hace que sea más fácil agregar nuevas funcionalidades y realizar cambios en la aplicación.
- **Escalabilidad:** la arquitectura en tres capas permite escalar cada capa de manera independiente, lo que significa que se puede agregar más servidores o recursos a una capa sin afectar las otras capas. Esto hace que la aplicación sea más escalable y que pueda manejar un mayor número de usuarios y transacciones.
- **Reutilización del código:** la arquitectura en tres capas facilita la reutilización del código, ya que cada capa está diseñada para ser independiente y modular. Esto significa que se pueden reutilizar componentes de una capa en otras aplicaciones o en diferentes partes de la misma aplicación.
- **Facilidad de mantenimiento:** la arquitectura en tres capas hace que sea más fácil mantener la aplicación, ya que cada capa tiene una responsabilidad clara y específica. Esto hace que sea más fácil identificar y corregir errores en la aplicación.



- Flexibilidad en el diseño: la arquitectura en tres capas permite una mayor flexibilidad en el diseño y la implementación de la aplicación, ya que cada capa puede ser diseñada y desarrollada de manera independiente. Esto significa que se pueden utilizar diferentes tecnologías y herramientas en cada capa según las necesidades de la aplicación.

En resumen, la arquitectura en tres capas tiene varias ventajas, como la modularidad, la escalabilidad, la reutilización del código, la facilidad de mantenimiento y la flexibilidad en el diseño y la implementación de la aplicación.

## **2.2.9 Transferencia Tecnológica**

### **2.2.9.1 Definición**

La transferencia tecnológica es el proceso de compartir conocimientos, tecnologías, habilidades y recursos entre organizaciones o individuos con el objetivo de mejorar la innovación y el desarrollo. Este proceso puede involucrar la transferencia de tecnología de una empresa a otra, de una universidad a una empresa o del sector público al privado.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la transferencia tecnológica es "el proceso por el cual una tecnología, experiencia, conocimiento o habilidad desarrollados en una organización para su uso propio se utilizan en otra organización".

El objetivo de la transferencia tecnológica es acelerar el desarrollo de nuevos productos y servicios y mejorar la eficiencia en la producción y la gestión empresarial. Además, la transferencia tecnológica también puede tener beneficios sociales, como la mejora de la calidad de vida y la creación de empleo.

Según un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo, la transferencia tecnológica es fundamental para el desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe. El estudio destaca la importancia de promover la transferencia tecnológica entre empresas, universidades e institutos de investigación para impulsar la innovación y el crecimiento económico.



En conclusión, la transferencia tecnológica es un proceso esencial para el desarrollo empresarial, social y económico. Al compartir conocimientos, tecnologías y recursos, se pueden acelerar la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones para abordar los desafíos actuales y futuros.

### 2.2.9.2 Características

La transferencia tecnológica tiene varias características que la hacen única. Algunas de estas características son:

- **Transferencia de conocimiento y tecnología:** La transferencia tecnológica implica la transferencia de conocimiento, habilidades y tecnología de una organización a otra.
- **Relación de colaboración:** La transferencia tecnológica se basa en una relación de colaboración entre la organización que desarrolla la tecnología y la organización que la recibe.
- **Personalización:** La transferencia tecnológica es un proceso personalizado y adaptado a las necesidades de la organización que la recibe.
- **Protección de la propiedad intelectual:** La transferencia tecnológica incluye la protección de la propiedad intelectual y la gestión de los derechos de propiedad.
- **Beneficios mutuos:** La transferencia tecnológica beneficia tanto a la organización que desarrolla la tecnología como a la que la recibe, ya que ambas pueden mejorar su capacidad de innovación y su rentabilidad.
- **Mejora de la eficiencia:** La transferencia tecnológica puede mejorar la eficiencia en la producción, la gestión empresarial y la toma de decisiones.
- **Mejora de la calidad de vida:** La transferencia tecnológica también puede tener beneficios sociales, como la mejora de la calidad de vida y la creación de empleo.





## CAPÍTULO III

### **Desarrollo, implementación o transferencia tecnológica**

Según OECD (2019), se entiende como prospectiva tecnológica al proceso de prever la evolución de una cierta tecnología, y su efecto en los distintos campos de la sociedad, esto sirve de gran ayuda para, por ejemplo, los gobiernos puedan desarrollar políticas que puedan ayudar a su pueblo, la prospectiva tecnológica hará referencia a la colaboración entre organizaciones que permite compartir conocimientos, tecnologías y recursos, con la finalidad de mejorar la eficiencia, la innovación y la calidad de vida. En la presente tesis sistema de información que se desea implementar con funcionalidades similares que existen en algunas instituciones, este no existe en el Hospital Regional del Cusco, con lo cual podemos decir que será un avance e innovación tecnológica de mucha ayuda para dicha institución.

#### **3.1 Descripción de la propuesta del desarrollo, implementación o transferencia tecnológica**

La implementación de esta tesis se ha desarrollado utilizando una metodología ágil, dentro de la cual el abordaje de la construcción de un software se hace utilizando un marco de trabajo ágil, es aquí donde encontramos a SCRUM, un marco de trabajo que se adapta de forma inmediata a nuestro proyecto para poder generar la solución tecnológica que necesitamos.

##### **3.1.1 Metodología scrum**

Como primer paso, se estableció los roles provistos por scrum.

- Product owner (Juvenal Huamán Pereyra)
- Scrum master (José Miguel Valenzuela Valenzuela)
- Scrum team (José Miguel Valenzuela Valenzuela)

##### **3.1.1.1 Recopilación de información.**

- El área encargada realiza un inventario técnico y registro del equipamiento biomédico existentes en las áreas asistenciales. Este inventario técnico es un



listado donde se registra la información que se considera importante para definir el plan de mantenimiento del equipamiento biomédico. Esta etapa del desarrollo nos permite conocer toda la información técnica del equipamiento biomédico, así como de los procesos realizados para el mantenimiento de equipos en el Hospital Regional del Cusco, datos que son necesarios para el desarrollo del sistema de información.

- Los aspectos generales que se han logrado conocer son la marca, modelo y número de serie, la ubicación y la criticidad de los equipos existentes, información que permite establecer qué proveedores distribuyen estos equipamientos y puedan proporcionar asesoría técnica acerca del equipamiento biomédico.
- Con la información recopilada en el inventario del equipamiento biomédico, se genera un cronograma de actividades de mantenimiento según el fabricante, agrupando al equipamiento por familias, luego se genera un programa de mantenimiento anual por el tipo de mantenimiento que la institución maneja, considerando la frecuencia de mantenimiento de acuerdo a los servicios asistenciales.
- Una vez realizado los programas de mantenimientos anuales para el equipamiento de la institución, se generan órdenes de trabajo de mantenimiento (OTM) para el desarrollo de cada proceso de mantenimiento preventivo, órdenes donde se consideran los diagnósticos realizados al equipamiento, de acuerdo a estos diagnósticos se procede a registrar los repuestos si fuese el caso y los responsables de los mantenimientos de los equipamientos.

### **3.1.1.2 Planificación de iteración (lista priorizada del backlog).**

#### **Historia de usuarios:**

El esfuerzo de las historias de usuario se calcula en función a un pivote que se escoge de una historia de usuario que sea fácil de implementar donde se califica con un puntaje según sea su dificultad, este pivote servirá para estimar el resto de historias, el esfuerzo se definirá por el tiempo total empleado en la implementación de la historia de usuario.



**Tabla 1**

*Historia de usuario 01*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-01
<b>Nombre:</b>	Registrar usuarios
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 33</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar usuarios con sus respectivos cargos

Fuente 5: Creación propia.

**Tabla 2**

*Historia de usuario 02*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-02
<b>Nombre:</b>	Registrar hospital y servicios
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar hospital, servicio y vincularlos

Fuente 6: Creación propia.



**Tabla 3**

*Historia de usuario 03*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-03
<b>Nombre:</b>	Registrar ejecutores de mantenimiento
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar ejecutor de mantenimiento

Fuente 7: Creación propia.

**Tabla 4**

*Historia de usuario 04*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-04
<b>Nombre:</b>	Registrar proveedores
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar proveedores

Fuente 8: Creación propia.



**Tabla 5**

*Historia de usuario 05*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-05
<b>Nombre:</b>	Registrar materiales
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar materiales y repuestos

Fuente 9: Creación propia.

**Tabla 6**

*Historia de usuario 06*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-06
<b>Nombre:</b>	Registrar equipamiento
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar el equipamiento

Fuente 10: Creación propia.



**Tabla 7**

*Historia de usuario 07*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-07
<b>Nombre:</b>	Registrar fichas técnicas
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar la ficha técnica

Fuente 11: Creación propia.

**Tabla 8**

*Historia de usuario 08*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-08
<b>Nombre:</b>	Registrar componentes
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito asignar componente a una ficha técnica

Fuente 12: Creación propia.



**Tabla 9**

*Historia de usuario 09*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-09
<b>Nombre:</b>	Registrar programa de mantenimiento
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar el programa de mantenimiento del equipamiento biomédico

Fuente 13: Creación propia.

**Tabla 10**

*Historia de usuario 10*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-10
<b>Nombre:</b>	Registrar programa de actividades
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar el programa de actividades, repuestos y frecuencia del mantenimiento preventivo del equipamiento biomédico.

Fuente 14: Creación propia.



**Tabla 11**

*Historia de usuario 11*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-11
<b>Nombre:</b>	Generar número de OTM
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como jefe de área biomédico y técnico biomédico, necesito generar los números de ordenes de trabajo de mantenimiento (OTMs)

Fuente 15: Creación propia.

**Tabla 12**

*Historia de usuario 12*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-12
<b>Nombre:</b>	Registrar la OTM
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar en la (OTM) los mantenimientos preventivos y correctivos.

Fuente 16: Creación propia.





**Tabla 13**

*Historia de usuario 13*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-13
<b>Nombre:</b>	Registrar fallas y diagnósticos
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar las fallas y diagnósticos del equipamiento en la OTM

Fuente 17: Creación propia.

**Tabla 14**

*Historia de usuario 14*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-14
<b>Nombre:</b>	Registrar repuestos instalados
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar los repuestos instalados en la OTM

Fuente 18: Creación propia.



**Tabla 15**

*Historia de usuario 15*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-15
<b>Nombre:</b>	Registrar actividades ejecutadas
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar las actividades realizadas en la OTM

Fuente 19: Creación propia.

**Tabla 16**

*Historia de usuario 16*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-16
<b>Nombre:</b>	Registrar incidencias
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 25</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, necesito registrar incidencias diarias

Fuente 20: Creación propia.



**Tabla 17**

*Historia de usuario 17*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-17
<b>Nombre:</b>	Consultar reporte de ficha técnica
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, jefe de área biomédica, técnico biomédico, necesito consultar el reporte de la ficha técnica

Fuente 21: Creación propia.

**Tabla 18**

*Historia de usuario 18*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-18
<b>Nombre:</b>	Consultar reporte de OTM
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, jefe de área biomédica, técnico biomédico, necesito consultar el reporte de la (OTM) según un periodo de tiempo

Fuente 22: Creación propia.



**Tabla 19**

*Historia de usuario 19*

Historia de usuario	
<b>Código:</b>	RQ-19
<b>Nombre:</b>	Consultar reporte de estado de OTM
<b>Prioridad: 1</b>	<b>Esfuerzo: 41</b>
<b>Descripción:</b>	Como administrador, jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito consultar el reporte del estado de la (OTM)

Fuente 23: Creación propia.

Se lleva a cabo la primera ceremonia como parte inicial de la metodología scrum con el equipo, en el que se planifica las tareas a realizar durante el desarrollo, de igual manera se estiman las prioridades, los esfuerzos en cada una de estas tareas.

El Planning Poker es uno de los tipos de cálculos de Scrum más fáciles, rápidos e interesantes. Ayuda a los equipos ágiles a estimar el tiempo y el esfuerzo necesarios para completar tareas en un proyecto ágil.

**Tabla20**

*Lista de requerimientos (backlog del producto)*

Identificador (ID) de la Historia	Enunciado de la historia de usuario	Alias	Estado	Dimensión / Esfuerzo	Iteración (Sprint)	Prioridad	Comentarios
RQ-01	Como administrador, necesito registrar usuarios con sus respectivos cargos	-	Hecho	4 días	1	Alta	-
RQ-02	Como administrador, necesito	-	Hecho	3 días	1	Media	-



	registrar hospital, servicio y vincularlos							
RQ-03	Como administrador, necesito registrar ejecutor de mantenimiento	-	Hecho	3 días	1	Alta	-	
RQ-04	Como administrador, necesito registrar proveedores	-	Hecho	3 días	1	Alta	-	
RQ-05	Como administrador, necesito registrar materiales y repuestos		Hecho	3 días	1	Alta	-	
RQ-06	Como administrador, necesito registrar el equipamiento	-	Hecho	4 días	1	Alta	-	
RQ-07	Como administrador, necesito registrar la ficha técnica	-	Hecho	5 días	2	Alta		
RQ-08	Como administrador, necesito asignar componente a una ficha técnica		Hecho	5 días	2	Alta		
RQ-09	Como administrador, necesito registrar el programa de mantenimiento del equipamiento biomédico		Hecho	5 días	2	Alta		
RQ-10	Como administrador, necesito registrar el programa de actividades, repuestos y frecuencia del mantenimiento preventivo del equipamiento biomédico.	-	Hecho	5 días	2	Alta	-	
RQ-11	Como jefe de área biomédico y técnico biomédico, necesito generar los números de órdenes de trabajo de mantenimiento (OTMs)	-	Hecho	5 días	3	Alta	-	
RQ-12	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar en la (OTM) los mantenimientos preventivos y correctivos.	-	Hecho	5 días	3	Alta	-	
RQ-13	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar las fallas y diagnósticos del equipamiento en la OTM	-	Hecho	3 días	3	Media	-	
RQ-14	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar los repuestos instalados en la OTM	-	Hecho	3 días	3	Media	-	
RQ-15	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar	-	Hecho	4 días	3	Alta	-	



	las actividades realizadas en la OTM						
RQ-16	Como administrador, necesito registrar incidencias diarias	-	Hecho	3 días	4	Alta	
RQ-17	Como administrador, jefe de área biomédica, técnico biomédico, necesito consultar el reporte de la ficha técnica	-	Hecho	5 días	4	Alta	-
RQ-18	Como administrador, jefe de área biomédica, técnico biomédico, necesito consultar el reporte de la (OTM) según un periodo de tiempo	-	Hecho	5 días	4	Baja	-
RQ-19	Como administrador, jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito consultar el reporte del estado de la (OTM)	-	Hecho	5 días	4	Media	-

Fuente 24: Creación propia.

### 3.1.1.3 Ejecución de la iteración (relacionado con sprint).

Lista de requerimientos divididos en tareas durante un ciclo de trabajo (Sprint) programado, estos periodos de trabajo son los siguientes:

- **Sprint 1**

Una vez establecido el backlog, en la siguiente reunión se estableció las primeras historias de usuario que deben realizarse de acuerdo a su prioridad, se estima un plazo de 4 semanas para el desarrollo del primer sprint, en la cual se completaran 6 historias de usuario.

**Tabla 21**

*Lista de requerimientos – Sprint 1*

Sprint 1							
ID backlog	Ítem del Backlog (Historia de usuario)	Tarea	Tipo	Responsable	Estado	Horas estimadas totales	Esfuerzo
RQ-01	Como administrador,	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	16	33



	necesito registrar usuarios con sus respectivos cargos						
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	16	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-02	Como administrador, necesito registrar hospital, servicio y vincularlos	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-03	Como administrador, necesito registrar ejecutor de mantenimiento	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-04	Como administrador, necesito registrar proveedores	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-05	Como administrador, necesito registrar materiales y repuestos	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-06	Como	Diseñar el	Diseño	P1	Hecho	16	33



	administrador, necesito registrar el equipamiento	formulario					
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	16	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
					Duración	166	

Fuente 25: Creación propia.

- **Sprint 2**

Siguiendo con el desarrollo de la tesis se programa el segundo sprint con sus 4 historias de usuario con un plazo de 04 semanas.

**Tabla 22**

*Lista de requerimientos – Sprint 2*

Sprint 2							
ID backlog	Ítem del Backlog (Historia de usuario)	Tarea	Tipo	Responsable	Estado	Horas estimadas totales	Esfuerzo
RQ-07	Como administrador, necesito registrar la ficha técnica	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-08	Como administrador, necesito asignar componente a una ficha técnica	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	





RQ-09	Como administrador, necesito registrar el programa de mantenimiento del equipamiento biomédico	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-10	Como administrador, necesito registrar el programa de actividades del equipamiento biomédico	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
					Duración	164	

Fuente 26: Creación propia.

- **Sprint 3**

Siguiendo el avance de la tesis se desarrolló el tercer sprint con 5 historias de usuario en un plazo de 4 semanas.

**Tabla 23**

Lista de requerimientos – Sprint 3

Sprint 3							
ID backlog	Item del Backlog (Historia de usuario)	Tarea	Tipo	Responsable	Estado	Horas estimadas totales	Esfuerzo
RQ-11	Como jefe de área biomédico y técnico	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41



	biomédico, necesito generar los números de órdenes de trabajo de mantenimiento (OTMs)						
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-12	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar en la (OTM) los mantenimientos preventivos y correctivos.	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-13	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar las fallas y diagnósticos del equipamiento en la OTM	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-14	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar los repuestos instalados en la OTM	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-15	Como jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito registrar las actividades realizadas en la OTM	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	



		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
					Duración	173	

Fuente 27: Creación propia.

- **Sprint 4**

Para finalizar la tesis se estableció el cuarto sprint con las historias restantes en un plazo de 4 semanas.

**Tabla 24**

*Lista de requerimientos – Sprint 4*

Sprint 4							
ID backlog	Item del Backlog (Historia de usuario)	Tarea	Tipo	Responsable	Estado	Horas estimadas totales	Esfuerzo
RQ-16	Como administrador, necesito registrar incidencias diarias	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	12	25
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	12	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-17	Como administrador, jefe de área biomédica, técnico biomédico, necesito consultar el reporte de la ficha técnica	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-18	Como administrador, jefe de área biomédica, técnico biomédico, necesito consultar el reporte de la (OTM) según un periodo de tiempo	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41



		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
RQ-19	Como administrador, jefe de área biomédica y técnico biomédico, necesito consultar el reporte del estado de la (OTM)	Diseñar el formulario	Diseño	P1	Hecho	20	41
		Desarrollar el mantenimiento	Programación	P1	Hecho	20	
		Realizar testeo	Testeo	P1	Hecho	1	
					Duración	148	

Fuente 28: Creación propia.

### 3.1.2 Modelado

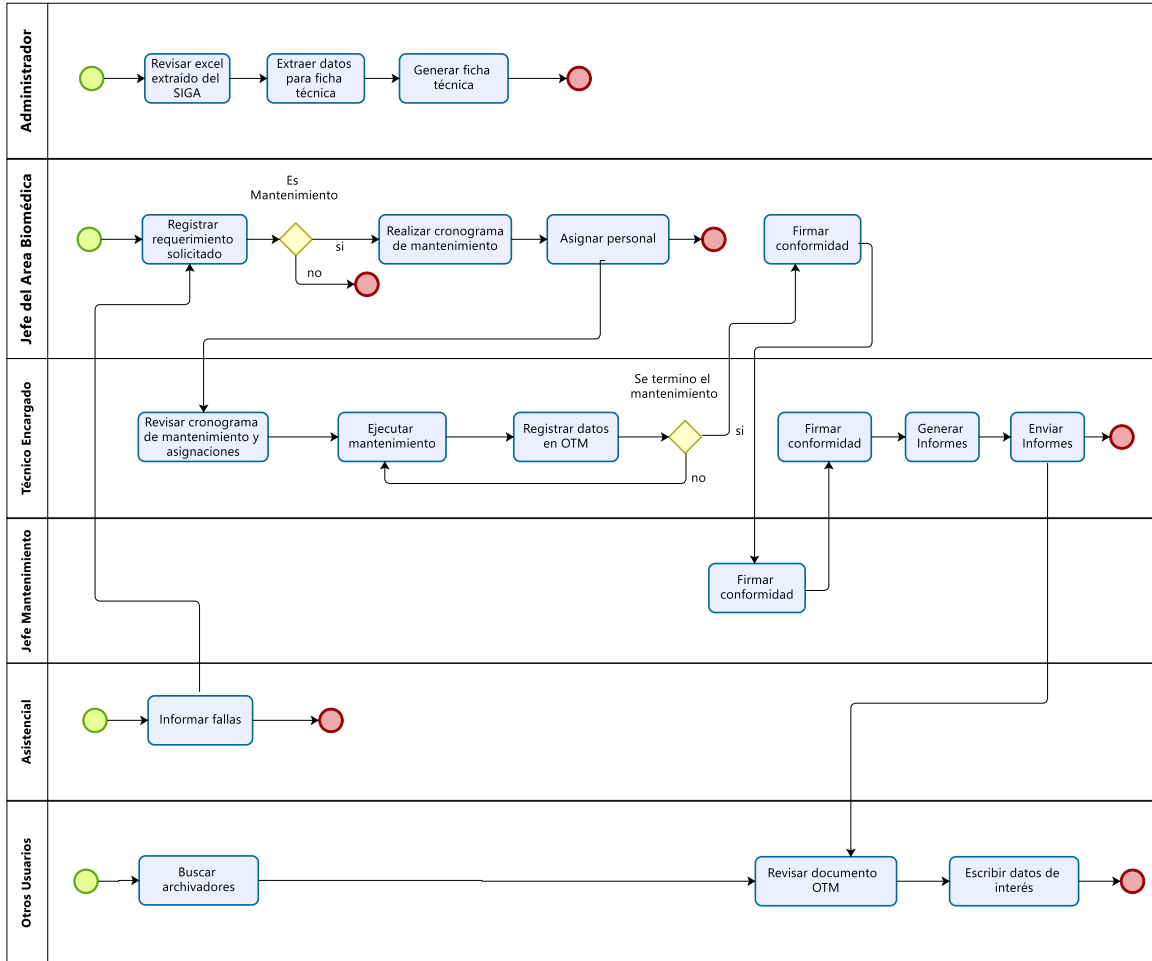
#### 3.1.2.1 Diagrama de procesos BPMN.

##### **Sistema de gestión de mantenimiento SIN sistema de información:**

El administrativo del área biomédica, filtra el excel extraído del siga patrimonial con información de los equipos médicos por parte del jefe de patrimonio, revisa y extrae los datos para generar una ficha técnica, el jefe del área biomédica recibe el requerimiento de mantenimiento que es solicitado por el área usuaria, visualiza el cronograma de mantenimiento del equipo y verifica a cargo de que técnico biomédico está asignado el servicio, luego ejecuta el mantenimiento del equipo y registra las actividades de mantenimiento en las planillas OTM, al finalizar firma el jefe del área biomédica, jefe de la unidad de mantenimiento y además de la firma del técnico biomédico, luego de ello el informe generado es archivado y entregado una copia al área usuaria como se visualiza en la figura 5.

**Figura 5**

*Diagrama BPMN Sistema de control sin Sistema de Información*



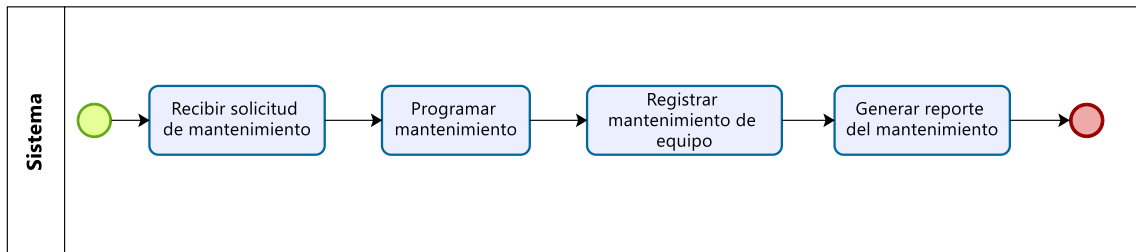
Fuente 29: Creación propia.

### **Gestión de mantenimientos CON sistema de información:**

El sistema recibe solicitudes de mantenimiento, se programa el mantenimiento del equipo, se registra el mantenimiento, además de ello se genera el reporte de mantenimiento respectivo como se visualiza en la figura 6.

**Figura 6**

*Diagrama BPMN sistema de control con SI*

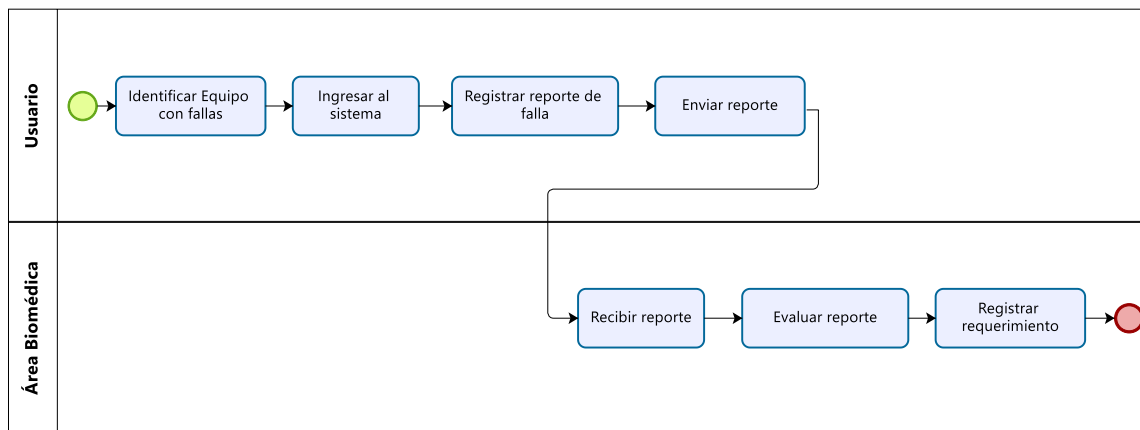


Fuente 30: Creación propia.

El usuario reporta la falla del equipo al área biomédica, el cual se ingresa en el sistema para ser evaluado y registrar su mantenimiento como se visualiza en la figura 7.

**Figura 7**

*Diagrama BPMN recibir solicitud de mantenimiento*

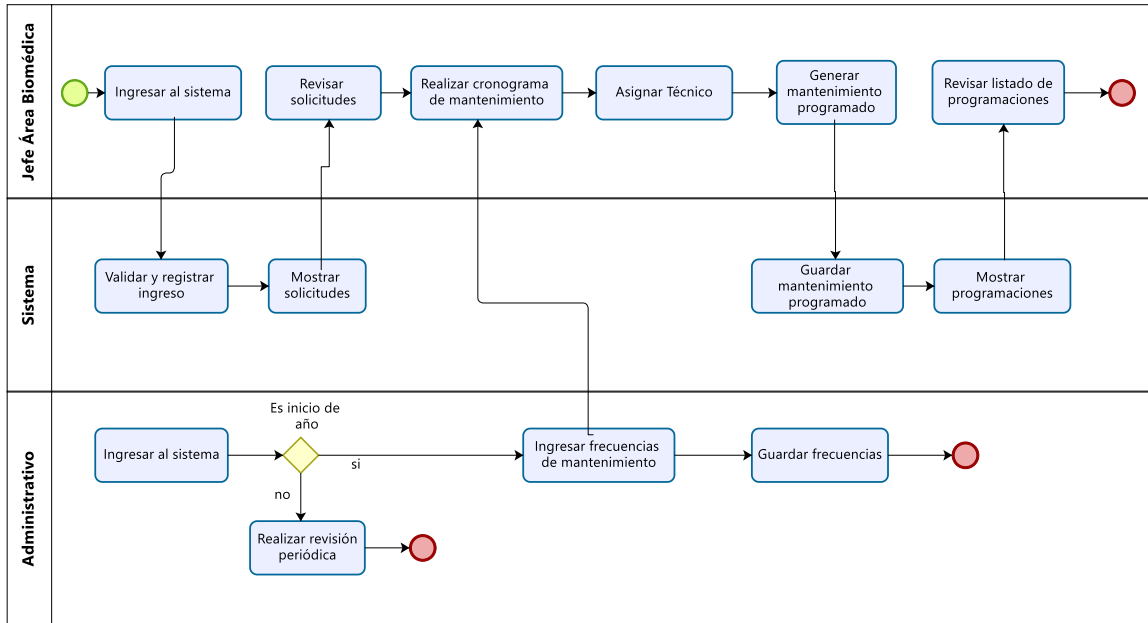


Fuente 31: Creación propia.

Se ingresa al sistema y se visualiza las solicitudes de mantenimiento para luego revisar el cronograma de mantenimiento y verificar a que áreas esta asignado el técnico biomédico, luego de ello se hace la programación del mantenimiento de los equipos médicos en el cual se vera la programación de las actividades de mantenimiento, programación de repuestos y la frecuencia de mantenimiento el que será visualizado con un reporte como se visualiza en la figura 8.

**Figura 8**

*Diagrama BPMN programar mantenimiento del equipo*



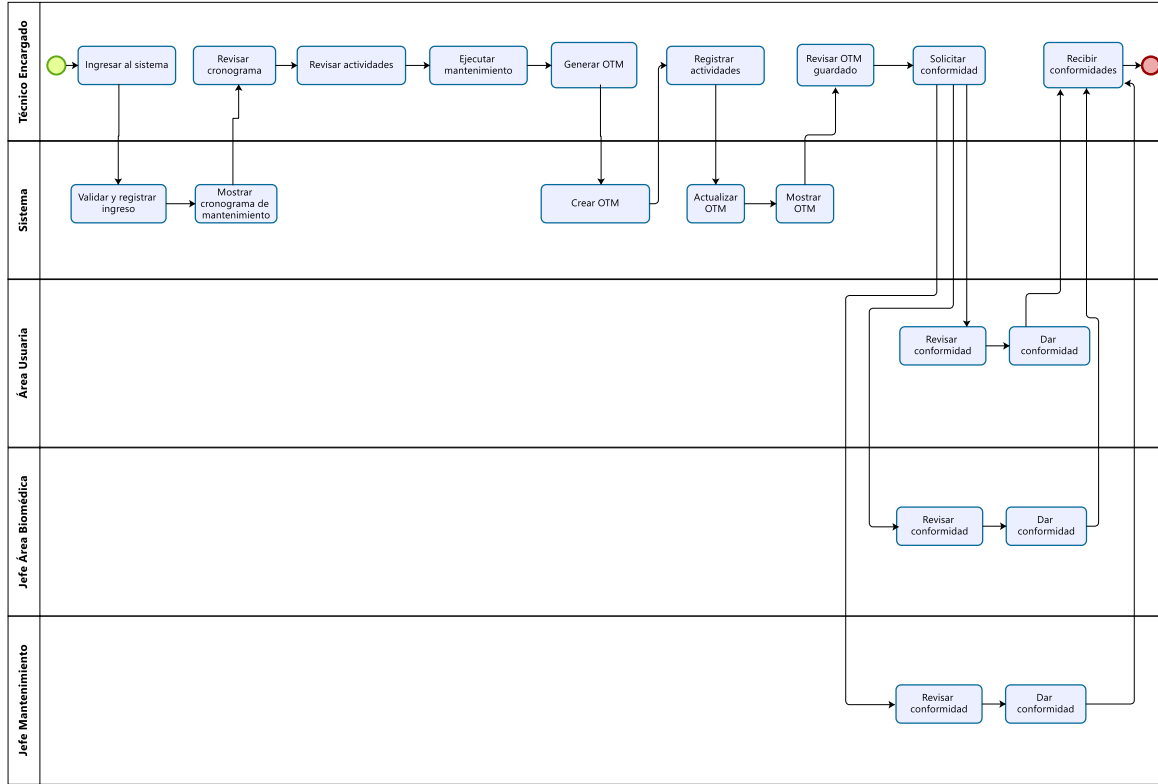
Fuente 32: Creación propia.

El registro del mantenimiento se da con el ingreso en el sistema una vez generado el número de otm, el técnico biomédico ejecuta el mantenimiento y verifica las actividades realizadas, el problema encontrado, diagnóstico del equipo, estado inicial antes del mantenimiento, estado final de como se deja el equipo, las horas empleadas en el mantenimiento, finalmente se da conformidad por el técnico biomédico, el jefe del área biomédica, el jefe de mantenimiento y el área usuaria como se visualiza en la figura 9.



Figura 9

Diagrama BPMN registrar mantenimiento del equipo



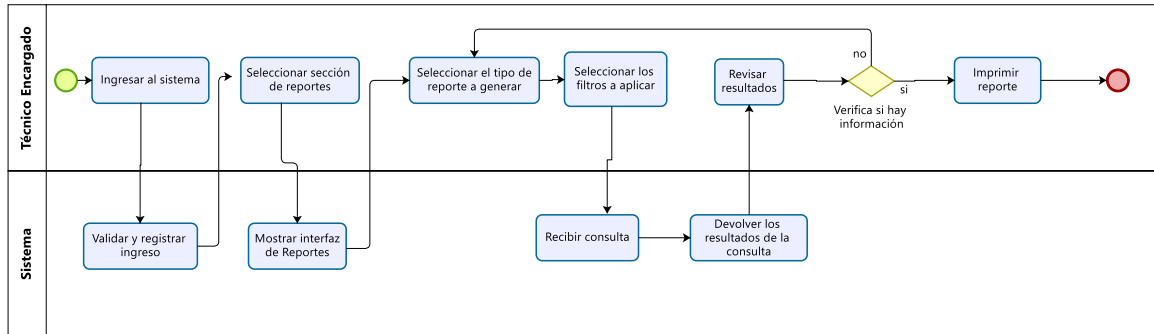
Fuente 33: Creación propia.

Se ingresa al sistema se visualiza sección de reportes se selecciona el tipo de reporte se verifica la información y se imprime el reporte para los fines que correspondan.



**Figura 10**

*Diagrama BPMN generar reporte de mantenimiento*



Fuente 34: Creación propia.

### 3.1.2.2 Diagrama de base de datos





### 3.1.2.3 Inspección y adaptación.

#### 3.1.2.3.1 Prototipos desarrollados - interfaces

**Figura 12**

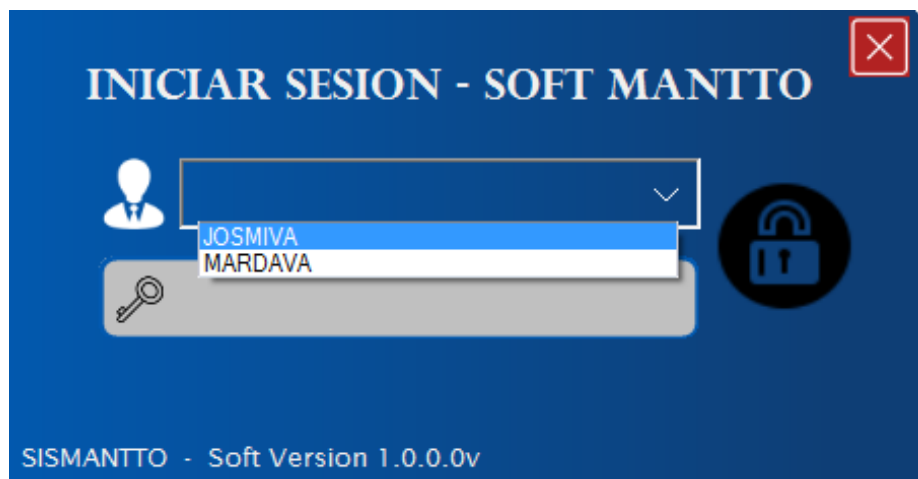
*Sistema - iniciar sesión*



Fuente 36: Creación propia.

**Figura 13**

*Sistema - iniciar sesión*



Fuente 37: Creación propia.

**Figura 14**

*Sistema – iniciar sesión*



Fuente 38: Creación propia.

**Figura 15**

*Sistema - panel de control*



Fuente 39: Creación propia.



**Figura 16**

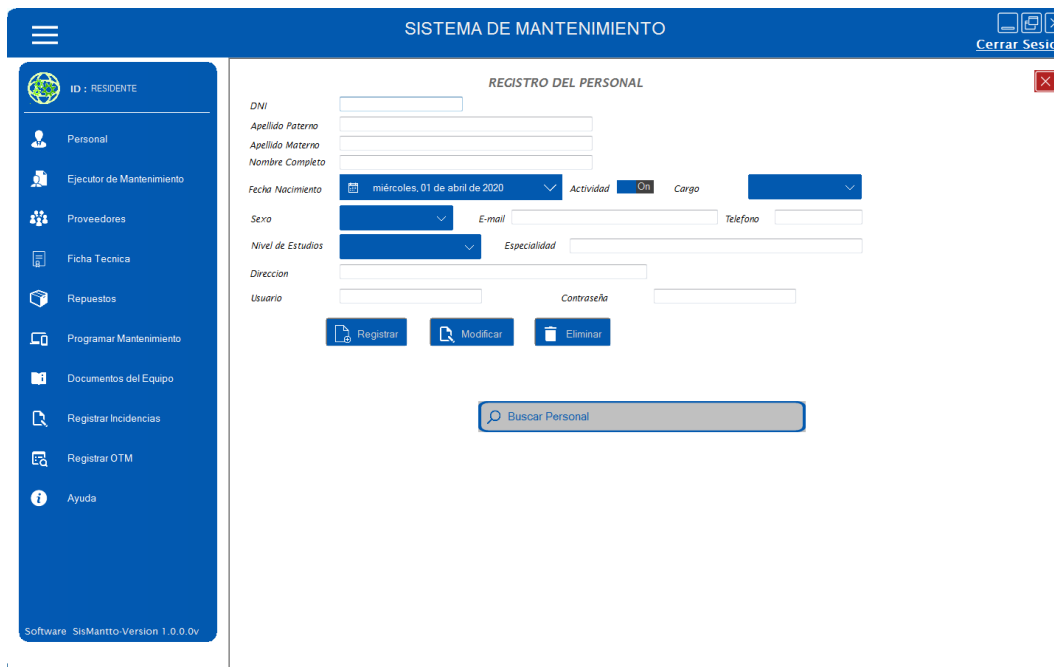
*Sistema - cargando módulo*



Fuente 40: Creación propia.

**Figura 17**

*Sistema - registrar personal*



Fuente 41: Creación propia.



**Figura 18**

*Sistema - registrar ejecutor*

The screenshot shows a web application interface for 'SISTEMA DE MANTENIMIENTO'. On the left is a blue sidebar menu with options: Personal, Ejecutor de Mantenimiento, Proveedores, Ficha Técnica, Repuestos, Programar Mantenimiento, Documentos del Equipo, Registrar Incidencias, Registrar OTM, and Ayuda. The main content area is titled 'REGISTRO DEL EJECUTOR DE MANTENIMIENTO' and contains a form with the following fields: RUC, Razon Social, Contacto, Direccion, Telefono, Celular, and E-mail. Below the form are three buttons: 'Registrar', 'Modificar', and 'Eliminar'. At the bottom of the form area is a search bar labeled 'Buscar Ejecutor'. The top right corner of the application has a 'Cerrar Sesion' button. The footer of the sidebar indicates 'Software SisMantto-Version 1.0.0.0v'.

Fuente 42: Creación propia.

**Figura 19**

*Sistema - registrar proveedor*

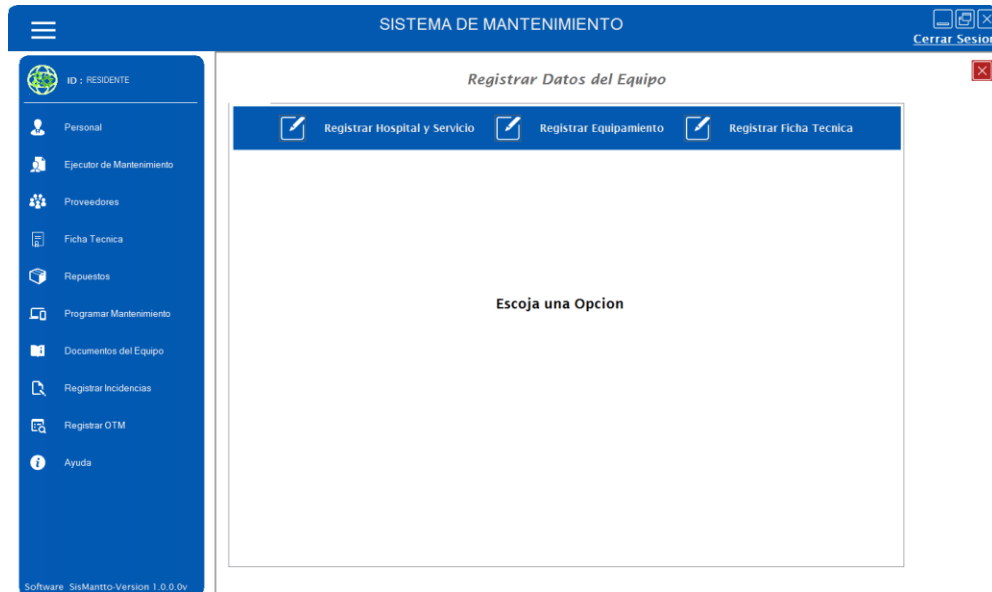
The screenshot shows the same web application interface as Figure 18, but for the 'REGISTRO DE PROVEEDORES' form. The sidebar menu is identical. The main content area is titled 'REGISTRO DE PROVEEDORES' and contains a form with the following fields: RUC, Razon Social, Contacto, Direccion, Telefono, Celular, E-mail, and Tipo. Below the form are three buttons: 'Registrar', 'Modificar', and 'Eliminar'. At the bottom of the form area is a search bar labeled 'Buscar Proveedor'. The top right corner has a 'Cerrar Sesion' button. The footer of the sidebar indicates 'Software SisMantto-Version 1.0.0.0v'.

Fuente 43: Creación propia.



**Figura 20**

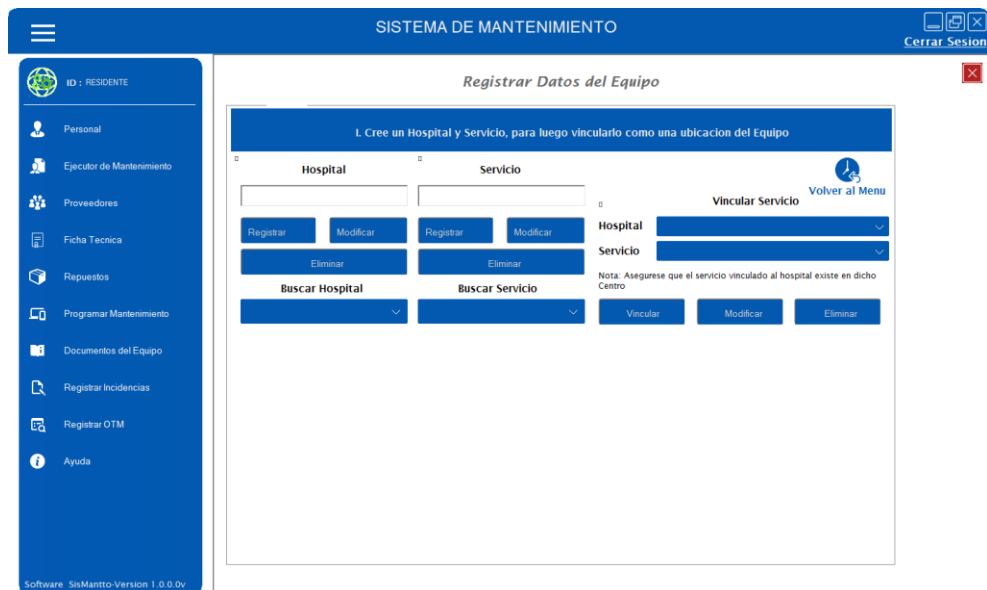
*Sistema - registrar equipo*



Fuente 44: Creación propia.

**Figura 21**

*Sistema - registrar equipo Paso 1*



Fuente 45: Creación propia.

Figura 22

Sistema - registrar equipo Paso 2

Fuente 46: Creación propia.

Figura 23

Sistema - registrar equipo Paso 3 (Ficha técnica)

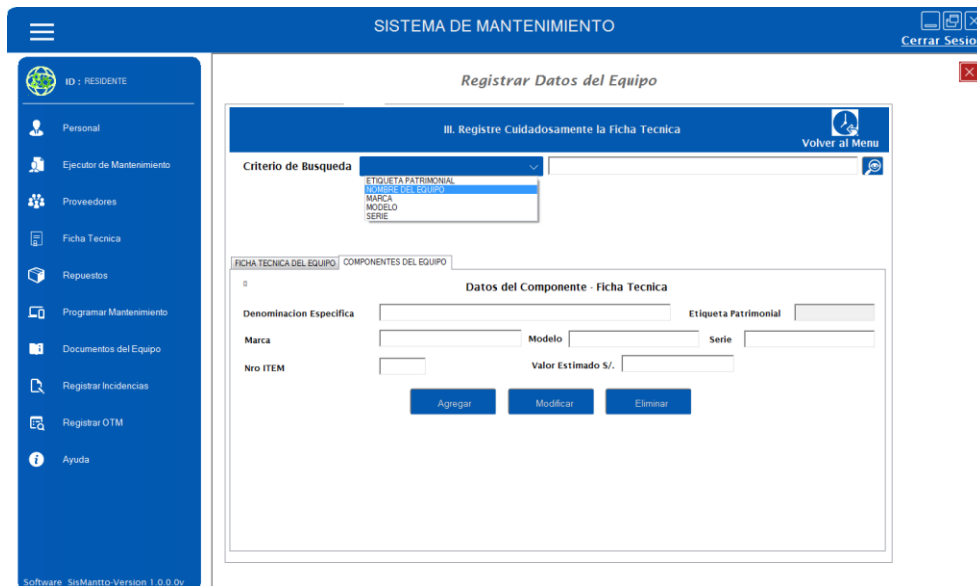
Fuente 47: Creación propia.





**Figura 24**

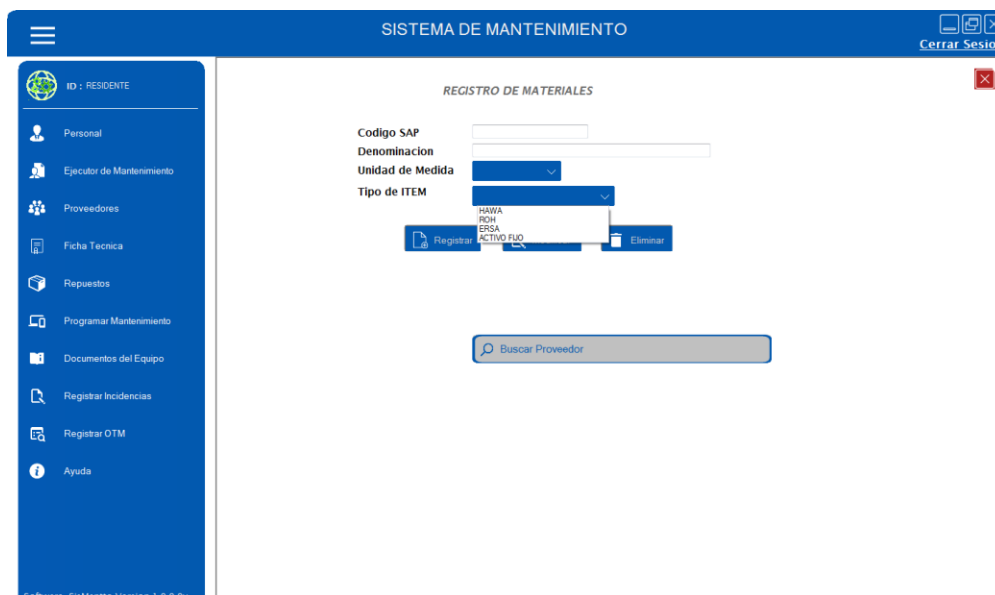
*Sistema - registrar equipo Paso 4 (Ficha técnica)*



Fuente 48: Creación propia.

**Figura 25**

*Sistema - registrar materiales*



Fuente 49: Creación propia.

Figura 26

Sistema - programar mantenimiento 1

Fuente 50: Creación propia.

Figura 27

Sistema - programar mantenimiento 2

Fuente 51: Creación propia.



Figura 28

Sistema - programar mantenimiento 3

Fuente 52: Creación propia.

Figura 29

Sistema - registrar incidencia 1

Fuente 53: Creación propia.



Figura 30

Sistema - registrar incidencia 2

SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Ingrese la Etiqueta Patrimonial para Registrar la Incidencia

Ingrese la Etiqueta Patrimonial

Hospital  Servicio

Denominación Específica  Etiqueta Patrimonial

Marca  Modelo  Serie

REGISTRAR PEDIDO | REGISTRAR SOLICITUD DE MANTENIMIENTO

Fecha de Ocurrencia

Detalle

Atencion  Fecha Atencion

Observacion

Software SisManitto-Version 1.0.0.0v

Fuente 54: Creación propia.

Figura 31

Sistema - registrar OTM

SISTEMA DE MANTENIMIENTO

Escoja el Equipamiento para Completar la OTM

Criterio de Búsqueda

REGISTRO DE OTM | REGISTRO DE ACTIVIDADES | REGISTRO DE REPUESTOS

Datos del Equipamiento

Hospital  Servicio

Denominación Específica  Etiqueta Patrimonial

Marca  Modelo  Serie

Nro OTM  Año  Fecha de Emisión  Modalidad de Ejecución

Problema  Falla

Ejecutor  Tipo OTM

Estado Inicial

Estado Final

Fecha Inicio

Fecha Fin

Fecha Conformidad

Responsible  Supervisor  Estado

Software

Fuente 55: Creación propia.

**Figura 32**

*Sistema - registrar OTM 2*

The screenshot shows a web application interface for 'SISTEMA DE MANTENIMIENTO'. At the top, there is a navigation bar with a hamburger menu, the title 'SISTEMA DE MANTENIMIENTO', and a 'Cerrar Sesión' button. Below this is a sub-header 'Escoja el Equipamiento para Completar la OTM' with a search bar labeled 'Criterio de Búsqueda' and a 'Buscar' button. The main content area has three tabs: 'REGISTRO DE OTM' (selected), 'REGISTRO DE ACTIVIDADES', and 'REGISTRO DE REPUESTOS'. The 'REGISTRO DE OTM' form includes fields for 'Nro Actividad', 'Fecha Act.', 'Actividad', 'DNI', 'Hrs', 'Costo H/H', and a 'Responsable' dropdown menu. At the bottom of the form are three buttons: 'Ingresar', 'Modificar', and 'Eliminar'. A vertical sidebar on the left contains various icons for navigation.

Fuente 56: Creación propia.

**Figura 33**

*Registrar OTM 3*

The screenshot shows the same 'SISTEMA DE MANTENIMIENTO' web application interface, but with the 'REGISTRO DE REPUESTOS' tab selected. The form includes fields for 'Buscar SAP', 'Denominación', 'Descripción', 'Codigo SAP', 'Cantidad', and 'Precio (S./)'. There are also dropdown menus for 'Denominación' and 'Precio (S./)'. At the bottom of the form are three buttons: 'Ingresar', 'Modificar', and 'Eliminar'. The sidebar and navigation bar are identical to the previous screenshot.

Fuente 57: Creación propia.



### **3.1.3 Estudio de factibilidad**

Es importante realizar un estudio de Factibilidad, para determinar la infraestructura Tecnológica y también la capacidad técnica que esto conlleva al desarrollo del sistema de Información para la gestión del mantenimiento de equipamiento biomédico del hospital regional del cusco, así como módulos complementarios y reportes. Dicho análisis nos permite poder determinar todas las posibilidades de diseñar el sistema propuesto, para ello se debe de tomar los tipos de factibilidad que a continuación se detallaran:

#### **3.1.3.1 Factibilidad técnica.**

Para poner en funcionamiento el sistema de información implementado, se propone una clasificación en dos áreas importantes y serán descritas a continuación:

##### **Hardware:**

En la actualidad el área biomédica de la unidad de mantenimientos y servicios generales cuenta con el hardware que se detalla a continuación:

- Un computador core I3 de tercera generación con 8GB de memoria RAM.
- Almacenamiento de 500 GB.
- Un monitor de 19”.
- Teclado compatible USB.
- Mouse compatible USB.
- Impresora láser conectada al computador

Teniendo en cuenta que son los requisitos mínimos para que se despliegue y se ejecute correctamente, además se detallan otras condiciones necesarias a continuación:

- Cableado de red dentro del Hospital Regional del Cusco.
- Servidor con requisitos mínimos 4GB memoria RAM, procesador x64: 2.0 GHz o superior Intel Xenon de 1TB de almacenamiento.

##### **Software:**



En la actualidad el área biomédica del departamento de mantenimientos y servicios generales, cuenta con el software que se detalla a continuación:

**Lenguajes de programación:**

- Plataforma.NET (Visual Studio 2012)
- Windows Forms (Marco de trabajo administrado)
- Sql server 2014
- C#

**Tecnologías adicionales:**

- Draw.io (Software para hacer diagramas de ER)
- Infragistic
- DevComponets

**Reportes de mantenimiento:**

- Report Viewer

Para implementar y ver el funcionamiento del presente sistema de información se debe contar con lo siguiente:

- Un espacio para la base de datos con IP reservada para el sistema de información dentro de la red interna de la institución.
- Servidor privado del área biomédica.
- Licencias originales del Sistema Operativo.

De acuerdo a estos requerimientos, podemos decir que la implementación del sistema de información es factible técnicamente.

### **3.1.3.2 Factibilidad operativa**

La Factibilidad Operativa, toma en cuenta si el área biomédica de la unidad de mantenimientos y servicios generales del hospital, podrá utilizar el sistema de información desarrollado, y si ésta



beneficiará a las diferentes áreas o unidades del Hospital Regional del Cusco, que reportan y solicitan mantenimiento de los equipos biomédicos. Así mismo, evaluar la interacción del área biomédica y los usuarios del sistema de información.

Teniendo en cuenta esta información, se ha tenido reuniones y entrevistas con el jefe del área y personal en conjunto que realiza las labores de mantenimiento de equipos biomédicos, se ha planteado la solución de que consistirá en la creación de un sistema de información para la gestión del mantenimiento de equipos biomédicos, el cual pretende ser un apoyo en gran parte de la labor que vienen realizando el personal técnico biomédico del área así como la programación de los mantenimientos por parte de los responsables.

Con el fin de desarrollar un sistema de información de calidad, se garantiza un buen funcionamiento del sistema y una excelente percepción por parte del usuario, en donde se presentará una interfaz con un diseño sencillo con el objetivo de facilitar la comprensión del sistema y que sea una herramienta de fácil manejo, provocando finalmente que el usuario pueda familiarizarse en poco tiempo.

El sistema de información desarrollado, permitirá automatizar los procesos de gestión del mantenimiento de equipos biomédicos, generando aspectos positivos que son descritos a continuación:

- Se disminuye el tiempo en el proceso de crear cronogramas de mantenimientos.
- Se optimiza el tiempo de programación de mantenimientos.
- Se disminuye el tiempo que recepción de solicitudes de fallas.
- Se centraliza de forma ordenado en tiempo real la información de la OTM,
- Se disminuye el tiempo de registro de información en la OTM.
- Se disminuye el tiempo de consulta referentes a mantenimientos realizados.
- Se optimiza el tiempo de consulta de reportes de mantenimientos de una determinada área.
- Se optimiza el canal de comunicación y respuesta ante una solicitud de mantenimiento.





- Permite a los responsables revisar todos los datos almacenados y generar reportes para la toma de decisiones del área biomédica de la unidad de mantenimientos y servicios generales.

Teniendo en cuenta todos los impactos positivos del sistema de información, el área de intervención está de acuerdo en que se realice la implantación del sistema para las pruebas de mejora de los servicios que esta brinda, pues el área es la principal beneficiada tras el desarrollo de este proyecto.

Por lo tanto, basándonos en la factibilidad operacional podemos decir que es factible realizar el proyecto.

### 3.1.3.3 Factibilidad económica

*Tabla 25*

*Presupuesto por recursos de hardware*

Presupuesto por recursos de hardware			
Descripción	Cant.	Precio Uni.	Precio Total
Pc's de escritorio Core I3 6ta generación	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Desgaste de las Pc's de escritorio	1.00	S/ 200.00	S/ 200.00
			S/ 0.00
			S/ 0.00
			S/ 0.00
<b>Total</b>			<b>S/ 1,700.00</b>

Fuente 58: Creación propia.



**Tabla 26**

*Presupuesto por recursos de software*

Costos de desarrollo de sistema de información			
Equipo de trabajo	Nro. personas	Costo unitario	Costo total
Analista	1	S/ 2000.00	S/ 2000.00
Diseñador	1	S/ 2000.00	S/ 2000.00
Programador	1	S/ 2000.00	S/ 2000.00
Tester	1	S/ 2000.00	S/ 2000.00
<b>Total</b>			S/ 8000.00

Fuente 59: Creación propia.

Teniendo en cuenta los beneficios que entrega el sistema de información, estos costos son mínimos.

De acuerdo a estos requerimientos, podemos decir que la implementación de aplicación es factible económicamente.



## CAPÍTULO IV

### Resultados

#### 4.1 Comprobación de la prospectiva

Se definen dos casos:

- **Caso N°1:** Estudio de proyecto sin la implementación del sistema de información.
- **Caso N°2:** Estudio de proyecto con la implantación del sistema de información.

**Diagnóstico:** Los procesos más importantes de la gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico radica en el control de los recursos de tiempos y costos, que pueden garantizar la eficiencia en el plan de mantenimiento para la disponibilidad del equipamiento en el hospital.

#### Prospectiva:

- **Futuro tendencial (Caso N°1):**
  - Control de inventario de los equipos por medio de hojas Excel.
  - Control de mantenimiento de equipamiento en hojas impresas.
  - Cronograma de mantenimiento de equipamiento en hojas impresas.
  - Control de proveedores en hojas Excel.
- **Futuro deseable (Caso N°2):**
  - Control de inventario de los equipos automatizados.
  - Control de mantenimiento de equipamiento automatizado mediante formularios.
  - Cronograma de mantenimiento automatizado.
  - Control de proveedores mediante formularios automatizado.

#### Estrategia:

- Implementación de módulo de control de usuarios de acceso al sistema.
- Implementación de módulo de control de proveedores.
- Implementación de módulo de control de materiales.



- Implementación de módulo de control de inventario y ficha técnica del equipamiento biomédico.
- Implementación de módulo de control de programación de mantenimiento y actividades.
- Implementación de módulo de control de generación de número de OTM.
- Implementación de módulo de control registro y llenado de OTM.
- Implementación de módulo de control de incidencias.
- Implementación de módulo de control de reportes.

#### **La acción:**

El proceso de investigación y desarrollo del software comenzó el 2021, desde el cual se realizó la recolección de los requerimientos para la automatización del control del mantenimiento de los equipos biomédicos del hospital Regional del Cusco.

#### **4.2 Cumplimiento de objetivos**

La tesis tiene como objetivo implementar un sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico del área biomédica de la unidad de mantenimiento del Hospital Regional del Cusco, al concluir la tesis, se logró la automatización de los procesos antes descritos, se aumentó la productividad laboral, debido a que el sistema de información se encarga de procesar actividades más rutinarias y predecibles, esto permite que la mano de obra de los trabajadores pueda ser usada en otras actividades.

- **Analizar las necesidades y requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.**

Se recolectó una serie de documentos y archivos, información necesaria de los procesos del área biomédica relacionado al equipamiento biomédico previa a la implementación del sistema de información, con la información clasificada se establecieron los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, además de ello nos permitió definir nuestras historias de usuario.



- **Diseñar el prototipo del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.**

Una vez establecidas las historias de usuario, se desarrolló las interfaces de usuario los que permiten la interacción del sistema de información con el usuario, que han sido implementados con Windows forms del lenguaje de programación de C#, que la experiencia de usuario sea satisfactoria para los actores del sistema.

- **Desarrollar los módulos del sistema de información para gestionar el mantenimiento del equipamiento biomédico.**

Se implementaron 09 módulos en el sistema de información, que se llevó a cabo bajo la arquitectura de 3 capas con el lenguaje de programación C#, logrando obtener un sistema rápido y sin errores de ejecución luego de realizar los test de prueba. se espera que el sistema de información desarrollado ayude a mejorar la toma de decisiones en la institución.

Las limitaciones en la implementación como el acceso a la información, el acceso a los servidores. Fueron subsanadas con la organización de información en los procesadores de texto como es excel para luego ingresar la información organizada al sistema, la implementación del módulo de incidencias, por no tener acceso a los servidores se implementó dentro del panel de control para registrar incidencias de forma local y no remota.

### **4.3 Contribuciones (Impacto)**

Al realizar la implementación del sistema de información, logramos la recopilación de toda la información del proceso de mantenimiento de equipos biomédicos, con esto se logró llevar un mejor control del mantenimiento de los equipos médicos que se realiza a las diferentes áreas de la institución, se tiene la ficha técnica de los equipos de forma actualizada se muestra en la **Figura 35** del anexo, se tiene diferentes reportes de consulta sobre los equipos biomédicos y sus mantenimientos, se tiene toda la información en formato digital para su revisión y aprobación correspondiente.



Esto también contribuye a la toma de decisiones y asignación de personal para los mantenimientos, así como el reporte rápido de los componentes necesarios para los futuros mantenimientos a programar.

La implementación del sistema de información de los procesos identificados en el área biomédica de la unidad de mantenimiento relacionado a los equipos biomédicos, contribuyó a mejorar la atención en las solicitudes de mantenimientos, ayudó a centralizar la información de los equipos existentes en la institución. Con el módulo programación de mantenimiento se pudo establecer un cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos médicos, así como el reporte de la orden de trabajo de mantenimiento (OTM) que se visualiza en la **Figura 36** del anexo.

Con la generación de reportes, el administrador, los responsables del área encargada de brindar mantenimientos y los técnicos encargados pueden registrar y tomar decisiones de forma rápida. Y tener la certeza que sus reportes son exactos y actualizados.



## Glosario

- **BIOMÉDICO:** se refiere a una persona que trabaja en el campo de la biomedicina, una rama de la ciencia médica que se enfoca en el estudio de los procesos biológicos y los mecanismos de las enfermedades en el cuerpo humano, con el objetivo de desarrollar nuevas terapias, diagnósticos y tratamientos.
- **C#:** Es un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft, orientado a objetos, que ha sido diseñado para compilar diversas aplicaciones que se ejecutan en .NET Framework. Se trata de un lenguaje simple, eficaz y con seguridad de tipos. Las numerosas innovaciones de C# permiten desarrollar aplicaciones rápidamente y mantener la expresividad y elegancia de los lenguajes de estilo de C.
- **DRAW.IO:** Es una herramienta de diagramación, de diagrama de flujo, de proceso, entre otras muchas funciones. Es una herramienta gratuita con la que se puede dibujar cualquier tipo de mapas mentales, mapas conceptuales, esquemas o diferentes representaciones gráficas, como diagrama de jerarquía o conjuntos.
- **EQUIPAMIENTO:** Conjunto de cosas o equipo que se proporciona a una persona o con que se equipa una persona.
- **INFRAGISTIC:** Es una compañía de software global, fundada en 1989, que publica herramientas y componentes de desarrollo de interfaz de usuario (UI) para una variedad de aplicaciones de desarrollador, en todas las plataformas.
- **MANTENIMIENTO:** Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.
- **PLATAFORMA.NET:** Es un entorno de ejecución administrado para Windows que proporciona diversos servicios a las aplicaciones en ejecución.
- **REPORT VIEWER:** Se va a encargar de contener nuestro informe, el cual podremos cargar tanto dinámica, como estáticamente.
- **SCRUM:** Scrum es un marco de trabajo o framework, usado en equipos que trabajan en proyectos complejos; tiene como finalidad la entrega de valor en períodos cortos de tiempo, basada tres pilares: la transparencia, inspección y adaptación.



- **SQL SERVER:** Microsoft SQL Server es un sistema de gestión de base de datos relacional, desarrollado por la empresa Microsoft. El lenguaje de desarrollo utilizado es Transact-SQL, una implementación del estándar ANSI del lenguaje SQL, utilizado para manipular y recuperar datos, crear tablas y definir relaciones entre ellas.
- **WINDOWS FORMS:** Es el nombre dado a la interfaz de programación de aplicación gráfica que se incluye como parte de Microsoft .NET Framework, que proporciona acceso a los elementos de la interfaz de Microsoft Windows nativas.





## Conclusiones

- Se recopiló información sobre las necesidades y requisitos para la construcción del sistema, ello permitió el análisis exitoso de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema de información, además de la elaboración de las historias de usuario que permitió la correcta implementación de los módulos y de la base de datos del sistema de información.
- Se logró desarrollar exitosamente las interfaces de usuario del sistema de información a partir de los prototipos diseñados, mostrando los aspectos requeridos por el usuario, logrando la satisfacción del usuario con una experiencia de usuario más amigable e intuitivo.
- Se logró implementar exitosamente todos los módulos del sistema de información incluyendo sus test de prueba, con la ayuda de la metodología ágil SCRUM, logrando automatizar los procesos del área biomédica, que contribuye de forma positiva la gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico del hospital.
- Finalmente se concluye que el objetivo principal “Implementar un sistema de información para la gestión del mantenimiento del equipamiento biomédico del Hospital Regional del Cusco.” Se ha cumplido satisfactoriamente, dándole una ventaja competitiva al área biomédica, que ayuda a incrementar su efectividad en sus operaciones, la disponibilidad de mayor y mejor información en tiempo real para el usuario del hospital.



### Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de módulos como el de almacén para gestionar los movimientos de entradas y salidas de repuestos e insumos del área biomédica, ello para complementar a los módulos desarrollados en esta tesis, esto permitirá que los procesos de la institución sean más controlados.
- Se recomienda el manejo de metodologías ágiles en el desarrollo de sistemas de información, porque permite tener una interacción de los desarrolladores con clientes y obtener excelentes resultados a medida de los requerimientos del cliente.
- Se recomienda dar capacitaciones constantes en nuevas tecnologías a los trabajadores de la institución que optimizarán su experiencia y satisfacción, esto debido a que existe un porcentaje de trabajadores que se muestran reacios al usar nuevas herramientas que permitirían dar un mejor servicio a las personas.
- Impulsar y fortalecer proyectos informáticos en el Hospital Regional del Cusco, esto permitirá optimizar los procesos de la institución y tener un mejor acceso a la información por parte de los trabajadores y el público en general.



## Referencias

- Anaya, J. L. (2019). Sistema De Información Para La Adquisición Y Gestión De Equipos Biomédicos En Instituciones De Salud. Tesis de Pregrado. Colombia: Universidad EIA - Ingeniería Biomédica.
- Arvizu, E. S., Alaniz, D. L., & Bravo, I. F. (2018). Software De Mantenimiento Para Equipos Biomédicos Asistido Por Computador En La Unidad De Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) Del Hospital Escuela San Juan De Dios De Estelí, Durante El II Semestre Del 2017. Tesis de Pregrado. Nicaragua: Unan - Managua.
- Astete, R. G. & Palomino, F. A. (2016). Plan De Mantenimiento Preventivo Bajo Los Lineamientos De La OMS De Los Equipos Biomédicos De Las Unidades Críticas Del Hospital Regional Del Cusco 2016. Tesis de Pregrado. Cusco: UAC.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2019). <https://publications.iadb.org/es/transferencia-tecnologica-en-america-latina-y-el-caribe-tendencias-desafios-y-estrategias>
- Benton, W. C. (2006). "Hospital technology and nurse staffing management decisions" en Journal of Operations Management.
- Bueso, M. G. (2010). Xing. Obtenido de <https://www.xing.com/communities/posts/documentos-necesarios-en-el-departamento-de-mantenimiento-1004888119>
- Cardona Echeverry, j. J. (2019). Diseño e implementación de una solución tecnológica para la gestión administrativa de equipos biomédicos en instituciones prestadoras de salud con niveles de atención I y II. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Cali, Colombia.
- Chávez Gómez, V. H. (2010). Sistema de Información para el Control, Seguimiento y Mantenimiento del Equipamiento Hospitalario. Tesis de Pregrado. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.



- Chuquilín, N. M. (2018). Diseño De Un Sistema De Gestión De Mantenimiento Hospitalario Para Optimizar La Vida Útil De Los Equipos En La Unidad De Servicios Generales, Del Hospital Regional Docente De Cajamarca. Tesis de Pregrado. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Condori, J. L. (2015). Implementación De Un Sistema De Información Para La Mejora Del Proceso De Mantenimiento De Los Equipos Médicos En El Hospital María Auxiliadora. Tesis de Pregrado. Lima: Universidad Tecnológica de Lima Sur.
- Coutiño, L.A. (2012). Análisis de Sistema de Información. México: Red Tercer Milenio.
- Deemer, P., Benefield, G., Larman, C., & Vodde, B. (2009). The Scrum Primer. España: Scrum Training Institute.
- De La Paz Martínez, E. M. (2015). Temas especiales de Ingeniería y Gestión del Mantenimiento (asociados a la Ingeniería Industrial). Cuba: Editorial.
- Elmasri, Navathe. Fundamentos de sistemas de Base de Datos. [en línea]. 5ta edición. Actualizada: enero 2014. [Fecha de acceso: octubre 2014]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/105118926/Fundamentos-de-Sistemas-deBases-de-Datos-5ta-Ed-Elmasri-Navathe>.
- Erich Gamma Richard Helm, Ralph Johnson Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software [Book]. - [s.l.]: Addison-Wesley Professional, 1994.
- Eve, J., Marlon, D., & Noyola, D. (2015). Método del Camino Crítico CMP-PERT.
- Fowler, M. (2002). Patterns of Enterprise Application Architecture. Addison-Wesley Professional.
- García, Garrido, S. (2012). Ingeniería del Mantenimiento. Manual práctico. Renovetec.
- García Urriaga, C. A. (2014). Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento de una clínica particular en la ciudad de Lima. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.



Gervasio, Luis (2018). Lenguaje de Programación.

Gil Gonzales, V., & Mendoza Quecaño, D. K. (2020). Plan operativo institucional del Hospital Regional del Cusco-2020.

Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE standard glossary of software engineering terminology 610.12-1990, Piscataway, NJ, 1990.

Lopes Marques, L. M. (2007). Aplicação do Maintenance Scorecard a um equipamento de RMN. Tesis de Maestría. Portugal, Universidade do Porto.

Maldonado, M. A. (2017). Software De Gestión De Incidentes Para Mejorar La Operatividad Del Mantenimiento De Los Equipos Biomédicos Hospital Víctor Lazarte Echegaray. Tesis de Maestría. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

Martínez, L. (2001). Organización Y Planificación de Sistemas de Mantenimiento. Segunda Edición, Caracas, Centro de Estudios Gerenciales.

Ministerio de Salud. (2016). Ministerio de Salud. Recuperado el 01 de Setiembre de 2018, de Ministerio de Salud: [www.gob.pe/intitucion/minsa/normas-legales/192077-5332016-minsa](http://www.gob.pe/intitucion/minsa/normas-legales/192077-5332016-minsa).

Montilva, J. A., Arapé, N., & Colmenares, J. A. (2003). Desarrollo de Software Basado en Componentes. IV Congreso de Automatización y Control, 9.

Montijo, E. E., & Zazueta, D. E. (2019). Identificación Y Gestión Del Mantenimiento Del Equipo Y Tecnología Biomédica De Un Hospital Público, Utilizando Herramientas Digitales. Artículo de investigación, Año 12. Núm. 29. Revista de Investigación Académica sin Frontera.

Mora Gutiérrez, L. A. (2012). Mantenimiento Industrial Efectivo. Segunda Edición, Colombia, COLDI.

Organisation For Economic Co-Operation and Development - OECD (2019). Schooling for Tomorrow Knowledge Base. Overview of Methodologies. Paris, France.



- Palomino, L. (2019). Diseño De Un Sistema De Gestión De Mantenimiento Preventivo Para Los Equipos E Instalaciones Del Hospital San José Lima –Perú. Tesis de Maestría. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Peiró Rosario, 05 de mayo, (2020). Sistema de información. Economipedia.com.
- Ros, A. (2013). Scrib. Obtenido de: <https://es.scribd.com/doc/131602775/Analisis-de-Fiabilidad-de-Equipos-Industriales> Sales, M. (28 de Julio de 2002). Gestipolis. Obtenido de <https://www.gestipolis.com/diagrama-de-pareto/>
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). La guía definitiva de scrum: Las Reglas del Juego. Creative Commons.
- Silver, B., & Markus, M. L. (2012). Business process reengineering: a retrospective. *Information and management*, 49(7-8), 356-363.
- Sengupta, P., & Gupta, J. (2014). A comparative study of various software architectural patterns. *International Journal of Computer Applications*, 101(10), 33-40.
- Suarez D. (2007). Indicadores de Gestión Aplicados a Mantenimiento. Universidad de Oriente. Anzoategui, Venezuela.
- Torres, L. D. (2005). Mantenimiento. Su implementación y gestión. Segunda Edición, Argentina, UNIVERSITAS.
- Troya, I. (2016). Contribución Al Mejoramiento De La Gestión Del Mantenimiento En El Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico “Comandante Manuel Fajardo Rivero. Tesis de Doctoral. Cuba: Universidad Central Marta Abreu.
- Valderrama. P. D. (2019). Sistema De Información Para La Gestión Del Mantenimiento En Equipos Biomédicos Red De Salud Sur Oriente E.S.E. Tesis de Pregrado. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
- White, S. A. (2011). Business Process Modeling Notation (BPMN). *Handbook on Business Process Management* 2, 403-429. Springer.



Weske, M. (2012). Business process management architectures. Springer Science & Business Media.

(01 de 01 de 2020). Obtenido de EcuRed: [https://www.ecured.cu/Diagrama\\_de\\_Gantt](https://www.ecured.cu/Diagrama_de_Gantt)

World Health Organization. (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. Organización Mundial de la Salud.




Anexos

Figura 34


Planilla de registro de OTM

Nº 0000044



HOSPITAL REGIONAL CUSCO  
UNIDAD DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

N° DE OTM	DÍA	MES	AÑO
-----------	-----	-----	-----



LA OTM ES UN DOCUMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE SOLICITUD DIRIGIDO AL PERSONAL DE MNTTO Y S. G. EMPRESA PRIVADA (TERCEROS) ES OBLIGATORIO EL LLENADO POR COMPLETO DE TODOS LOS CASILLEROS, CON EL FIN DE EVITAR UNA SANCION ADMINISTRATIVA.

AREA USUARIA			UBICACIÓN FÍSICA DEL SERVICIO		
SOLICITUD DE TRABAJO PRESENTADO POR EL AREA USUARIA O SERVICIO <i>(PARA SER LLENADO POR EL JEFE DE ÁREA O STAP RESPONSABLE DEL SERVICIO DE SALUD, EMPRESA PRIVADA ( TERCEROS)</i>					
DENOMINACIÓN DEL EQUIPO O BIEN					
MARCA	MODELO	SERIE	CÓDIGO PATRIMONIAL		
FIRMA Y SELLO DE CONFORMIDAD POR EL SOLICITANTE		FIRMA Y SELLO DE CONFORMIDAD DEL JEFE DE MNTTO Y/O SUPERVISOR POR EL TRABAJO REALIZADO		PRIORIDAD DEL TRABAJO SOLICITADO, MARCA CON UNA (X)	
				<input type="checkbox"/> CAJA CHICA <input type="checkbox"/> POR REQUERIMIENTO TIPO DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO PREDECTIVO <input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO PREVENTIVO <input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO
DIAGNOSTICO TECNICO DE LA SOLICITUD <i>(DETALLAR)</i>					
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE TRABAJO, MANTENIMIENTO O REPARACIÓN					
1					OBSERVACIONES:
2					
3					
4					
5					
6					
7					<b>MUY IMPORTANTE</b>
8					HORAS DE TRABAJO HOMBRE:
9					
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL A UTILIZAR					
1				4	
2				5	
3				6	
FIRMA Y SELLO DE CONFORMIDAD POR LA ENTREGA Y DEVOLUCION DEL ACCESORIO, REPUESTO USADO EN EL TRABAJO REALIZADO, POR LA JEFATURA DE MANTENIMIENTO Y/O SUPERVISOR DE TALLERES					
ENTREGA		DEVOLUCION			
				MODALIDAD DE ATENCIÓN MARCA CON UNA (X)	
				PERSONAL DEL NOMBRADO	
				PERSONAL CAS	
				PERSONAL POR REEMPLAZO	
				PERSONAL DE TERCEROS	
DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO
				EMPRESA PRIVADA	
				TRABAJOS POR GARANTIA	

Nota: Presionar fuerte con el lapicero al momento de escribir.

JEFATURA DE MANTENIMIENTO


Fuente 60: Creación propia.





Figura 35

Sistema – ficha técnica


FICHA TECNICA DEL EQUIPO		11/17/2022 5:16:51 PM			
		Pag. 1			
RED ASISTENCIAL	RED ASISTENCIAL CUSCO				
UNIDAD PRESTADORA	HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO				
SERVICIO	HOSPITALIZACIÓN-SERVICIO DE CIRUGIA ESPECIALIZADA				
COD. PATRIMONIAL	532208120065	DESCRIPCION	ASPIRADOR DE SECRECIONES		
MARCA	THOMAS	MODELO	1243		
		SERIE	05070000793		
EQUIPAMIENTO	ASPIRADOR DE SECRECIONES		CRITICIDAD MEDIA		
FAMILIA	CIRUGIA	ESTADO	OPERATIVO BUENO		
AÑO ADQUISICION	9	VIDA UTIL	5		
FECHA DE RECEPCION	31/10/2013	ANTIGUEDAD			
PUESTA EN MARCHA	31/10/2013	AÑOS	MESES		
FECHA DE BAJA					
COSTO ADQUISICION S/.	0.00				
GARANTIA (Meses)	12				
NRO PROCESO	P0023				
NRO ITEM	2				
DATOS DEL PROVEEDOR					
PROVEEDOR	HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO		TELEFONO 235418		
DIRECCION	AV. LA CULTURA SIN NUMERO		CELULAR 235418		
CONTACTO	HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO		E-MAIL		
MODALIDAD DE EJECUCION	RECURSOS HUMANOS PROPIOS				
COBERTURA	TALLER BIOMEDICO				
EJECUTOR DE MANTENIMIENTO	HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO				
COMPONENTES DEL EQUIPO					
Nro	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	COSTO S/.

Fuente 61: Creación propia.



Figura 36

Sistema – orden de trabajo mantenimiento (OTM)



**HOSPITAL REGIONAL**  
Reporte de Mantenimiento V.01  
ORGANO DESCONCENTRADO: **RED ASISTENCIAL CUSCO**

SERVICIO: **HOSPITAL REGIONAL DEL CUSCO**  
Estado: **ABIERTO**

**ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO**

11/17/2022 5:19:44 PM  
Pag. 1

<b>NO OTM</b>		<b>2</b>
<b>Fecha Emision</b>		<b>29/10/2022</b>

**DATOS DEL USUARIO**      SERVICIO    **SERVICIO DE EMERGENCIA**

**DATOS DEL EQUIPO**

ETIQ.PATRIM.	532208120101	DESCRIPCION	A S PIRADOR DE SECRECIONES	
MARCA	EUROVAC	MODELO	H-50	SERIE 2770436021

**DATOS DE SOLICITUD (Para actividades no programadas)**

FECHA SOLICITUD	29/10/2022	DESCRIPCION DE PROBLEMA (USUARIO)	FECHA CONFORMIDAD	
Firma y Sello Solicitante			Firma y Sello Conformidad	

<b>DATOS DE DIAGNOSTICO Y PROGRAMACION</b>	ESTADO INICIAL DEL EQUIPO	TIPO DE FALLA	FECHA PROGRAMADA
DIAGNOSTICO DE FALLAS	<b>MALO</b>	<b>Operacion</b>	
	COBERTURA		
	EJECUTOR MANTO	<b>MALO</b>	

**DATOS GENERALES DE LA OTM**

TIPO MANTO	TIPO OTM	PRIORIDAD	TPO ATENCION	TPO EQUIPAMIENTO
<b>PREVENTIVO</b>	<b>PREVENTIVO</b>		<b>Servicio - M.Obra</b>	<b>BIOMEDICO</b>

**DATOS DE EJECUCION**

FECHA INICIO	ESTADO FINAL DE EQUIPO	HRS-HOMBRE EMPLEADAS	<b>0</b>
FECHA TERMINO			
HORA ATENCION			

**COSTOS DE EJECUCION**

COSTO S/. M.OBRA	<b>0</b>	COSTO S/. MATERIALES	<b>0</b>	COSTO S/. VARIOS	<b>0</b>	COSTO S/. TOTAL	<b>0</b>
------------------	----------	----------------------	----------	------------------	----------	-----------------	----------

**LISTA DE ACTIVIDADES EJECUTADAS**

Cod Act	ACTIVIDAD EJECUTADA	EJECUTADO

**MATERIALES UTILIZADOS**

Item	Cod. SAP	Descripcion	UM	Cant.	Precio	Total

**MANO DE OBRA EJECUTADA**

CODIGO PERSONAL	PERSONAL	HRS HOMBRE	VALOR HORA S/.	VALOR TOTAL S/.
Firma y Sello de Responsable de Mantenimiento		Firma y Sello Supervisor de Mantenimiento		Firma y Sello del Jefe de Mantenimiento

Fuente 62: Creación propia.