



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

“Sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, para aumentar su confiabilidad y reducir los costos de producción”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico

**AUTOR:**

Cossio Rojas, Manú Guillermo (ORCID: 0000-0001-8181-576X)

**ASESOR:**

Dr. Jorge Adrián, Salas Ruiz (ORCID: 0000-0003-3146-3510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y planes de mantenimiento

TRUJILLO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

*A dios, por brindarnos la salud y la vida, todos los días.  
Y guiarnos en el transcurso de toda nuestra  
preparación académica, a lo largo de estos últimos  
cinco años.*

*A nuestros padres por apoyarnos de forma  
incondicional en esta etapa de nuestras vidas. Sin ellos  
todo esto no habría sido posible.*

*Y a todos nuestros seres queridos, que tuvieron  
muchas veces soportar y comprender nuestra  
ausencia, en infinidad de eventos familiares, debido a  
las largas jornadas de estudio que nuestra carrera  
demandaba*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar siempre conmigo.

A mis padres y hermanos por guiarme constantemente por el buen camino.

A mis amigos que me apoyaron durante todo momento.

A Dios por brindarme salud y vida todos los días. A mis padres y hermanos por apoyarme y creer en mí a lo largo de todo este camino. A mis amigos de la Universidad por disfrutar grandes momentos de mi vida a mi lado. A mis amigos que me apoyaron durante todo momento.

Al Ing. Jorge Salas Ruiz, por prestarme toda su atención y apoyo en mi investigación. Al Ing. Martín Sifuentes Inostroza, por haberme brindado la confianza y oportunidad necesaria para desarrollar esta investigación. A todos, mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. Formulación del problema: .....	27
1.2. Justificación del estudio: .....	27
1.3. Hipótesis:.....	28
1.4. Objetivos: .....	28
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL .....	30
3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
3.3. POBLACIÓN MUERTA Y MUESTREO .....	31
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD. ....	32
3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS:.....	32
IV. RESULTADOS: .....	33
4.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA SAN PABLO TRUJILLO. ....	33
4.1.1. Frecuencias de intervenciones por área de producción. ....	33
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO ACTUALES POR CADA ÁREA DE LA CLÍNICA SAN PABLO TRUJILLO. ....	41
4.3. COSTOS ACTUALES EN PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN POR SERVICIO: .....	44
4.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD: .....	46
4.4.1. Análisis de criticidad por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.....	46
4.5. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLOS.....	49
4.5.1. Número de prioridad de riesgos .....	52
4.6. DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS CON LA APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO E INDICADORES EN CONDICIONES DE MEJORA. ....	54

4.6.1.	Evaluación de la situación de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo periodo 2017.....	54
4.6.2.	Determinación de los indicadores de mantenimiento actuales por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo: .....	62
4.6.3.	Costos actuales en pérdidas de producción por servicio:.....	65
4.6.4.	Análisis de criticidad:.....	67
4.7.	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE SITUACIONES PRE Y POST MEJORA, DE ACUERDO A LA APLICACIÓN DEL PLAN. ....	69
V.	DISCUSIONES.....	77
VI.	CONCLUSIONES: .....	79
VII.	RECOMENDACIONES.....	84
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	85
IX.	ANEXOS. ....	86

## RESUMEN

En la presente Tesis se evalúa la Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, para incrementar su confiabilidad y disminuir los costos de producción.

Para ello se realizó la evaluación del estado de los equipos y del sistema de mantenimiento, iniciales. En la recolección de la información para la evaluación indicada, se tomaron los datos del sistema informático de Equipos Biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, correspondientes al año 2016, los cuales permitieron determinar el estado inicial del mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica.

Para la evaluación del análisis de criticidad, se determinaron áreas específicas de acuerdo al procedimiento universal de Sistemas de Gestión de Mantenimiento y se establecieron las fallas mediante la metodología del AMEF.

Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo por equipo, se incluyó el desarrollo de las hojas de información y hojas de decisiones para cada falla de los equipos biomédicos y determinación del índice de riesgo; consecuentemente se estableció el programa de mantenimiento, mediante el cuadro de Tareas Propuestas, Intervalos de ejecución y personal ejecutor, para dar lugar al Análisis del Número de prioridad de riesgos con resultados finales.

Se ha realizado el análisis comparativo entre la situación inicial y la situación post mejora, de acuerdo a la aplicación del Plan, resaltándose resultados en mejora la reducción de los costos de producción de los equipos biomédicos con la aplicación del plan de mantenimiento; así como los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

Los resultados obtenidos en ambos análisis muestran que el estudio de investigación llevado a cabo, cumple con los requisitos de un Sistema de Gestión de Mantenimiento y que continuamente debe ser reforzado para mejorar su comportamiento en un eventual avance de tecnologías innovadoras en Mantenimiento.

**Palabras Clave:** Mantenimiento preventivo, confiabilidad, mantenibilidad, gestión de mantenimiento

## ABSTRACT

In this Thesis, the preventive maintenance management system for the biomedical equipment of the San Pablo Trujillo Clinic is evaluated, to increase its reliability and reduce production costs.

For this, the initial evaluation of the state of the equipment and the maintenance system was carried out. In collecting the information for the indicated evaluation, data were taken from the computer system of Biomedical Equipment of the San Pablo Trujillo Clinic, corresponding to the year 2016, which allowed to determine the initial state of maintenance of the biomedical equipment of the Clinic.

For the evaluation of the criticality analysis, specific areas were determined according to the universal procedure of Maintenance Management Systems and the failures were established using the FMEA methodology.

To design a preventive maintenance plan per equipment, the development of information sheets and decision sheets for each failure of biomedical equipment and determination of the risk index were included; Consequently, the maintenance program was established, through the table of Proposed Tasks, Execution Intervals and executing personnel, to give rise to the Analysis of the Risk Priority Number with final results.

A comparative analysis has been carried out between the initial situation and the post-improvement situation, according to the application of the Plan, highlighting results in improvement in the reduction of production costs of biomedical equipment with the application of the maintenance plan; as well as the indicators of availability, reliability and maintainability.

The results obtained in both analyzes show that the research study carried out complies with the requirements of a Maintenance Management System and that it must continually be reinforced to improve its performance in the event of an eventual advancement of innovative maintenance technologies.

**Keywords:** Preventive maintenance, reliability, maintainability, maintenance management

## I. INTRODUCCIÓN

La Clínica San Pablo Trujillo perteneciente al complejo Hospitalario San Pablo, es la red privada de salud más grande del Perú, contando con equipos Biomédicos como: Autoclaves, monitores de signos vitales, pulsioxímetro, desfibrilador, electrocardiógrafo, electrocauterio, rayos x, resonador, tomógrafo, mamógrafo, ultrasonido, colposcopio, electrocardiógrafo, ecógrafo, electrocauterio, entre otros, tal como se muestra en tabla 01.

Actualmente la Clínica San Pablo Trujillo, solo cuenta con registros de mantenimientos correctivos y preventivos no programados, reparando fallas no deseadas en los tiempos de operación, reduciendo los valores porcentuales de confiabilidad e incrementando los costos de producción de la empresa, esto se debe a que no existe una planificación correcta del tipo de mantenimiento para estos equipos biomédicos.

Los 234 equipos biomédicos con los que cuenta actualmente la Clínica San Pablo, están distribuidos en 18 áreas, tales como: central de esterilización, emergencia adulta, emergencia pediátrica, sala de operaciones, unidades de quemados, unidad neonatal, cardiología, UCI adulto, UCIN adulto, oncología, hemodinámica, tomomedic, endoscopia, medicina física y rehabilitación, hospitalización, consultorios, salud ocupacional y sala de partos. En el periodo 2016, se perdieron un total de 736 horas/año por fallas inesperadas, con una pérdida de producción de 254 240.00 S/. /año. Según se detalla en la tabla 02.

A consecuencia de esta problemática, se plantea un sistema de gestión de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos, con la finalidad de aumentar su confiabilidad y reducir los costos de producción, lo cual originara el incremento de la vida útil de los equipos debido a la reducción de las fallas críticas y por consiguiente, crea un ambiente de bienestar al paciente y a la clínica.



Tabla 01. Equipos Biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo.

ÁREA	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	AUTOCLAVE HORIZONTAL	ORTOSINTESE	A 697	202778
	ESTERILIZADOR	MEMMERT	SNB 400	C412.2870
	ESTERILIZADOR POR ÓXIDO DE ETILENO	S/N	S/N	S/N
EMERGENCIA ADULTO	BALANZA DE PIE CON TALLIMETRO	GREETMED	GT131-200	S/N
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030032
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030013
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030004
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030016
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030025
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030015
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030007
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030031
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	31518-M14104030009
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030019
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070162
	LAMPARA CIALÍTICA	AEOMED	OL9570	OL9570YXZ1010
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3312
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005116
ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	31873-M13CO6000005	
VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	V50003636	
EMERGENCIA PEDIÁTRICA	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030005
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030006
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030008
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030018
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030014
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030027
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030011
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070112
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3313
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005121
SALA DE OPERACIONES	BALANZA NEONATAL	CHARDER	MS3500	C13008725
	MÁQUINA DE ANESTESIA	AEOMED	AEON7800A	AEON7800(U)YZYY016
	LAMPARA CIALÍTICA	HEAL FORCE	TOPLED-8080	E88131227
	MESA QUIRÚRGICA	HEAL FORCE	EST-1	0213Y30159X
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3311
	ELECTROCAUTERIO	BOVIE MEDICAL	IDS-300	BV2713020
	ASPIRADOR DE SECRESIONES RODABLE	THOMAS	1243	51300002011
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30517-M14104020001
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070094
	MÁQUINA DE ANESTESIA	AEOMED	AEON7800A	AEON7800(U)YZZS028
	LAMPARA CIALÍTICA	HEAL FORCE	TOPLED-8080	E88131228
	MESA QUIRÚRGICA	HEAL FORCE	EST-1	0213Y30158X
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3308
	ELECTROCAUTERIO	BOVIE MEDICAL	IDS-300	BV2713025
	CALENTADOR DE FLUIDOS	STIHLER ELECTRONIC	ASTOFLO PLUS	FHEU06869
	ASPIRADOR DE SECRESIONES RODABLE	THOMAS	1243	51300002017
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30517-M14104020013
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070112
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070070
	MONITOR LCD DE LAPAROSCOPIO	KARL STORZ	SC-SX19-A1A11	06-79431
	GRABADOR DE USB	MEDI CAPTURE	MEDICAP USB200	2013059
	PROCESADOR DE VIDEO	KARL STORZ	20222120-020	BG601404-P
	INSUFLADOR	KARL STORZ	26430520	EB0642945
	FUENTE DE LUZ FRÍA	KARL STORZ	20133120	MH6059-K
	RAYOS X (ARCO EN C)	PHILIPS	PULSERA 718095	2748
	LÁMPARA CIALÍTICA	HEAL FORCE	TOPLED-8080	E88131226
	RAYOS X PORTÁTIL (CORTE)	INTERMEDICAL	BASIC100-30	005/13/01190
	IMPRESORA DIGITAL	CARESTREAM	RYVIEW 5950 LASE	59531570
	MICROSCOPIO QUIRÚRGICO	ALLTION	ASOM-5	2100970
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030010
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030030
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030028
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3321
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	71300004789
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070066
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070057
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030024
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030020
MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30518-M14104030002	
ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	31873-M13CO6000006	
ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	71300004827	
LÁMPARA CIALÍTICA	AEOMED	OL9570	OL9870YXZ1014	
MESA QUIRÚRGICA	HEAL FORCE	EST-1	0213Y30170X	
MÁQUINA DE ANESTESIA	AEOMED	AEON7800A	AEON7800A(U)YZYX037	
MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	30517-M14104020003	
DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3309	
ELECTROCAUTERIO	BOVIE MEDICAL	IDS-300	BV2713019	
ASPIRADOR DE SECRESIONES RODABLE	THOMAS	1243	0713 00002074	

UNIDAD NEONATAL - UCI PEDIÁTRICA - UCIN PEDIÁTRICA	SERVOCUNA INFANTIL RADIANTE	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	HKN-93	2311102001	
	FOTOTERAPIA	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	HXZ - 90L	46140802003	
	INCUBADORA DE TRANSPORTE	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	TI-2000	36130601008	
	BALANZA NEONATAL	SECA	354	3541317009	
	INCUBADORA NEONATAL	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	YP-90A	6121105009	
	INCUBADORA NEONATAL	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	YP-90A	6121105006	
	INCUBADORA NEONATAL	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	YP-90A	6130601014	
	INCUBADORA NEONATAL	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	YP-90A	6121105017	
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	51400005492	
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070194	
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M14405580027	
	VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	VS0003711	
	VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	VS0003706	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020006	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020014	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020004	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020002	
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3318	
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005117	
	ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	31873-M13CD6000008	
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070086	
	BALANZA DE PIE CON TALLÍMETRO	GREETMED	GT131-200	S/N	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020009	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020012	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020011	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020008	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020007	
	VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	VS0003714	
	VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	VS0003715	
	CIPAP DE BURBUJAS	BIOMED DEVICES	NEO2 BLEND	81212430	
	INCUBADORA NEONATAL	INGBO DAVID MEDICAL DEVIC	YP-90A	6121105024	
	CARDIOLOGÍA	CAMINADORA PARA PRUEBA DE ESFUERZO	FULL VISION	TMX425 12519	
	UCI ADULTO	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032682
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032695
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032692
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032705
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032713
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032714
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032708
		MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	PHILIPS	M8003A	DE82032694
MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)		PHILIPS	M8003A	DE82032707	
MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)		PHILIPS	M8003A	DE82032711	
MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)		PHILIPS	M8003A	DE82032693	
VENTILADOR MECÁNICO		PHILIPS	V200	VS0003717	
VENTILADOR MECÁNICO		PHILIPS	V200	VS0003790	
VENTILADOR MECÁNICO		PHILIPS	V200	VS0003974	
ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL		THOMAS	1633GL	111300005119	
ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL		THOMAS	1633GL	111300005122	
CALENTADOR DE FLUIDOS		STIHLER ELECTRONIC	ASTOFLO PLUS	FHEU06867	
PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070032		
ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	31873-M13CO6000009		
DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3315		
UCIN ADULTO	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030017	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020015	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030029	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020010	
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (7P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301517-M14104020005	
	DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3320	
	ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	311873-M13CO6000001	
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005118	
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070028	
	VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	VS0003710	
VENTILADOR MECÁNICO	PHILIPS	V200	VS0003723		
ONCOLOGÍA	CABINA DE FLUJO LAMINAR	BIOBASE	BBS-H1500-A	BBS15H0114030008D	
	CABINA DE BIOSEGURIDAD TECNOLÓGICA	BIOBASE	B5C-2000 II A2-X	B5C20A0013	
HEMODINÁMICA	RAYOS X (ARCO EN C)	PHILIPS	ALLURA	89	
	MESA DE PACIENTE	PHILIPS	9896-000-77201	30636006	
	CARRO TROLLEY	PHILIPS	S/N	AT/0913/219	
	MONITOR DE VISUALIZACIÓN Y ADQUISICIÓN	WIDE CORPORATION	PE19NSX	PE19PGJ5S0002	
	MONITOR DE VISUALIZACIÓN Y ADQUISICIÓN	WIDE CORPORATION	PE19NSX	PE19PGJ4S0004	
	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	71300004789	
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070027	
DEFIBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3319		
TOMOMEDIC - SAN PABLO	RESONADOR	PHILIPS	ACHIEVA 1.5 TESLA	137	
	TOMÓGRAFO	PHILIPS	MX 16-SLICE	137	
	IMPRESORA DIGITAL	CARESTREAM	DRYVIEW 6960	59531570	
	MAMÓGRAFO	PHILIPS	L3C	800439-10	
	IMPRESORA DIGITAL	CARESTREAM	DRYVIEW 6960	59531321	
	RAYOS X	PHILIPS	DUO DIAGNOST	13002093	
IMPRESORA DE PELÍCULAS	KODAK	102	117510-1312-10161		

ENDOSCOPIA	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030012
	MONITOR LCD DE ENDOSCOPIO	MEDICAL DEVICE	SC-SX19-A1511	13-217428
	PROCESADOR DE VIDEO	OLYMPUS	CV-150	7246444
	GRABADOR DE USB	MEDI CAPTURE	MEDICAP USB200	2013098
	TECLADO	OLYMPUS	MAS-1562	AX003202
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030001
	MONITOR LCD DE ENDOSCOPIO	SONY	LMD-2451MD	3106837
	PROCESADOR DE VIDEO	OLYMPUS	OLYMPUS CV-180	7306752
	FUENTE DE LUZ FRÍA	OLYMPUS	OLYMPUS CLV-180	7315693
	TECLADO	OLYMPUS	N860-3912-T201	7321290
ELECTROBISTURÍ	ERBE	VIO 200 S	11389323	
ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005374	
PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070110	
ECÓGRAFO	SAMSUNG MEDISON	SONOACE X8	S00FM3HDS00003V	
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN	TANQUE DE HIDROTERAPIA INFERIOR 1	WHITEHALL	TA-21-M	14046679
	TANQUE DE HIDROTERAPIA INFERIOR 2	WHITEHALL	TA-21-M	14046677
	TANQUE DE HIDROTERAPIA SUPERIOR 1	WHITEHALL	TA-18-M	14046674
	TANQUE DE HIDROTERAPIA SUPERIOR 2	WHITEHALL	TA-18-M	14046672
	MAGNETOTERAPIA	CEC ELECTRÓNICA SRL	MAG3 TUNNELING	429201142
	MAGNETOTERAPIA	CEC ELECTRÓNICA SRL	MAG3 TUNNELING	527801142
	ULTRASONIDO	CHATTANOOGA GROUP	2776	T15204
	ULTRASONIDO	CHATTANOOGA GROUP	2776	T15516
	LÁSER	CHATTANOOGA GROUP	2779	T4471
	LÁSER	CHATTANOOGA GROUP	2779	T4971
	NEUROTRANSMISOR	CARCI	4080	40800275
	NEUROTRANSMISOR	CARCI	4080	40800273
	EQUIPO DE TENS	IBRAMED	TENS/FES PORT	51040007
	EQUIPO DE TENS	IBRAMED	TENS/FES PORT	51040037
	EQUIPO DE TENS	IBRAMED	TENS/FES PORT	51040011
	EQUIPO DE TENS	IBRAMED	TENS/FES PORT	51040013
	HIDROCOLECTOR DE COMPRESAS CALIENTES	CHATTANOOGA GROUP	M-2	T1948
	HIDROCOLECTOR DE COMPRESAS FRÍAS	CHATTANOOGA GROUP	3114 3118	T1416
	TERAPIA COMBINADA	CHATTANOOGA GROUP	2772 MC	T61432
	TERAPIA COMBINADA	CHATTANOOGA GROUP	2772	T6138
HOSPITALIZACIÓN	DESEBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3310
	ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	31873-M13CO60000014
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070115
HOSPITALIZACIÓN	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005097
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070106
	BALANZA DE PIE CON TALLÍMETRO	HEALTH O METER PROFESSIONAL	450KL	450 0004961
CONSULTORIO 511 - ELECTROCARDIOGRAMA / MAPA HOLTER	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005092
	ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300	31873-M13CO60000011
	MAPA	SPACELABS HEALTHCARE	90217A	217A-004795
	MAPA	SPACELABS HEALTHCARE	90217A	217A-004796
	MAPA	SPACELABS HEALTHCARE	90217A	217A-004797
	HOLTER	SPACELABS HEALTHCARE	EVO	EVO-005931
	HOLTER	SPACELABS HEALTHCARE	EVO	EVO-005932
	HOLTER	SPACELABS HEALTHCARE	EVO	EVO-005933
	ESTACIÓN DE COMUNICACIÓN DE HOLTER	SPACELABS HEALTHCARE	EVO PSU	2031
	CONSULTORIO 712 - ECOCARDIOGRAMA	ECOCARDIOGRAFO	PHILIPS	HD7
HOSPITALIZACIÓN	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070068
	COLPOSCOPIO	LEO MEDICAL EQUIPMENTS	LEO-2100I	2111305542
CONSULTORIO 702 - COLPOSCOPIA	CÁMARA (ACCESORIO)	LEO MEDICAL EQUIPMENTS	LEO-2100	214CJE1311249
	CONSULTORIO 712 - DENSITOMETRÍA	DESINTÓMETRO	GENERAL ELECTRIC	8743
CONSULTORIO 802 - ESPIROMETRÍA	ESPIRÓMETRO	DICAL INTERNACIONAL RESEARCH	PIROLAB III COLOU	A23-053.10423
	ELECTROENCEFALÓGRAFO	NIHON KOHDEN	JE-921A	9528
CONSULTORIO 810 - ELECTROMIOGRAFÍA / ELECTROMIOGRAFÍA	LÁMPARA DE LUZ INTERMITENTE (ACCESORIO)	NIHON KOHDEN	LS-703A	86241
	ELECTROMIOGRAFO	NATUS TECHNOLOGY	S/N	S/N
	AMPLIFICADOR DE CANALES (ACCESORIO)	NICOLET VIKINGQUEST	CARE FUSION	S/N
	AUDIÓMETRO	BELL INVENTIS	BELL PLUS TDH-39	AU1DB13101256
CONSULTORIO 811 - AUDIOMETRÍA	CABINA AUDIOMÉTRICA	AUDIOMAX	GALAXY	B00166
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070145
HOSPITALIZACIÓN	ASPIRADOR DE SECRESIONES PORTÁTIL	THOMAS	1633GL	111300005115
	BALANZA DE PIE CON TALLÍMETRO	HEALTH O METER PROFESSIONAL	450KL	450 0005154
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M14103840023
SALA DE PARTOS	LÁMPARA CIALÍTICA	AEOMED	OL9870	OL9870YXZ1007
	SERVOCUNA INFANTIL RADIANTE	JINGBO DAVID MEDICAL DEVICE	HKN-93	23111102001
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030021
	ASPIRADOR DE SECRESIONES RODABLE	THOMAS	1243	71300002098
	SILLA DE PARTOS	HEAL FORCE	EST-1	0213Y30162X
	DESEBRILADOR	NIHON KOHDEN	TEC-5531E	3314
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030003
	MONITOR DE SIGNOS VITALES (5P)	EDAN INSTRUMENTS	M9A	301518-M14104030023
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070072
	PULSIOXÍMETRO PORTÁTIL	EDAN INSTRUMENTS	H100B	316012-M13104070033
	MONITOR FETAL	EDAN INSTRUMENTS	CADENCE II	110965-M13CO6540001
	MONITOR FETAL	EDAN INSTRUMENTS	CADENCE II	110965-M13100890001
	ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN INSTRUMENTS	SE-300B	31873-M13CO6000010
	ULTRASONIDO FETAL DOPPLER	EDAN INSTRUMENTS	SONOTRAX BASIC A	304130-M13801770091
	ULTRASONIDO FETAL DOPPLER	EDAN INSTRUMENTS	SONOTRAX BASIC A	304130-M13801770117

Fuente: Departamento de Mantenimiento – Clínica San Pablo Trujillo

Tabla 02. Costos en pérdidas por servicio

Área	Frecuencia de intervención Horas/año	Costo unitario, S./hora	Costo total, S./año
Central de esterilización	24	75	1800
Emergencia adulto	34	80	2720
Emergencia pediátrica	46	100	4600
sala de operaciones	66	700	46200
Unidades de quemados	49	300	14700
Unidad neonatal	28	400	11200
Cardiología	53	550	29150
UCI adulto	49	250	12250
UCIN adulto	56	380	21280
Oncología	52	220	11440
Hemodinámica	21	150	3150
Tomomedic	82	800	65600
Endoscopia.	37	110	4070
Medicina física y rehabilitación	20	50	1000
Hospitalización	29	120	3480
Consultorios	37	35	1295
Salud ocupacional	23	35	805
Sala de partos	30	650	19500
<b>TOTAL</b>	<b>736</b>		<b>254240</b>

Fuente: Departamento de Mantenimiento – Clínica San Pablo Trujillo

Al investigar sobre los temas involucrados con el título, se ha encontrado y acumulado conocimientos de tesis elaboradas por estudiantes de la Universidad Rafael Urdaneta, Universidad Autónoma de Occidente, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad César Vallejo de Trujillo.

Guevara & Padrón (2004), en su trabajo para adquirir el Grado Académico de Ingeniero Industrial en la Universidad Rafael Urdaneta (Maracaibo-Venezuela), titulada: “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones de Policlínica Amado C.A”, ejecutó un programa que garantice minimizar las fallas presentadas y prolongar la vida útil de los equipos objeto de estudio, así también estructuró un departamento de mantenimiento que garantice el desarrollo y el cumplimiento de todas las actividades a realizar. Para ello, fue evaluada la situación actual del policlínico con la ayuda de la norma Venezolana COVENIN 2005-93, Además de ello desarrollaron los inventarios de equipos biomédicos para cada área, descripción de cargos, codificación de los equipos y con la ayuda de la entrevista estructurada a cada encargado de las diferentes áreas fue elaborado el análisis de modos y efectos de fallos con sus actividades de mantenimiento a ejecutar para cada modo de falla. Concluye, que, con el uso de los manuales de los fabricantes existentes y las entrevistas estructuradas a distintas empresas de mantenimiento de equipos médicos, se pudo programar las actividades de mantenimiento a ser realizadas dentro de un plan preventivo.

Cifuentes & Estrada (2011), en su trabajo para adquirir el Grado Académico de Ingeniero Biomédico. Realizada en la Universidad Autónoma De Occidente (Cali - Colombia), titulada: “Gestión de mantenimiento de equipos médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Nobel: Modulo de Ingeniería Biomédica”, el estudio tuvo como objetivo principal garantizar una operación segura, máximas prestaciones y costo efectivo de todos los equipos médicos en uso, mediante el mantenimiento orientado a riesgos, con el propósito de proporcionar un entorno seguro y funcional de los equipos y espacios. Además, es considerada como una herramienta que sirve para ayudar al personal médico y de ingeniería en el desarrollo, control y dirección de un programa de mantenimiento para el equipo médico. Concluye, que la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento orientado a riesgos sirvió para establecer u organizar los equipos médicos y/u hospitalarios que serán incluidos en el inventario

para el mantenimiento que serán intervenidos mediante el mantenimiento planificado en el entorno y equipos que se intervendrán únicamente en el mantenimiento correctivo.

Miranda (2014), en su trabajo para conseguir el Grado Académico de Ingeniero En Computación. Realizada en la Universidad Nacional Autónoma De México, titulada: “Sistema para la gestión del servicio de mantenimiento en el área biomédica hospitalaria”, La tesis presentada aplica tecnología de computo en los campos de ingeniería biomédica, con la finalidad de mejorar y facilitar los métodos de gestión de equipos médicos hospitalarios, en lo que abarca la evaluación de mantenimiento, incorporación, capacitación, baja de un equipo y tecnología. Al identificar la necesidad de un software de planeación de servicios al equipo médico se ha propuesto una alternativa viable. Concluye, los sistemas de cómputo a través de una buena gestión de mantenimiento en la actualidad son indispensables en todas las áreas de trabajo; para el ámbito hospitalario pueden aplicarse, en cada área para el buen control de mantenimiento, debido que es muy importante un mejor control y atención a los pacientes.

Zegarra Tanchiva (2014), en su trabajo para obtener el Título de Ingeniero Mecánico, realizado en la Universidad César Vallejo de Trujillo, titulada: Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la criticidad de los equipos biomédicos de la Clínica Sánchez Ferrer para aumentar su confiabilidad, realizó un estudio de investigación para elaborar y proyectar un plan de mantenimiento, cuyos resultados pre experimentales, arrojaron los siguientes cambios porcentuales: un aumento en los indicadores de mantenimiento, confiabilidad de 85.05% á 90.52%; disponibilidad de 94.03% á 97.98% y mantenibilidad de 19.15% á 33.07%. Obteniendo valores aceptables para la Clínica Sánchez Ferrer.

## II. MARCO TEÓRICO

### - Sistema de gestión de mantenimiento

Se puede conceptualizar la gestión del mantenimiento como un proceso sistemático, planeado, gerenciado, ejecutado y acompañado bajo el liderazgo de la alta administración de la institución, involucrando y comprometiendo todos los gerentes, responsables y personal de la organización.

Es un trabajo en equipo que tiene por finalidad asegurar el crecimiento de su nivel tecnológico y administrativo, la continuidad en su gestión asegurando la eficiencia de sus servicios, vía adecuación continua de su estrategia, de su capacitación y de su estructura, posibilitando enfrentarse y anticiparse a los cambios observados o previsibles en su ambiente externo (Ávila, 1992).

### - Determinación del índice de riesgo:

Se fundamenta (Moubrey, 2004), según la formulación:

$$I(R) = G * O * D \dots \dots \dots (01)$$

Categoría del AMEF: (Análisis de modo y efecto de falla)

Tabla 03: Parámetros del índice de riesgos

$I(R) \leq 125$	Falla Aceptable.
$125 < I(R) \leq 200$	Falla reducible a deseable.
$I(R) > 200$	Falla Indeseable.

- Índice de gravedad (G): Evalúa la gravedad del efecto o consecuencia de que se produzca un determinado fallo para el equipo.

Tabla 04: Gravedad

Gravedad	
Descripción	Puntaje
Ínfima, imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo pero no para el sistema	6-7
Elevada, falla crítica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

- Índice de Ocurrencia (O): Evalúa la probabilidad de que se produzca el modo de fallo por cada una de las causas potenciales.

Tabla 05: Ocurrencia.

Ocurrencia	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray

- Índice de Detección (D): Evalúa, para cada causa, la probabilidad de detectar dicha causa y el modo de fallo resultante

Tabla: 06. Detección

Detección (dificultad de detección)	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.



– **Descripción de la metodología de Análisis de Criticidad.**

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla (Améndola, 2002).

En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.



Figura 01. Matriz de Criticidad.

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

La matriz estaba basada en un código de colores para identificar la mayor o menor intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad de la instalación, sistema o equipo que se analizara.

¿Qué elemento se deberían tomar en cuenta para determinar la criticidad?

Se determina de forma cuantitativa, multiplicando la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \dots\dots\dots (02)$$

Para realizar en Análisis de Criticidad debes seguir los siguientes pasos:

- **Primer paso: Definir niveles de análisis**

Se define los niveles donde se efectuará el análisis: sistema, instalación, equipo o elemento, de acuerdo con las necesidades o requerimientos de jerarquización de activos:

Información necesaria:

- Para realizar el análisis se requiere la siguiente información:
  - Relación de instalaciones (Se refiere al tipo de instalación).
  - Relación de sistemas y equipos por instalación (Se refiere a diferentes tipos de sistemas y equipos).
  - Ubicación (área geográfica, región) y servicio.
  - Filosofía de operación de la instalación y equipo.
  - Diagramas de Flujo de Proceso (DFP).
  - Registros no disponibles de eventos no deseados o fallas funcionales.
  - Frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados o las fallas consideradas en el análisis.
  - Registros de los impactos en servicio (% pérdida de producción debido a la falla del elemento, equipo, sistema o instalación en estudio, producción diferida y costos relacionados).
  - Registros de los impactos en la seguridad de los procesos.
- **Segundo paso: Definir la Criticidad**

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos:

Estimación de la frecuencia de la falla funcional: Para cada equipo puede existir más de un modo de falla, el más representativo será el de mayor impacto en el proceso o sistema. La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año.

En la tabla 07, se muestra los criterios para estimar la frecuencia.

Tabla 07. Criterios para estimar la frecuencia

categoria	Tiempo medio entre fallas TMEF, horas/falla	Tasa de fallas	interpretación
5	$TMEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en una hora.
4	$1 \leq TMEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 horas, pero es poco probable que ocurra en 1 hora.
3	$10 \leq TMEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 horas, pero es poco probable que ocurra en 100 horas.
2	$100 \leq TMEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 horas, pero es poco probable que ocurra en 100 horas.
1	$TMEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 horas.

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

Para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla, se emplean los siguientes criterios y sus rasgos preestablecidos.



Figura 02. Consecuencias o impactos de la falla  
Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

Los daños al personal, impacto a la población y al ambiente serán categorizados considerando los criterios que se indican en la tabla 08.

Los Impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre el negocio. Este criterio se evaluará considerando los siguientes factores: costo unitario y TPR (Tiempo para reparar)

$$IP = (TPR \times \text{Costo Unitario de producción}) \dots\dots\dots (03)$$

El valor resultante permitirá categorizar el IP de acuerdo con los criterios de la tabla 08

Los impactos asociados a Daños de las instalaciones o equipos (DI) se evalúan con los siguientes factores:

- Equipos afectados.
- Costos de Reparación.
- Costos de horas hombre.

$$DI = (\text{Costos de Reparación} + \text{Costos de mano de obra}) \dots\dots\dots (04)$$

El valor resultante permitirá categorizar el DI de acuerdo con los criterios de la tabla 08, Categoría de los Impactos.

Tabla 08. Categoría de los impactos

Categoría	Daños al Personal	Efecto en la Población	Impacto Ambiental	Perdida de Producción con respecto a las horas pérdidas (S./año)	Daños a la Instalación (S./año)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50000.00	Mayor de 50000.00
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	De 15000.00 a 50000.00	De 15000.00 a 50000.00
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regulaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5000.00 a 15000.00	De 5000.00 a 15000.00
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieren tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes regulaciones.	De 500.00 a 5000.00	De 500.00 a 5000.00

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

De la tabla Categoría de los Impactos, el valor ubicado en la columna Categoría se asignará a las consecuencias, y este se empleará para realizar el cálculo del nivel de criticidad. El impacto o consecuencia total de una falla se determina sumando los valores de las categorías correspondientes a cada columna o criterio multiplicado por el valor de la categoría obtenida de la tabla que determina la frecuencia de ocurrencia de falla.

- **Tercer Paso: Calculo del nivel de criticidad**

Para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe emplear la fórmula 02.

Para las variables se utilizan los valores preestablecidos como “categorías” de las tablas Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia y Categoría de los impactos, respectivamente.

Una vez obtenido el valor de la criticidad, se busca en la Matriz de Criticidad diseñada para determinar el nivel de criticidad de acuerdo con los valores y la jerarquización establecidos.

## Matriz de Criticidad



Figura 03. Matriz de Criticidad diseñada

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

- **Cuarto paso-Análisis y Validación de los resultados:**

Los resultados obtenidos deberán ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional.

Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos, a fin de detectar cualquier posible desviación que amerite la reevaluación de la criticidad.

- **Quinto paso-Definir el nivel de análisis:**

El resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite “jerarquizar” los problemas, componentes, equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad. El cuál es el objetivo de la aplicación de la metodología. La valoración del nivel de criticidad y la identificación de los activos más críticos permitirá orientar los recursos y esfuerzos a las áreas que más lo ameriten, así como gerenciar las acciones de mitigación del riesgo en elementos subsistemas, considerando su impacto en el proceso.

- **Sexto paso-Determinar la criticidad.**

Permite completar la metodología, sin formar parte de la misma. Cuando en la evaluación de un activo obtenemos frecuencias de ocurrencias altas, las

acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de criticidad se debe a valores altos en alguna de las categorías de consecuencias, las acciones deben orientarse a mitigar los impactos que el evento (modo de falla o falla funcional) puede generar.

Dentro de las acciones o actividades que se recomiendan, se pueden incluir la aplicación de otras metodologías de Confiabilidad, con el objeto de:

- Identificar las causas raíz de los eventos de deseados y recomendar acciones que las eliminen mediante el Análisis Causa Raíz (ACR).
- Mitigar los efectos y consecuencias de los modos de falla y frecuencia de las fallas por medio de las aplicaciones de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) e Inspección Basada en Riesgo (IBR).
- Complementar y/o validar los resultados mediante análisis (RAM).

- **Séptimo paso-Sistema de Seguimiento de control:**

Después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer en Seguimiento y Control, para garantizar el monitoreo de la ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes de AC.

Los objetivos de Seguimiento y Control son:

- Asegurar la continuidad en el tiempo de la aplicación de los planes de acción resultantes de la aplicación de la Metodología Análisis de Criticidad.
- Promover la cultura del dato en todos los niveles de la empresa.
- Monitorear los cambios o mejoras que pueden derivarse de la aplicación de las acciones generadas como resultados de los análisis para determinar se requiere un nuevo análisis.

- **Octavo paso-Análisis y Validación de los resultados:**

Se debe crear un expediente, con los registros y documentos resultantes de la aplicación de la aplicación de los Análisis de Criticidad realizados a las instalaciones, sistema, equipos y elementos.

Para facilitar el estudio se puede utilizar el formato que se muestra a continuación para registrar la evaluación de criticidad de un activo.

- **Indicadores del mantenimiento:**

En el campo del mantenimiento los resultados son difíciles de evaluar más que en la producción, por lo tanto, será necesario utilizar los múltiples índices de la gestión de mantenimiento, se empleará sólo aquellos índices estándares que son calculados con la misma fórmula en todos los países, es decir, los denominados “Índices de Clase Mundial” (Améndola, 2002).

**a) Tiempos del mantenimiento:**

- Tiempo medio o promedio entre fallas TMEF:

Es la sumatoria de todos los tiempos entre fallas (TEF), entre el número total de fallas.

$$TMEF = \frac{\sum_{i=1}^n TEF}{i} \quad \dots \dots \dots (05)$$

TMEF: Tiempo medio entre fallas (Hrs).

TEF: Tiempo entre fallas (Hrs).

i: número de fallas.

- Tiempo medio para reparar TMPR:

Es la sumatoria de todos los tiempos para reparar (TPR) cada falla, entre el número de fallas.

$$TMPR = \frac{\sum_{i=1}^n TPR}{i} \quad \dots \dots \dots (06)$$

Dónde:

TMPR: Tiempo promedio para reparar (Hrs).

TPR: Tiempo para reparar (Hrs).

i: Número de fallas.

**b) Disponibilidad:**

En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir.

Matemáticamente la disponibilidad D(t), se puede definir:

$$D(t) = \left( \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100\% \quad \dots \dots \dots (07)$$

Dónde:

D(t): Disponibilidad (%).

TMEF: Tiempo medio entre fallas (Hrs).

TMPR: Tiempo medio para reparar (Hrs).

**c) Confiabilidad:**

Probabilidad que un equipo u/o máquina pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

La confiabilidad puede ser expresada a través de la expresión:

$$C(t) = \left( e^{\frac{-\lambda * TTP}{100}} \right) * 100\% \quad \dots \dots \dots (08)$$

Dónde:

C(t): Confiabilidad (%)

TTP: Tiempo total de estudio (Hrs).

$\lambda$ : Tasa de fallas (Fallas/Hr).

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} \quad \dots \dots \dots (09)$$

**d) Mantenibilidad:**

La probabilidad de restablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos. O simplemente la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo.

La mantenibilidad puede ser expresada a través de la expresión:

$$M(t) = \left( 1 - e^{\frac{-\mu * TTP}{100}} \right) * 100\% \quad \dots \dots \dots (10)$$



Dónde:

M(t): Mantenibilidad (%)

TTP: Tiempo total de estudio (Hrs).

$\mu$ : Tasa de reparaciones  $\left(\frac{\text{reparaciones}}{\text{Hr}}\right)$

$$\mu = \frac{1}{\text{TMPR}} \dots \dots \dots (11)$$

- **Hoja de decisión**

En esta etapa se integran las consecuencias y las tareas, y es en esta etapa en la que podremos responder a las últimas 3 preguntas de la metodología del RCM:

- ¿Importa si falla?
- ¿Se puede hacer algo para prevenirla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

HOJA DE DECISIONES				Sistema:								Facilitador:				Fecha:		Hoja N.º 1		
				Subsistema:								Auditor				Fecha:		de:		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de				Tarea Propuesta				Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
							S1	S2	S3											
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4								
							N1	N2	N3											

Tabla 09. Hoja de Decisión.

Fuente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad – Jhon Moubray.

El uso de la hoja de decisiones permite asentar respuestas a las preguntas formuladas en el árbol de decisiones, y en función de dichas respuestas registrar:

- Que mantenimiento se va a efectuar, la frecuencia y el responsable de la ejecución.

- Que fallas son tan serias que justifican el rediseño; estas tareas serán derivadas al personal de Ingeniería de Mantenimiento para su aprobación, ejecución y control.

La hoja de decisión está dividida en 16 columnas. Las primeras tres columnas F, FF, y FM.

- F: Función que desempeña.
- FF: Modo de fallo potencial.
- FM: Causas potenciales de fallo

Se utilizan para correlacionar las referencias de las Hojas de información y las Hojas de decisión. Los encabezamientos de las siguientes diez columnas se refieren a las preguntas del árbol de decisiones (ver figura 2.5), de manera que:

- Las columnas H, S, E, O y N son utilizadas para registrar las respuestas a las preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla, colocando S o N (Sí o No según aplique).
- H1/S1/O1/N1: Es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada para anticipar el modo de falla a tiempo como para evitar las consecuencias.
- H2/S2/O2/N2: Es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento programado apropiada para prevenir las fallas.
- H3/S3/O3/N3: Es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir las fallas.
- La columna H4/H5/S4. Son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas “Acción a falta de”.
- Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hay), la frecuencia en la que debe hacerse, y quién ha sido seleccionado para realizarla.
- La columna de tarea propuesta también se utiliza para colocar actividades de “rediseño”, o si se decidió que el modo de fallo sea tratado. John Mitchell Moubray.

Diagrama de decisiones: Se elabora el árbol lógico de decisiones de mantenimiento

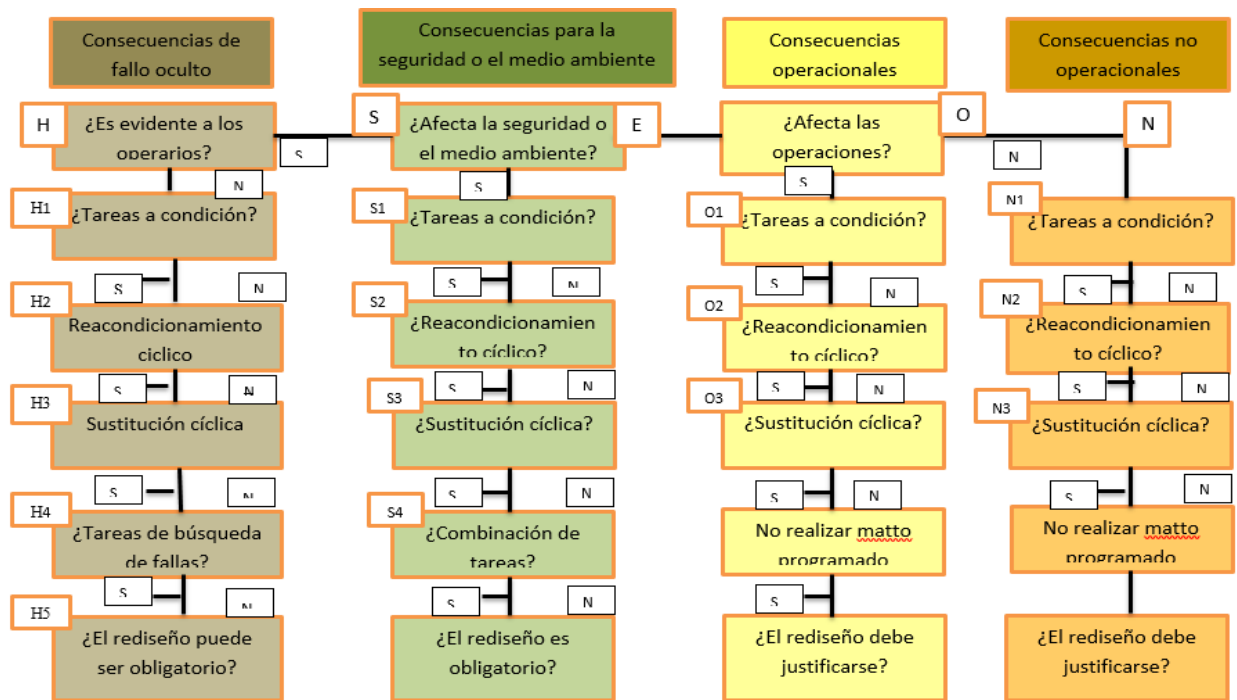


Figura 04: Árbol de decisiones  
Fuente: John Mitchell Moubray

### 1.1. Formulación del problema:

¿En qué medida un sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, aumentará su confiabilidad y reducirá los costos de producción?

### 1.2. Justificación del estudio:

#### Relevancia económica:

La aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, logrará que la Clínica, reduzca sus costos de producción de los equipos biomédicos (costos de mantenimiento e inversión en activos físicos), logrando así, aumentar su confiabilidad.

#### Relevancia tecnológica:

La metodología de un SGM, aplicado a equipos biomédicos, genera nuevas tendencias modernas del mantenimiento aplicado al sector salud, logrando minimizar la cantidad de fallas críticas.

**Relevancia institucional:**

El SGM preventivo, logrará que la Clínica San Pablo Trujillo, este un paso más adelante frente a otras empresas del mismo rubro, por otro lado permita que el alumno de la Universidad Cesar Vallejo de la Escuela de Mecánica extienda y aplique sus conocimientos al campo laboral a través del desarrollo de la presente tesis.

**Relevancia socio-ambiental:**

La aplicación de un SGM preventivo aplicado a equipos biomédicos, permitirá reducir la cantidad de fierro, debido a que la vida de los repuestos se alargara, mejorando las condiciones medio ambientales. Como también el bienestar del paciente.

**1.3. Hipótesis:**

Un sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, aumentará la confiabilidad y reducirá los costos de producción.

**1.4. Objetivos:****– Objetivo general:**

Realizar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, para aumentar su confiabilidad y reducir los costos de producción.

**– Objetivos específicos:**

- Evaluar la situación inicial de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, determinando los indicadores de mantenimiento: disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad; así como los costos de producción.
- Realizar un análisis de criticidad, para clasificar las áreas de la Clínica San Pablo Trujillo donde se encuentran los equipos biomédicos importantes, determinando los niveles de: Críticos, Semi-críticos y No críticos.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo por equipo, donde se incluya el desarrollo de las hojas de información y hojas de decisiones para cada falla de los equipos biomédicos y determinación del índice de riesgo.

- Determinar la reducción de los costos de producción de los equipos biomédicos con la aplicación del plan de mantenimiento; así como los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en condiciones de mejora del sistema de gestión de mantenimiento.
- Realizar un análisis comparativo entre la situación actual y la situación post mejora, de acuerdo a la aplicación del Plan.

### III. MÉTODOLÓGÍA

#### 3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: EXPERIMENTAL

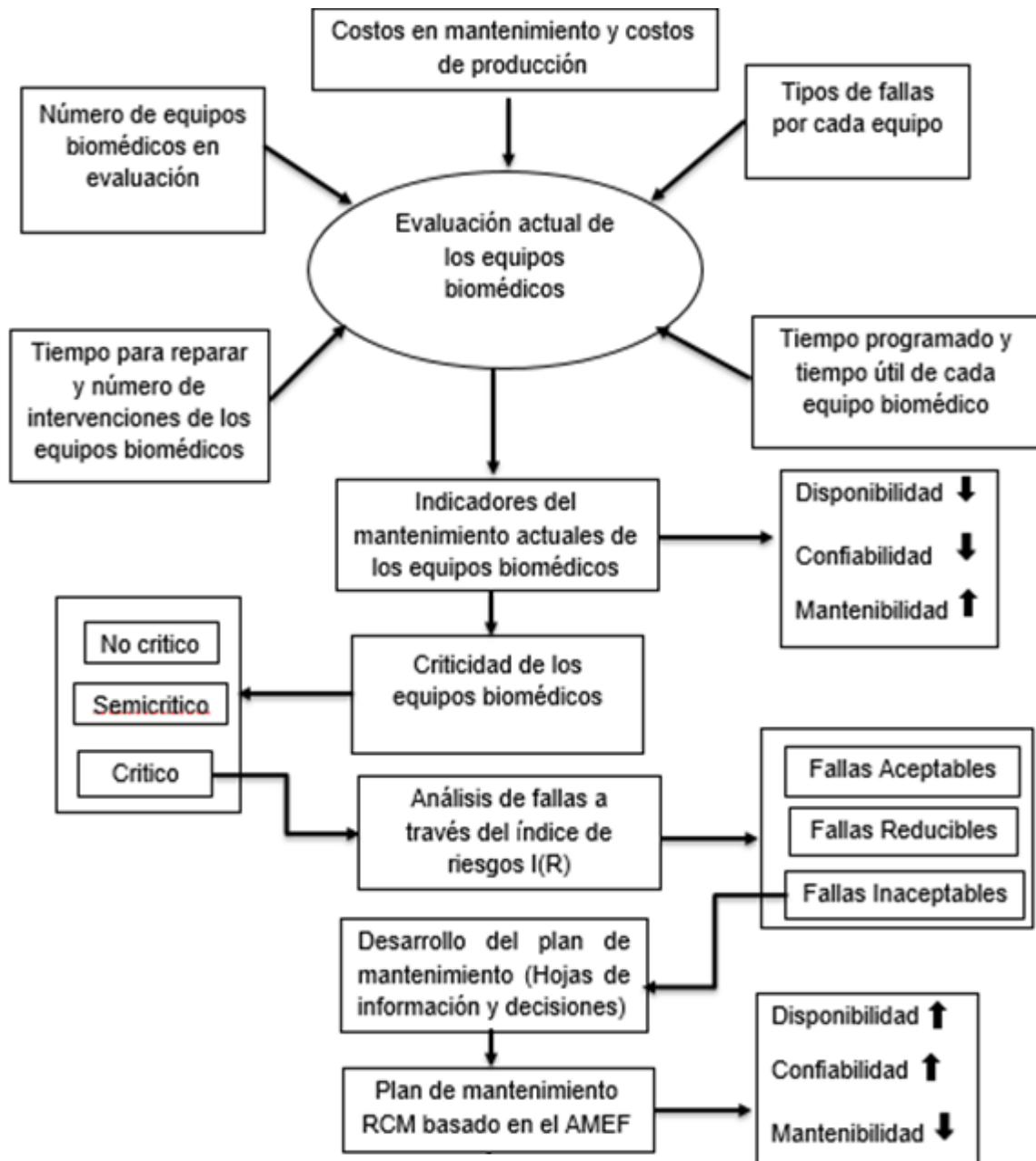


Figura 5. Diagrama de flujo del diseño de estudio.  
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- Variables independientes:
  - Sistema de gestión de mantenimiento preventivo.
- Variables dependientes:
  - Indicadores de mantenimiento:
    - Disponibilidad mecánica.
    - Confiabilidad operacional.
    - Mantenibilidad.
  - Costos de producción:
    - Costos de mantenimiento
- Operacionalización de variables:

Variable	Indicador	Definición de Conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Sistema de gestión de mantenimiento	Preventivo	Reducir la frecuencia y gravedad de las averías en los equipos biomédicos	Descripción de las hojas de información y hojas de decisiones	Cualitativa
Indicadores del mantenimiento	Disponibilidad	Se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir.	$\frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$	Cuantitativa (%)
	Confiabilidad	Probabilidad de que un equipo u/o máquina pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas	$e^{-\frac{\lambda * TTP}{100}}$	Cuantitativa (%)
	Mantenibilidad	La probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo.	$1 - e^{-\frac{\mu * TTP}{100}}$	Cuantitativa (%)
Costos de producción	Costos de mantenimiento y costos para producir	Es la reducción de los costos por la aplicación del mantenimiento basado en el riesgo, logrando aumentar la disponibilidad.	$C = C_{actuales} - C_{mejora}$	Cuantitativa (S./año)

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3. POBLACIÓN MUERTA Y MUESTREO

- Población:
  - Equipos de la Clínica San Pablo Trujillo.
- Muestra:
  - Equipos Biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

Las técnicas que se utilizarán en esta tesis serán:

- Instrumentos: Entrevista, reportes de parada de los equipos biomédicos y reportes de logística, procedimientos.

### **3.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS:**

- La entrevista, para extraer datos como: descripción de cada equipo biomédico y costos actuales de producción.
- De los reportes de parada de los equipos biomédicos, extraemos información tal como: Tipos de fallas y frecuencia de fallas por cada equipo, tiempos para reparar cada falla y tiempo de trabajo máximo. Con estos tiempos y frecuencias se elaborarán tablas para comparar con tiempos y frecuencias estimados en base al efecto causado en ellos por la aplicación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo
- De los Reportes de logística, extraemos los tipos de repuestos usados por cada equipo biomédico y sus costos.



#### IV. RESULTADOS:

#### 4.1.EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA SAN PABLO TRUJILLO.

##### 4.1.1. Frecuencias de intervenciones por área de producción.

- a. Frecuencias de intervenciones o tiempo para reparar en plena producción por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo:

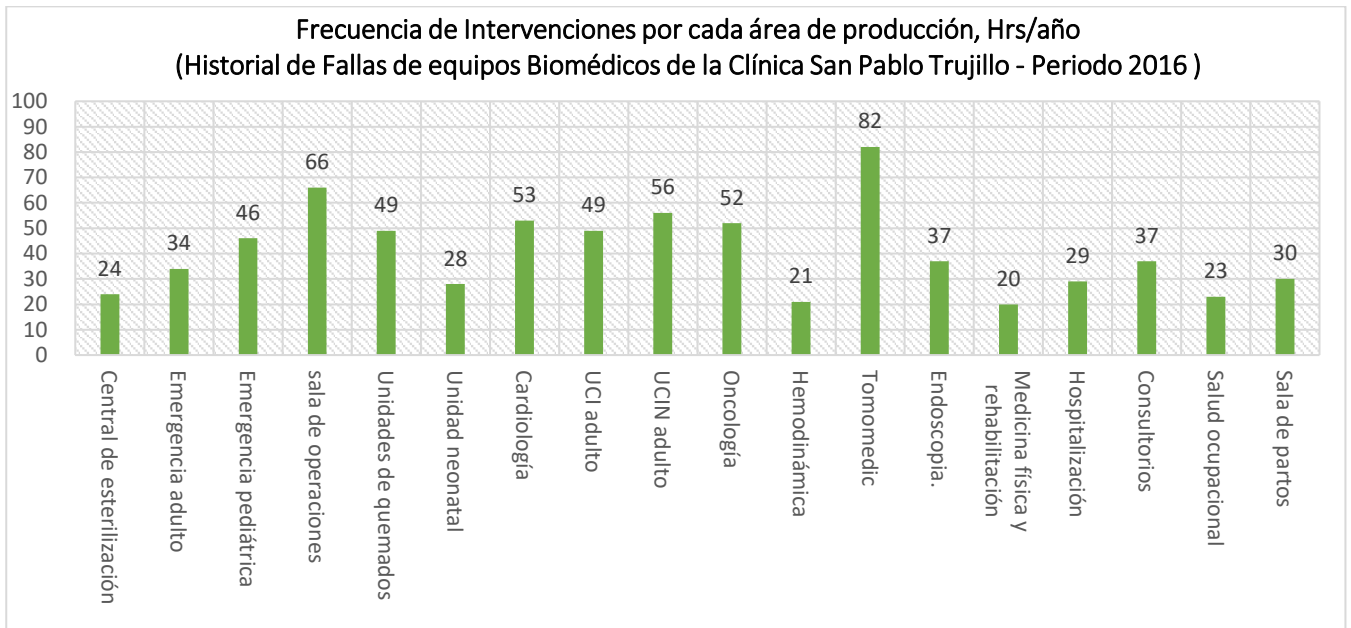


Figura 06: Tiempos perdidos por cada área.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, se indican los tiempos de Hrs/año de cada área, donde operan equipos biomédicos, teniendo tiempos por reparar en un intervalo de 20 – 82 Hrs/año, con un total de 736 Hrs/año, donde se consideran los tiempos de reparación más relevantes en las áreas; Tomomedic con 82 Hrs/año, Sala de Operaciones con 66 Hrs/año, UCIN Adulto con 56 Hrs/año, Cardiología con 53 Hrs/año, Oncología con 52 Hrs/año, Unidades de quemados 49 Hrs/año, Hrs/año, UCI Adulto con 49 Hrs/año, Emergencia Pediátrica con 46 Hrs/año, Endoscopia con 37 Hrs/año; estos tiempos de reparación son elevados considerando una acumulación de horas para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área; esto indica una gestión correctiva de mantenimiento, no considerando una gestión de mantenimiento preventivo.

- b. Frecuencia de fallas o cantidad de intervenciones en plena producción por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016:

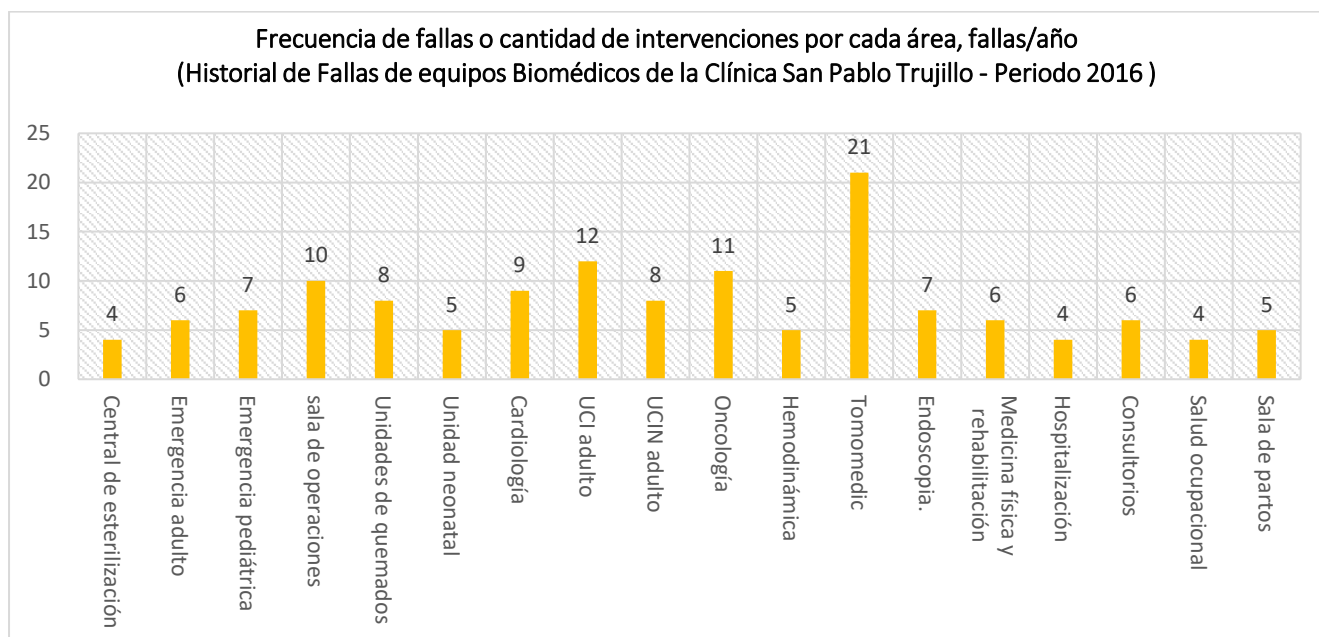


Figura 07: cantidad de fallas por cada área.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, la cantidad de intervenciones en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de 4 – 21 fallas/año, con un total de 138 fallas/año, donde se consideran los mayores cantidades de fallas en las áreas más relevantes; Tomomedic con 21 fallas/año, UCI Adulto con 12 fallas/año, Oncología con 11 fallas/año, Sala de Operaciones con 10 fallas/año, Cardiología con 9 fallas/año, UCIN Adulto con 8 fallas/año, Unidades de quemados con 8 fallas/año, Emergencia Pediátrica con 7 fallas/año, Endoscopia con 7 fallas/año; estas cantidades de intervenciones son elevadas considerando una acumulación de fallas para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área; esto indica una gestión correctiva, no considerando una gestión de mantenimiento preventivo.

c. Tiempo total programado por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016

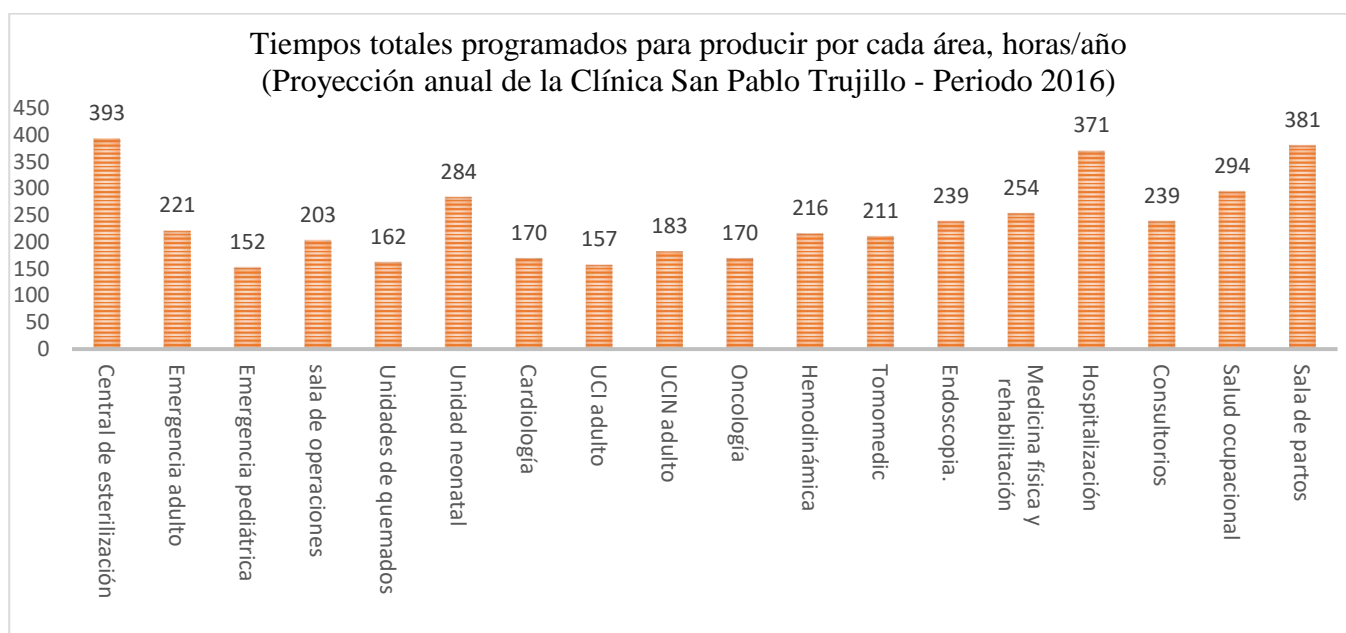


Figura 08: Tiempo total programado en el año 2016 por cada área.

Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

En la situación actual de mantenimiento de equipos, los tiempos totales programados en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de intervenciones de 152 – 393 Hrs/año, con un total de 4300 Hrs/año; siendo los mayores Tiempos Totales programados: Central de Esterilización con 393 Hrs/año, Sala de Partos con 381 Hrs/año, Hospitalización con 371 Hrs/año, Salud Ocupacional con 294 Hrs/año, Unidad Neonatal con 284 Hrs/año, Medicina Física y Rehabilitación con 254 Hrs/año, Endoscopia con 239 Hrs/año, Consultorios con 239 Hrs/año, Emergencia Adulto con 221 Hrs/año, Hemodinámica con 216 Hrs/año, Tomomedic con 211 Hrs/año, Sala de Operaciones con 203 Hrs/año; estos tiempos programados son establecidos considerando la operatividad de los equipos biomédicos en cada área, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

d. Tiempo útil de operación o tiempo entre fallas por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016

Según la formulación: TEF (tiempo entre fallas) = TTP (tiempo total programado) - TPR (Tiempo para reparar)

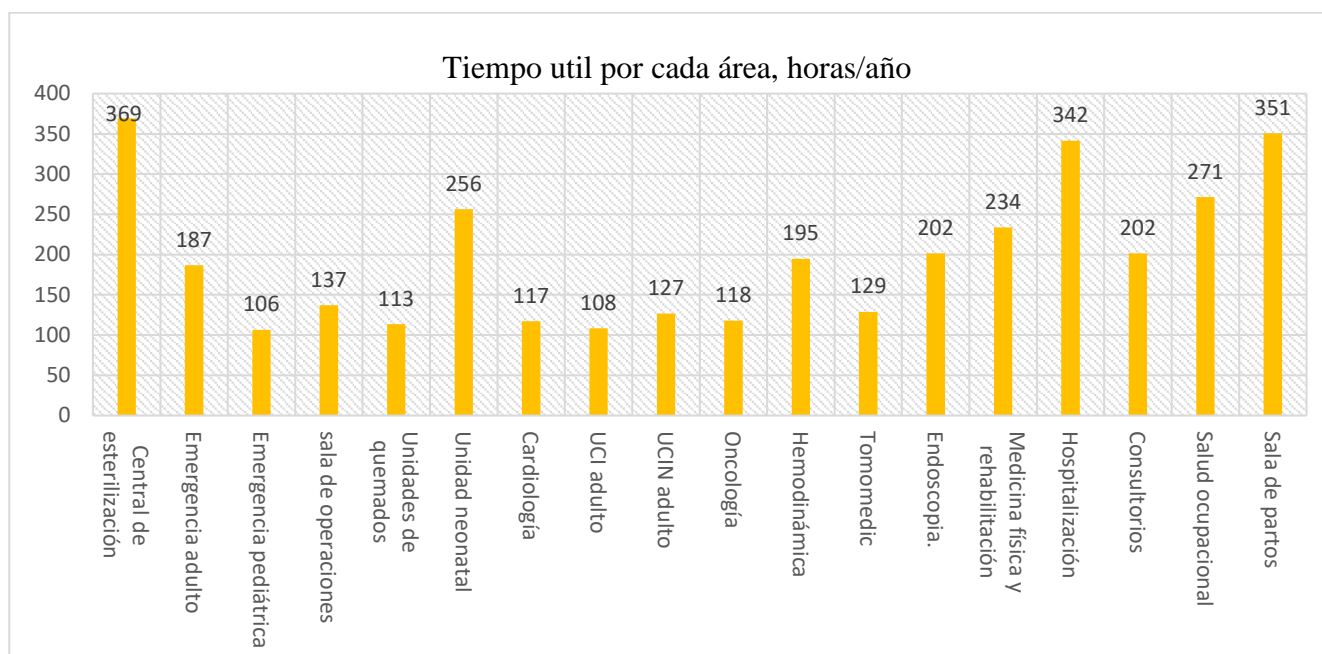


Figura 09: Tiempo útil de operación por cada área.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, los Tiempos entre fallas en las áreas correspondientes se encuentran en un intervalo de intervenciones de 106 – 369 Hrs/año, con un total de 3564 Hrs/año, donde se consideran los mayores Tiempos entre fallas en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 369 Hrs/año, Sala de Partos con 351 Hrs/año, Hospitalización con 342 Hrs/año, Salud Ocupacional con 271 Hrs/año, Unidad Neonatal con 256 Hrs/año, Medicina Física y Rehabilitación con 234 Hrs/año, Endoscopia con 202 Hrs/año, Consultorios con 202 Hrs/año, Hemodinámica con 195 Hrs/año, Emergencia Adulto con 187 Hrs/año; estos tiempos entre fallas indican el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos biomédicos en cada área, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

- e. Tiempo medio entre fallas por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2016.

Según la formulación:  $TMEF = TEF/i$ , i: número de intervenciones o fallas

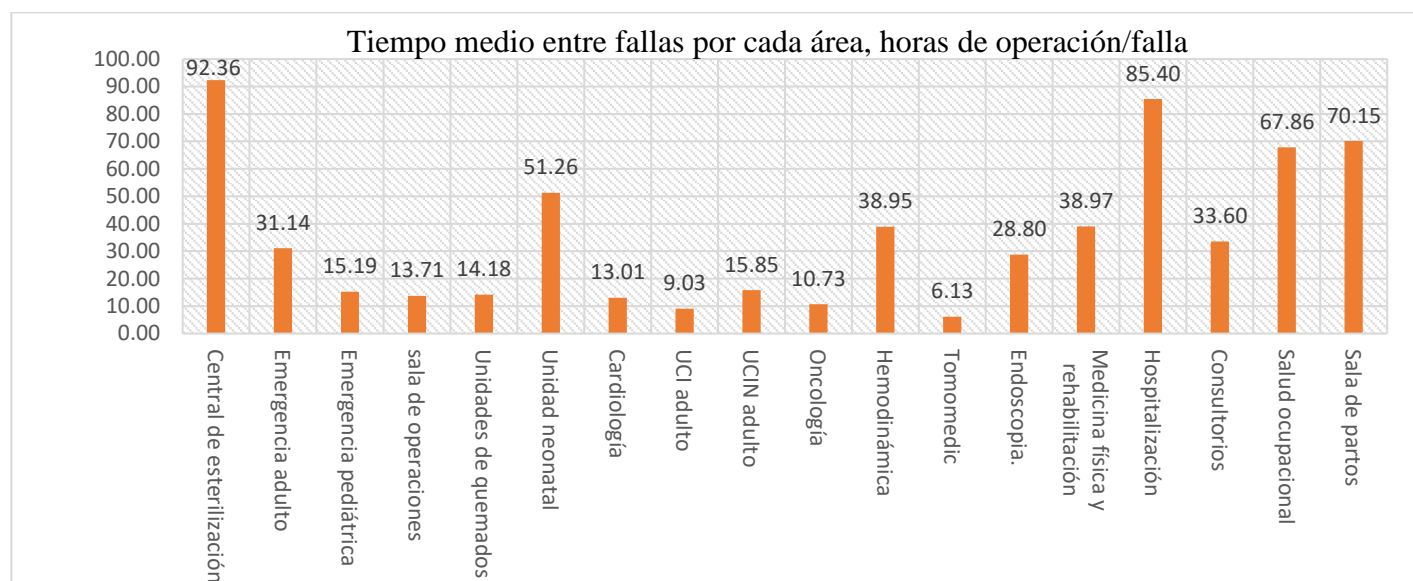


Figura 10: Tiempos medios entre fallas.

Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, los Tiempos medios entre fallas en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de TMEF de 6.13 – 92.36 Hrs/año. Se presentan los Tiempos medios entre fallas en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 92.36 Hrs/año, Hospitalización con 85.40 Hrs/año, Sala de Partos con 70.15 Hrs/año, Salud Ocupacional con 67.86 Hrs/año, Unidad Neonatal con 51.26 Hrs/año, Medicina Física y Rehabilitación con 38.97 Hrs/año, Hemodinámica con 38.95 Hrs/año, Consultorios con 33.60 Hrs/año, Emergencia Adulto con 31.14 Hrs/año, Endoscopia con 28.80 Hrs/año; estos tiempos medios entre fallas indican el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos biomédicos en cada área, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

f. Tiempo medio para reparar por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2016.

Según la formulación:  $TMPR = TPR/i$ , i: número de intervenciones o fallas

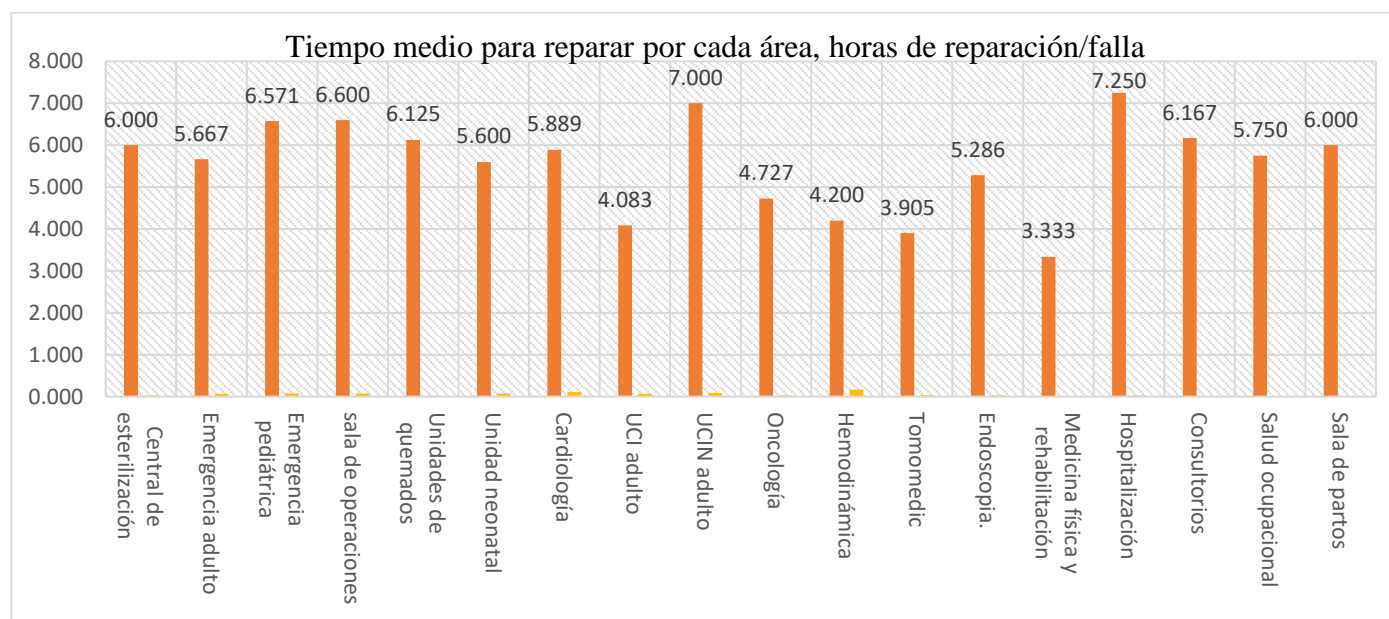


Figura 11: Tiempos medios para reparar.

Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, los tiempos medios para reparar en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de TMPR de 3.33 – 7.25 Hrs/año. Se presentan los Tiempos medios para reparar en las áreas más relevantes; Hospitalización con 7.25 Hrs/año, UCIN Adulto con 7.00 Hrs/año, Sala de Operaciones con 6.60 Hrs/año, Emergencia Pediátrica con 6.57 Hrs/año, Consultorios con 6.167 Hrs/año, Unidades de Quemados con 6.125 Hrs/año, Central de Esterilización con 6.00 Hrs/año, Cardiología con 5.889 Hrs/año, Salud Ocupacional con 5.750 Hrs/año, Emergencia Adulto con 5.667 Hrs/año, Unidad Neonatal con 5.60 Hrs/año, Endoscopia con 5.286 Hrs/año; estos tiempos medios para reparar indican el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos biomédicos en cada área, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

g. Tasa de fallas por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016.

Según la formulación:  $\lambda=1/\text{TMEF}$  (fallas/horas de operación):

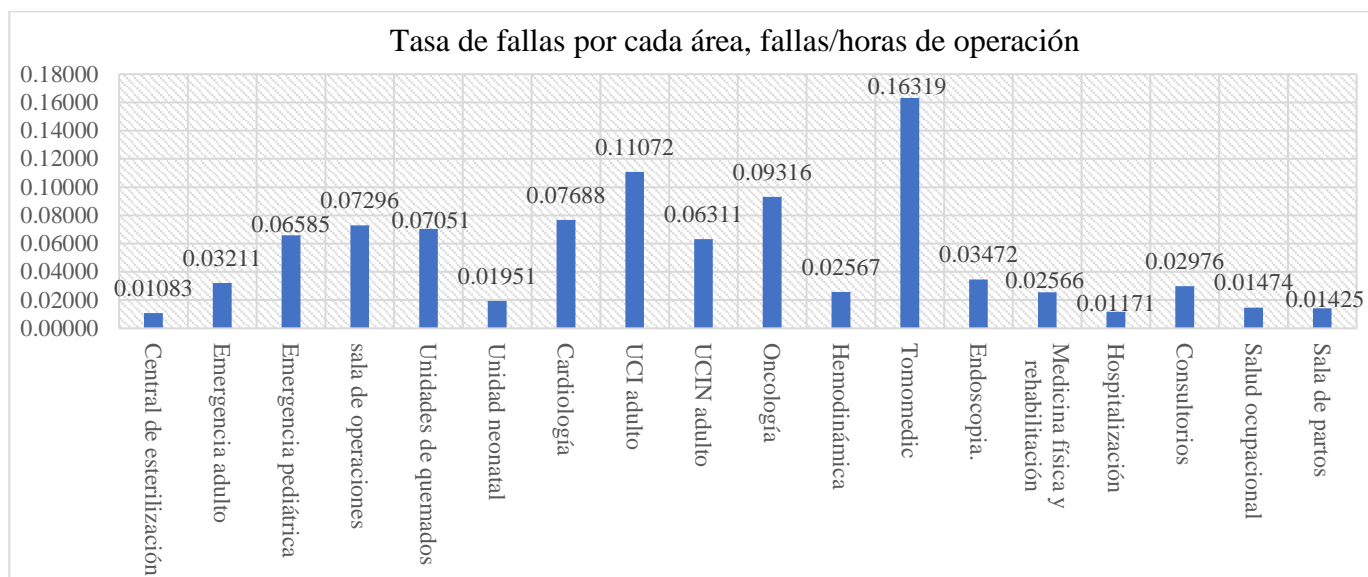


Figura 12: Tasa de fallas.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, la tasa de fallas se encuentra en un intervalo de 0.16319 – 0.01083 fallas/hora. Se presentan las tasas de fallas en las áreas más relevantes; Tomomedic con 0.16319 fallas/hora, UCI Adulto con 0.11072 fallas/hora, Oncología con 0.09316 fallas/hora, Cardiología con 0.07688 fallas/hora, Sala de Operaciones con 0.07296 fallas/hora, Unidades de Quemados con 0.07051 fallas/hora, Emergencia pediátrica con 0.06585 fallas/hora, UCIN Adulto con 0.06311 fallas/hora, Endoscopia con 0.03472 fallas/hora, Emergencia Adulto con 0.03211 fallas/hora, Consultorios con 0.02976 fallas/hora; las tasas de fallas indican la probabilidad por falla en hora, se considera el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos biomédicos en cada área, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

h. Tasa de reparaciones por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2016.

Según la formulación:  $\mu=1/\text{TMPR}$  (fallas/horas de reparación)

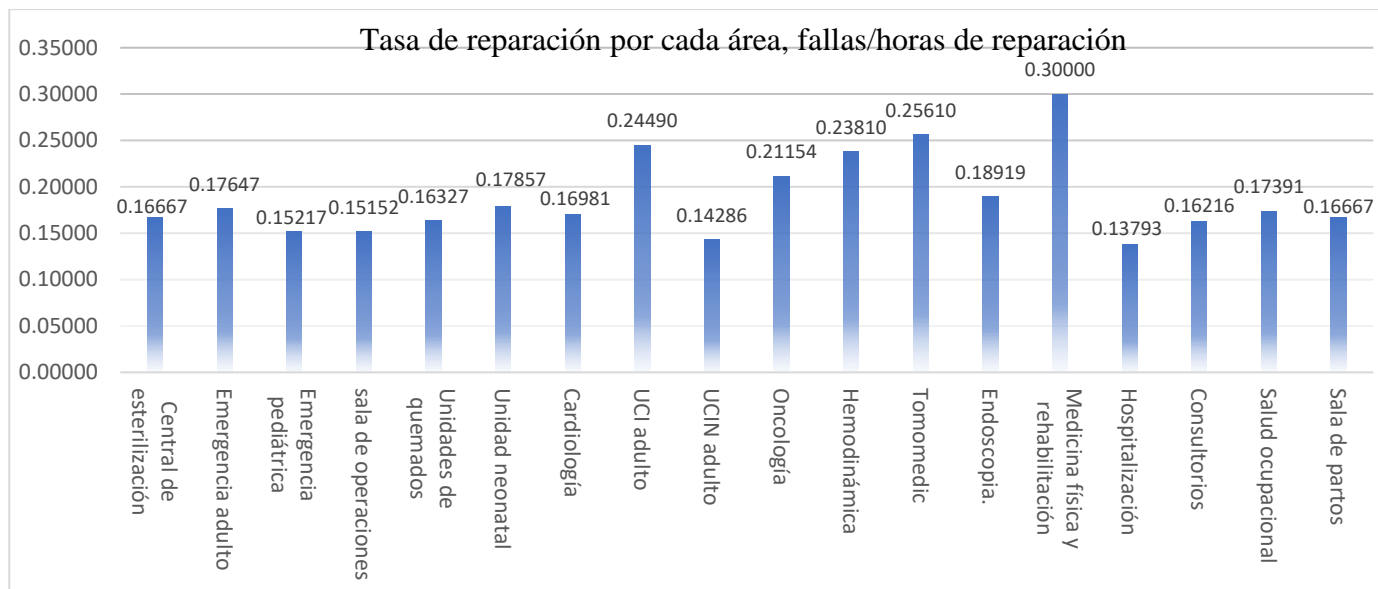


Figura 13: Tasa de reparaciones

Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos, las tasas de reparaciones se encuentran en un intervalo de 0.13793 – 0.30000 fallas/hora. Se presentan las tasas de reparaciones en las áreas más relevantes: Medicina Física y Rehabilitación con 0.30000 fallas/hora, Tomomedic con 0.25610 fallas/hora, UCI Adulto con 0.24490 fallas/hora, Hemodinámica con 0.23810 fallas/hora, Oncología con 0.21154 fallas/hora, Endoscopia con 0.18919 fallas/hora, Unidad Neonatal con 0.17857 fallas/hora, Emergencia Adulto con 0.17647 fallas/hora, Sala de Partos con 0.16667 fallas/hora, Central de Esterilización con 0.16667 fallas/hora; las tasas de reparaciones indican la probabilidad por reparación en hora, se considera el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos biomédicos en cada área, sin un sistema de gestión de mantenimiento.



## 4.2.DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO ACTUALES POR CADA ÁREA DE LA CLÍNICA SAN PABLO TRUJILLO.

a) Disponibilidad:  $D(t) = \left( \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \right) * 100$

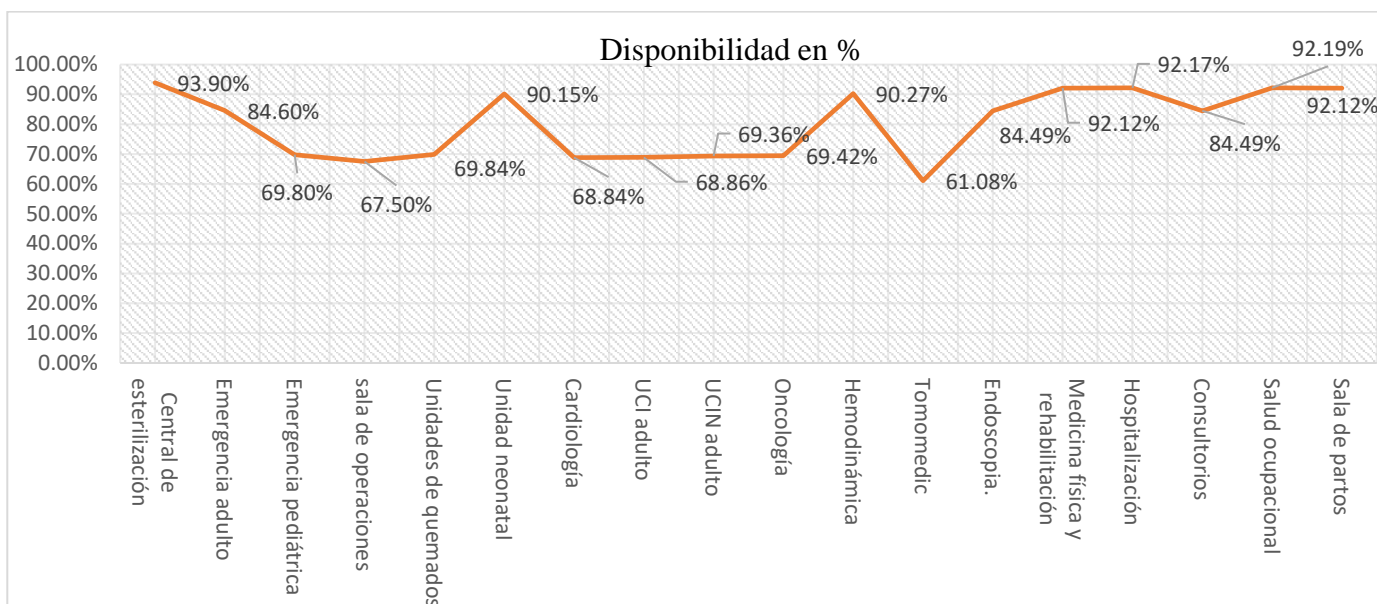


Figura 14: Disponibilidad por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, se determinó el indicador de mantenimiento de disponibilidad en todas las áreas correspondientes, donde existe un intervalo de 61.08% – 93.90%. Se presentan los indicadores de disponibilidad en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 93.90%, Salud Ocupacional con 92.19%, Hospitalización con 92.17%, Sala de Partos con 92.12%, Medicina Física y Rehabilitación con 92.12%, Hemodinámica con 90.27%, Unidad Neonatal con 90.15%, Emergencia Adulto con 84.60%, Consultorios con 84.49%, Endoscopia con 84.49%, Unidades de Quemados con 69.84%, Emergencia Pediátrica con 69.80%, Oncología con 69.42%, UCIN Adulto con 69.36%; los indicadores de disponibilidad por área, indican la disponibilidad del mantenimiento de equipos biomédicos en cada área, donde se considera el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

b) Confiabilidad operacional actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016:

$$C(t) = \left( e^{\frac{-\lambda * TTP}{100}} \right) * 100\%$$

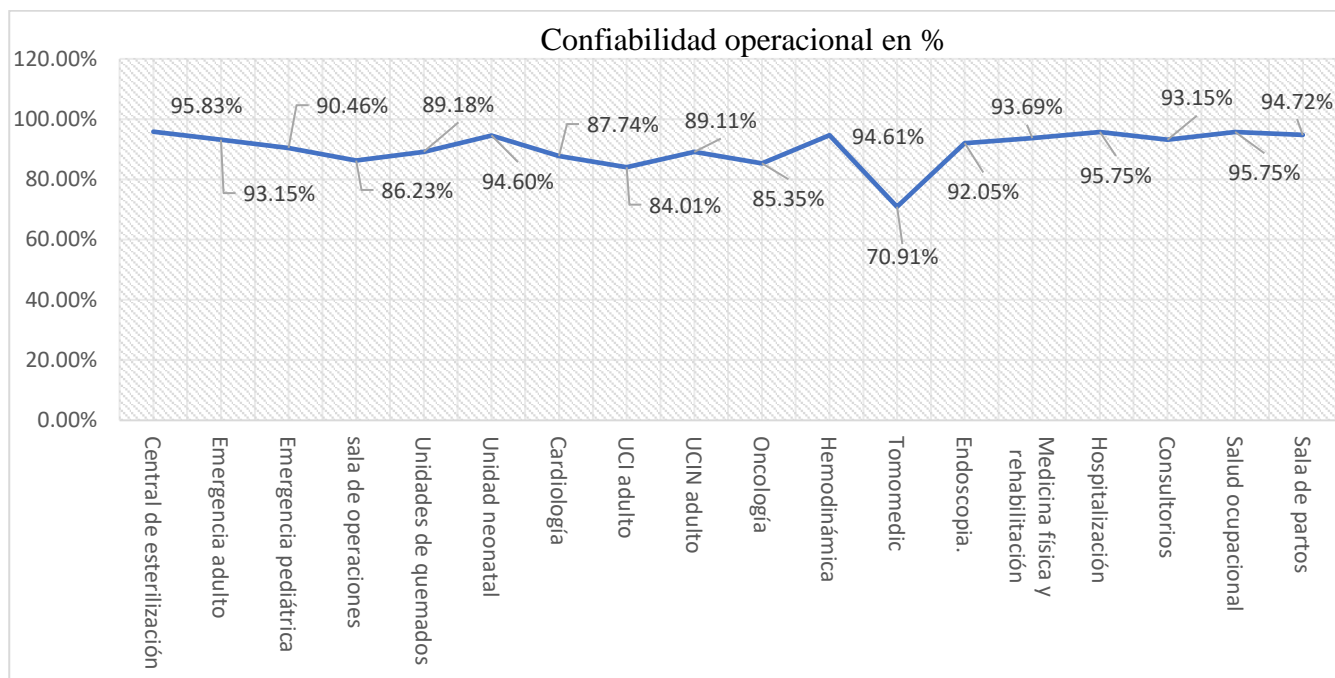


Figura 15: Confiabilidad operacional actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, se determinó el indicador de mantenimiento de confiabilidad en todas las áreas correspondientes, donde existe un intervalo de 70.91% – 95.75%. Se presentan los indicadores de confiabilidad en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 95.83%, Salud Ocupacional con 95.75%, Hospitalización con 95.75%, Sala de Partos con 94.72%, Hemodinámica con 94.61%, Unidad Neonatal con 94.60%, Medicina Física y Rehabilitación con 93.69%, Emergencia Adulto con 93.15%, Consultorios con 93.15%, Endoscopia con 92.05%, Emergencia Pediátrica con 90.46%, Unidades de Quemados con 89.18%, UCIN Adulto con 89.11%; los indicadores de confiabilidad por área, indican la confiabilidad del mantenimiento de equipos biomédicos en cada área, donde se considera el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

c) Mantenibilidad actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016:

$$M(t) = \left(1 - e^{\frac{-\mu * TTP}{100}}\right) * 100\%$$

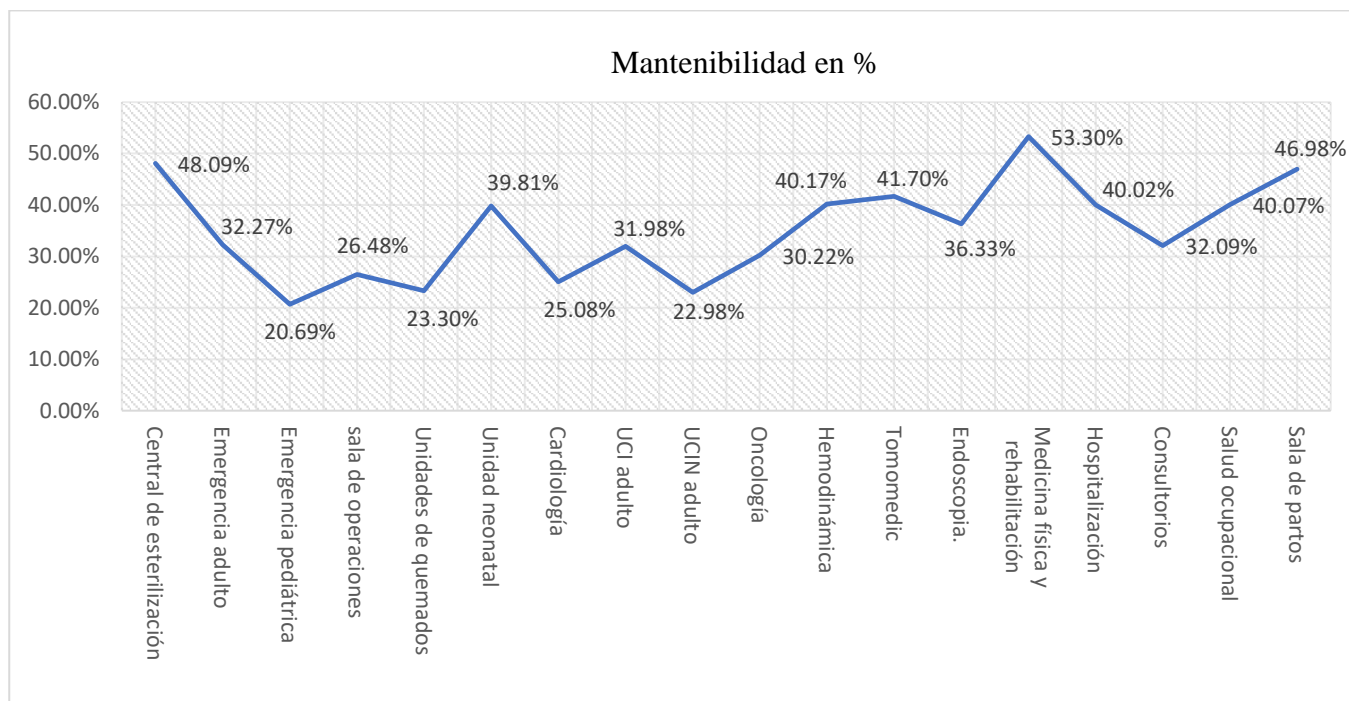


Figura 16: Mantenibilidad actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.

Fuente: Elaboración Propia.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, se determinó el indicador de mantenimiento de mantenibilidad en todas las áreas correspondientes, donde existe un intervalo de 20.69% – 53.30%. Se presentan los indicadores de mantenibilidad en las áreas más relevantes; Medicina Física y Rehabilitación con 53.30%, Central de Esterilización con 48.09%, Sala de partos con 46.98%, Tomomedic con 41.70%, Hemodinámica con 40.17%, Salud Ocupacional con 40.07%, Hospitalización con 40.02%, Unidad Neonatal con 39.81%, Endoscopia con 36.33%, Emergencia Adulto con 32.27%, Consultorios con 32.09%, UCI Adulto con 31.98%; los indicadores de mantenibilidad por área, indican la mantenibilidad del mantenimiento de equipos biomédicos en cada área, donde se considera el mantenimiento correspondiente para la operatividad de los equipos, sin un sistema de gestión de mantenimiento.

### 4.3.COSTOS ACTUALES EN PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN POR SERVICIO:

a) Costos en pérdidas por frecuencia de intervenciones por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016:

$$CPFI = C_{\text{central esterilización}} + \dots + C_{\text{Sala partos}} = 254,240.00 \text{ S./año}$$

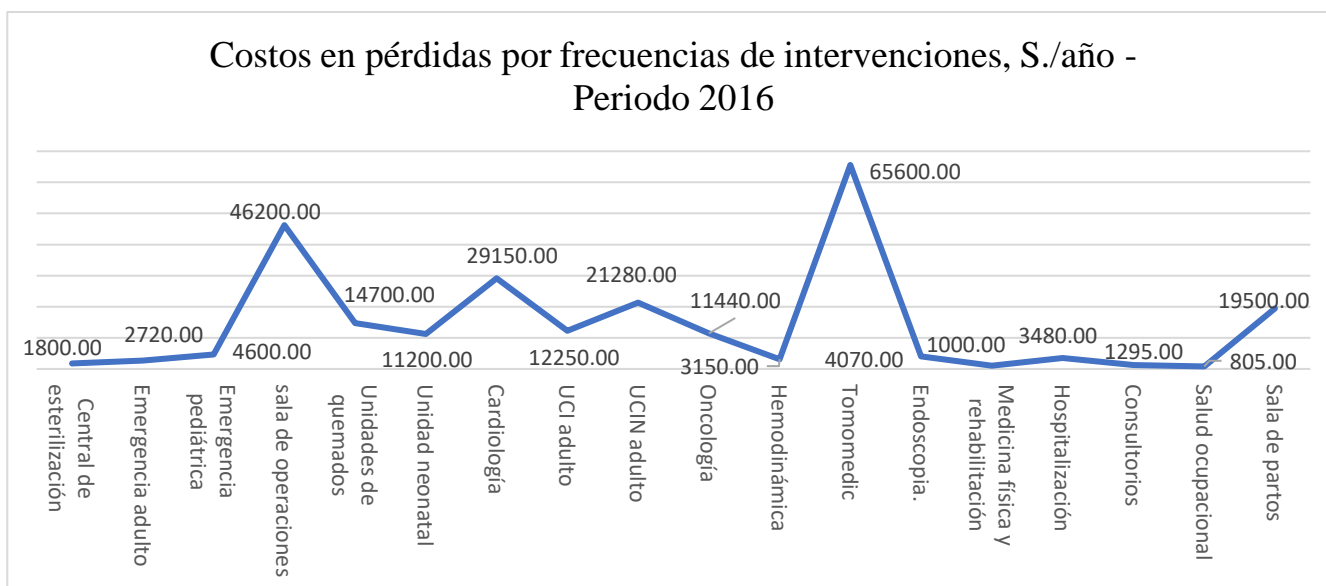


Figura 17: Costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

En la situación actual de mantenimiento de equipos del año 2016, se indica los costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de S/. 254,240. Se presentan los Costos en pérdidas por frecuencias en las áreas más relevantes; Tomomedic con S/. 65,600.00, Sala de Operaciones con S/. 46,200.00, Cardiología con S/. 29,150.00, UCIN Adulto con S/. 21,280.00, Sala de Partos con S/. 19,500.00, Unidades de Quemados con S/. 14,700.00, UCI Adulto con S/. 12,250.00, Oncología con S/. 11,440.00, Unidad Neonatal con S/. 11,200.00, Emergencia Pediátrica con S/. 4,600.00, Endoscopia con S/. 4,070.00, Hospitalización con S/. 3,480.00, los costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones por área, indican la pérdida expresada en Soles (S/.), por las intervenciones de equipos biomédicos en cada área.

b) Costos en mano de obra por frecuencia de intervenciones por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016:

$$CMOFI = C_{\text{central esterilización}} + \dots + C_{\text{sala partos}} = 37,625.00 \text{ S./año}$$

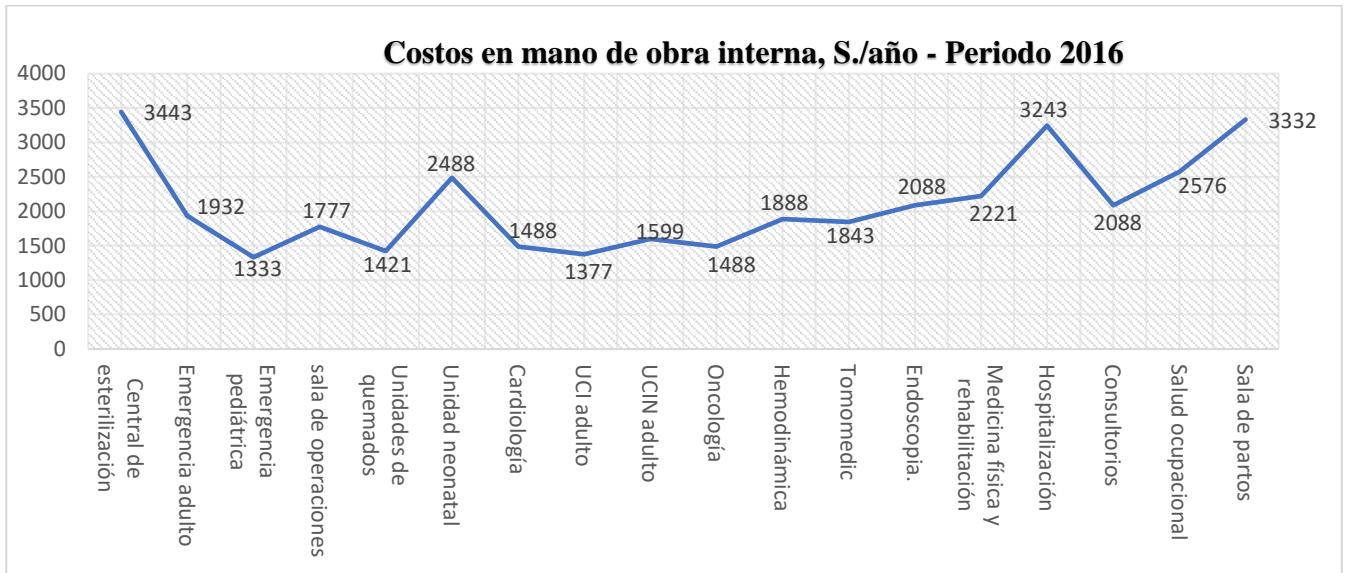


Figura 18: Costos en mano de obra por frecuencias de intervenciones.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

c) Costos en repuestos en la frecuencia de intervención por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2016: CRFI =  $C_{\text{central esterilización}} + \dots + C_{\text{sala partos}} = 81872.74 \text{ S./año}$



Figura 19: Costos en repuestos en frecuencias de intervenciones.

Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

- Costo neto por pérdidas de producción actualmente en la Clínica San Pablo Trujillo

$$\text{CNPP} = \text{CPFI} + \text{CMOFI} + \text{CRFI}$$

$$\text{CNPP} = (254240.00 + 37,625.00 + 81872.74) \text{ S. /año}$$

$$\text{CNPP} = 373,737.74 \text{ S. /año}$$

#### 4.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD:

##### 4.4.1. Análisis de criticidad por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo

Metodología basada en la utilización: Formulas 03 y 04; Tablas 07 y 08

Tabla 10. Criterios del análisis de criticidad.

CUADRO DE CRITICIDAD DEL PERIODO 2016						
Área	Frecuencia de fallas, FF	Impacto en la producción, IP	Daños a las instalaciones o equipos, DI	Daños al personal, DA	Impacto a la población, IPO	Impacto al ambiente, IA
Central de esterilización	2	2	4	1	1	1
Emergencia adulta	3	2	4	1	1	1
Emergencia pediátrica	3	2	2	1	1	1
sala de operaciones	3	4	4	1	5	1
Unidades de quemados	3	3	3	1	4	1
Unidad neonatal	2	3	3	1	1	1
Cardiología	3	4	4	1	4	1
UCI adulto	3	3	3	1	1	1
UCIN adulto	3	4	3	1	4	1
Oncología	3	3	3	1	4	1
Hemodinámica	3	2	2	1	1	1
Tomomedic	3	5	5	1	5	1
Endoscopia	3	2	3	1	1	1
Medicina física y rehabilitación	3	2	2	1	1	1
Hospitalización	2	2	3	1	1	1
Consultorios	3	2	2	1	1	1
Salud ocupacional	2	2	2	1	1	1
Sala de partos	2	4	4	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Utilizando la fórmula 03 de criticidad y la figura 02 matriz de criticidad.

Tabla 11. Consecuencia, criticidad y clasificación

Área	Consecuencia $CO=IP*DI*DA*IPO*IA$	Criticidad $C=FF*CO$	Clasificación (Matriz de criticidad)
Central de esterilización	8	16	NO CRITICO
Emergencia adulta	8	24	NO CRITICO
Emergencia pediátrica	4	12	NO CRITICO
sala de operaciones	80	240	CRITICO
Unidades de quemados	36	108	CRITICO
Unidad neonatal	9	18	NO CRITICO
Cardiología	64	192	CRITICO
UCI adulto	9	27	NO CRITICO
UCIN adulto	48	144	CRITICO
Oncología	36	108	CRITICO
Hemodinámica	4	12	NO CRITICO
Tomomedic	125	375	CRITICO
Endoscopia	6	18	NO CRITICO
Medicina física y rehabilitación	4	12	NO CRITICO
Hospitalización	6	12	NO CRITICO
Consultorios	4	12	NO CRITICO
Salud ocupacional	4	8	NO CRITICO
Sala de partos	16	32	SEMI-CRITICO

Fuente: Elaboración Propia.

**Comentario:** Finalmente el presente estudio se basará, en encontrar una solución eficiente mediante la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo a los equipos biomédicos solo de las áreas críticas de la Clínica San Pablo Trujillo. Debido a que tienen los indicadores de mantenimiento más críticos y representan a través de sus fallas, las mayores pérdidas de producción.

En la figura 20, se muestran los resultados del análisis de criticidad por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo

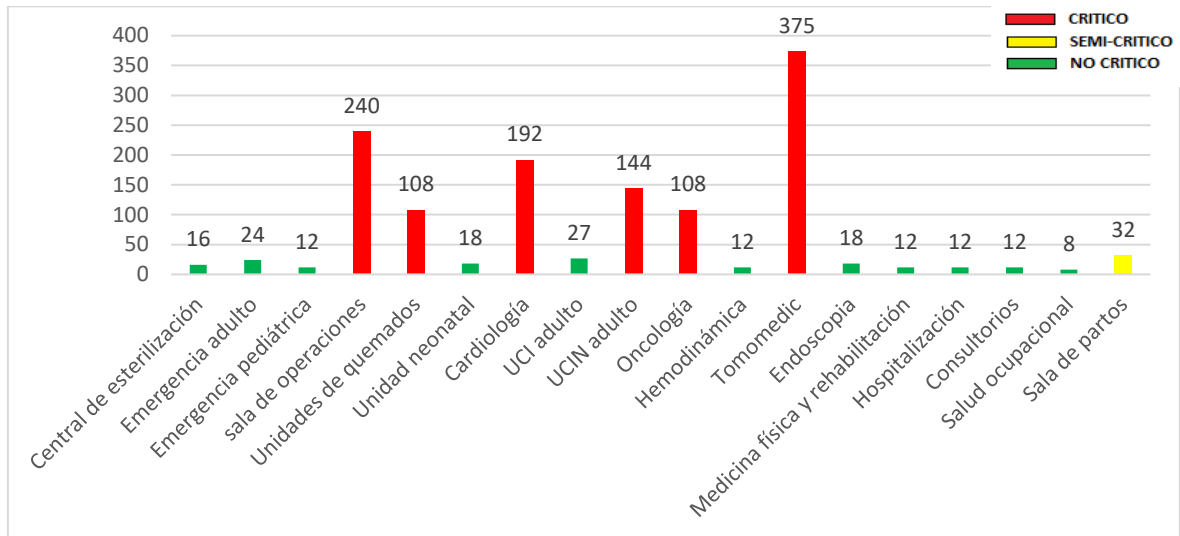


Figura 20: Clasificación de los equipos biomédicos según son las áreas de la Clínica San Pablo Trujillo.  
Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, las fallas por cada área, se representan en la tabla 12, las cuales serán evaluadas mediante la metodología AMEF, para la propuesta del sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad, validado mediante encuestas y procedimientos. ( Revisar Anexo A5).

Tabla 12: Análisis de las fallas en las áreas críticas de la Clínica San Pablo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS CRITICAS
F1	Falta de sistema interlock para arranque automático del Generador
F2	Manguera del sistema de ventilación picada
F3	Pulsador de pedal desgastado no realiza contacto
F4	Módulo de led mal posicionado
F5	Bomba hidráulica por baja presión en descarga
F6	Sensor de saturación (spo2), desgastado
F7	Sistema de vacío obstruido
F8	Desconexión del Alternador
F9	Cables sulfatados
F10	Transductores desgastados
F11	Corto circuito en los cables de acometida
F12	Brazaletes desgastados
F13	Cable ramal roto internamente
F14	Desgaste de los switches de control
F15	Tarjeta electrónica deteriorada
F16	Desgaste del filamento del tubo de rayos x
F17	Potenciómetros desgastados
F18	Fusible quemado por pico de voltaje elevado

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.5.APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLOS.

- A continuación, se desarrollan las AMEF para cada falla crítica de cada área de servicios, a través de la elaboración de las hojas de información y decisiones.

Tabla 12: Hoja de información de la unidad de Sala de Operaciones

HOJA DE INFORMACION RCM		UNIDAD: Sala de Operaciones		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja 1/1
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
F1	Proveer la fuente de energía para arrancar los equipos y suplir los requerimientos eléctricos de éste.	Incapaz de suministrar energía.	Falta de sistema interlock para arranque automático del Generador	Dependiendo del grado de atención que se está dando, es posible que no alcancen a poder arrancar en forma manual el Generador Eléctrico para Sala de Operaciones y la consecuencia es fatal.		
F2	Ventilar al paciente sedado	Incapacidad para ventilar	Manguera del sistema de ventilación picada	Incapas de ventilar al paciente por lo tanto el equipo no estaría disponible para atención al paciente sedado.		
F3	Cauterizar los cortes de piel	Incapaz de cauterizar	Pulsador de pedal desgastado no realiza contacto	No se realiza el corte a la piel por los tanto no sería confiable utilizarlo durante las cirugías		
F4	Iluminación localizada durante la cirugía	Falta de concentración de luz	Módulo de led mal posicionado	Tendríamos una mala concentración de luz durante las cirugías por lo tanto no se visualizaría eficientemente la zona a tratar.		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13: Hoja de información de la sección de Unidad de Quemados

HOJA DE INFORMACION RCM		UNIDAD: Quemados		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja 1/1
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
F5	Transferir el oxígeno desde el stock hacia los filtros	Incapaz de transferir el oxígeno o lo hace a una presión inferior a 52 psi.	Bomba hidráulica por baja presión en descarga	Pobre circulación de oxígeno y presión baja de este. Reemplace o repare la bomba.		
F6	Monitorizar los signos vitales del paciente	No se visualizan los signos vitales	Sensor de saturación (spo2), desgastado	No controla la saturación de oxígeno dando una medida errónea		
F7	Succionar fluidos producidos en una cirugía o paciente	Succión deficiente	Sistema de vacío obstruido	Se perderá potencia para la succión del fluido, por lo tanto, no es recomendable para utilizar.		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14: Hoja de información de la sección: Cardiología

HOJA DE INFORMACION RCM		UNIDAD: Cardiología		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja 1/2
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
F8	Aumenta el ritmo cardiaco para obtener un mejor diagnóstico del ecocardiograma	La unidad del regulador del voltaje defectuoso o mal ajustado	Fuente desconectada	Fuente de poder en falso contacto		
F9	Mide la respuesta cardiaca por efecto del ejercicio realizado	Falsa medida cardiaca	Cables sulfatados	No visualizara el ritmo cardiaco, de la misma forma los datos serian erróneos.		
F10	Diagnostica por ultrasonido anomalías cardiacas y lesiones en el corazón que se pueden visualizar mediante imágenes	No se visualizan las anomalías	Transductores desgastados	Las imágenes salen cortadas y no permite tener un buen diagnostico		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15: Continuación de hoja de información de la sección UCIN-Adulto

HOJA DE INFORMACION RCM		UNIDAD: UCIN - Adulto		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja 2/2
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
F11	Es una unidad que utiliza equipos de control de pacientes que fueron trasladados de U.C.I.	Desconexión de los equipos de monitoreo cardiaco	Corto circuito en los cables de acometida	Pérdida de historial de parámetros de control de los pacientes.		
F12	Monitorizar los signos vitales	No se visualizan los signos vitales, no se visualiza la presión no invasiva	Brazalete desgastado	Datos erróneos en la toma de presión no invasiva del paciente.		
F13	Diagnosticar la frecuencia cardiaca del corazón pre operatoria	No se visualizan las derivadas	Cable ramal roto internamente	No se visualizará la onda que representan la frecuencia cardiaca		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16: Hoja de información de la sección: Oncología

HOJA DE INFORMACION RCM		UNIDAD: Oncología		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja 1/1
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
F14	Unidad donde se establece el control de los pacientes con cáncer.	No hay conexión entre la llave general de energía y el sistema de salvamento de insuficiencia respiratoria.	Desgaste de los switchs de control	Pérdida de fuerza en el accionamiento de los pistones para el sistema neumático.		
F15	Monitorea la saturación de oxígeno al apaciente	No se visualiza las pulsaciones	Tarjeta electrónica deteriorada	No se visualizará los datos de la frecuencia y saturación de oxígeno.		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17: Hoja de información de la sección: Unidad Tomomedic

HOJA DE INFORMACION RCM		UNIDAD: Tomomedic		INGENIERO SUPERVISOR	FECHA	Hoja 1/1
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA		
F16	Toma de placas radio graficas	No toma placas	Desgaste del filamento del tubo de rayos x	Al estar quemado el tubo o termite generar el rayo para tomar las placas		
F17	Tomar placas radio graficas de las glándulas mamarias	No toma placas	Potenciómetros desgastados	Variación en los datos de desplazamiento sacándolo fuera de rango de los límites de funcionamiento, de rotación y angulación.		
F18	Diagnóstico y de tratamiento de anomalías en arterias	No permite realizar los diagnósticos de las anomalías	Fusible quemado por pico de voltaje elevado	No permite la alimentación del generador por lo tanto el generador no permite el disparo del tubo		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18: Hoja decisión para cada falla crítica de las secciones de unidades de servicio

Fallas	Fallo	Tarea propuesta	Intervalos	Tarea
F1	Falla de sistema interlock para arranque automático del Generador	Simular apertura y cierre de control interlock, en forma manual.	Cada turno	Operador
F2	Manguera del sistema de ventilación picada	Cambiar frecuentemente este repuesto crítico y del cual depende la vida humana.	Bimensual	Ingeniero Mecánico
F3	Pulsador de pedal del cauterizador desgastado; no realiza contacto.	Verificar estado de rozamiento y/o desgaste continuamente.	Bimensual	Operador
F4	Módulo de led mal posicionado	Verificar mediante luxómetro, capacidad de iluminación del sistema de sala de operaciones.	Bimestral	Ingeniero Mecánico
F5	Bomba hidráulica por baja presión en descarga	Verificar estado de impulsor y sellos de la bomba o reemplazar la unidad completa.	Trimestral	Ingeniero Mecánico
F6	Sensor de saturación (spo2), desgastado	Hacer comprobaciones continuas de la correcta transmisión de monitoreo de pacientes. Verificar cables, enchufes y contactos.	cada turno	Operador
F7	Sistema de vacío obstruido	Revisar la correcta succión de vacío de fluidos del paciente	Cada turno	Operador
F8	Fuente desconectada.	Inspección y pruebas de encendido del equipo y mediciones de voltaje.	Quincenal	Ingeniero Mecánico
F9	Cables sulfatados de equipos de electrocardiógrafo.	Verificar estado de cables y aislamiento de los mismos.	Mensual	Técnico electricista.
F10	Transductores de equipos de imágenes cardiacas desgastados	Revisar/probar estado de los transductores. Cambiar si tuviera desgaste mínimo. Inspección visual.	Mensual	Técnico Mecánico
F11	Corto circuito en los cables de acometida de equipos de UCIN	Verificar continuamente con pirómetro y cambiar cables recalentados.	Semestral	Técnico electricista.
F12	Brazaletes desgastados en equipos de monitoreo UCIN.	Verificar continuamente el estado de brazaletes y reemplazar oportunamente.	Quincenal.	Operador
F13	Cable ramal de equipos de monitoreo pre operatorio roto internamente.	Antes de cada turno revisar la correcta transmisión de señal de los equipos y si no existe, llamar a electricista para reemplazo del cable defectuoso.	Cada turno	Operador
F14	Desgaste de los switches de control en sistema neumático de control en Oncología.	Verificar desgaste de contactores de los switches de control y reemplazarlos oportunamente.	Trimestral.	Ingeniero Mecánico-Eléctrico
F15	Tarjeta electrónica deteriorada en medidores de frecuencia y saturación de oxígeno en Oncología	Revisar y probar continuamente las tarjetas y sus contactos importantes.	200 horas	Ingeniero Electrónico
F16	Desgaste del filamento del tubo de rayos x en Tomomédic.	Verificar tubos continuamente y solicitar reemplazo en término establecido de duración indicado por fabricante.	1000 horas	Técnico Electricista.
F17	Potenciómetros desgastados	Revisar estado de transmisión de imágenes y solicitar cambio de potenciómetros en término establecido de duración por el fabricante.	Trimestral.	Operador
F18	Fusible quemado por pico de voltaje elevado	Reemplazo de fusibles. Adquirir estabilizador de voltaje.	Ocasional.	Técnico electricista.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5.1. Número de prioridad de riesgos

En la siguiente tabla, se muestran la recopilación de todas las fallas de las 18 unidades críticas de servicios de la clínica descritas líneas arriba. Para determinar los valores NPR, para cada falla involucrada en el AMEF, para ser considerada como: Inaceptable, reducción deseable y aceptable. Se tiene:

Puntajes del AMEF

NPR >200 **Inaceptable (I)**

200 > NPR < 125 **reducción deseable (R)**

125 > NPR **Aceptable**

Tabla 19. Análisis del Número de prioridad de riesgos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA CRÍTICA	G	O	D	NPR
F1	Falla de sistema interlock para arranque automático del Generador	8	7	5	280
F2	Manguera del sistema de ventilación picada	9	5	1	45
F3	Pulsador de pedal del cauterizador desgastado; no realiza contacto.	6	5	7	210
F4	Módulo de led mal posicionado	6	8	3	144
F5	Bomba hidráulica por baja presión en descarga	8	6	5	240
F6	Sensor de saturación (spo2), desgastado	5	5	5	125
F7	Sistema de vacío obstruido	8	8	5	320
F8	Desconexión del Alternador de Máquina de Ecocardiograma.	10	7	4	280
F9	Cables sulfatados de equipos de electrocardiograma.	7	4	5	140
F10	Transductores de equipos de imágenes cardiacas desgastados	5	4	8	160
F11	Corto circuito en los cables de acometida de equipos de UCIN	9	3	4	108
F12	Brazalete desgastado en equipos de monitoreo UCIN.	7	6	2	84
F13	Cable ramal de equipos de monitoreo pre operatorio roto internamente.	8	5	8	320
F14	Desgaste de los switches de control en sistema neumático de control en Oncología.	7	4	8	224
F15	Tarjeta electrónica deteriorada en medidores de frecuencia y saturación de oxígeno en Oncología	7	5	9	315
F16	Desgaste del filamento del tubo de rayos x en Tomomédic.	8	5	8	320
F17	Potenciómetros desgastados	6	3	7	126
F18	Fusible quemado por pico de voltaje elevado	9	6	3	162

Fuente: Elaboración Propia.

- Finalmente, podemos decir que 9 fallas son indeseables (50%), 6 fallas son reducibles a deseables (33%) y 3 fallas son aceptables (17%)

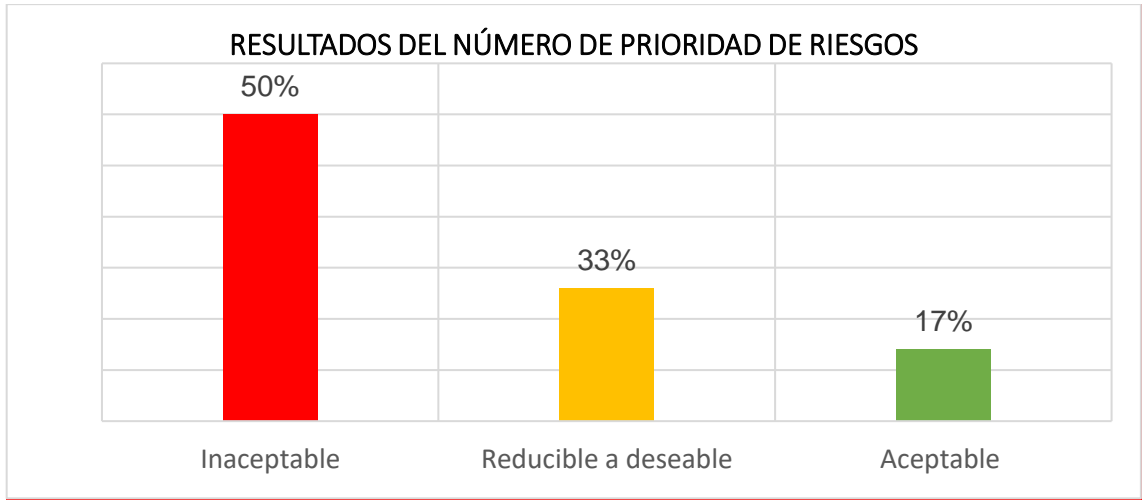


Figura 21. Clasificación de las fallas mediante el NPR  
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS CON LA APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO E INDICADORES EN CONDICIONES DE MEJORA.

##### 4.6.1. Evaluación de la situación de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo periodo 2017.

a) Frecuencias de intervenciones o tiempo para reparar en plena producción por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo:

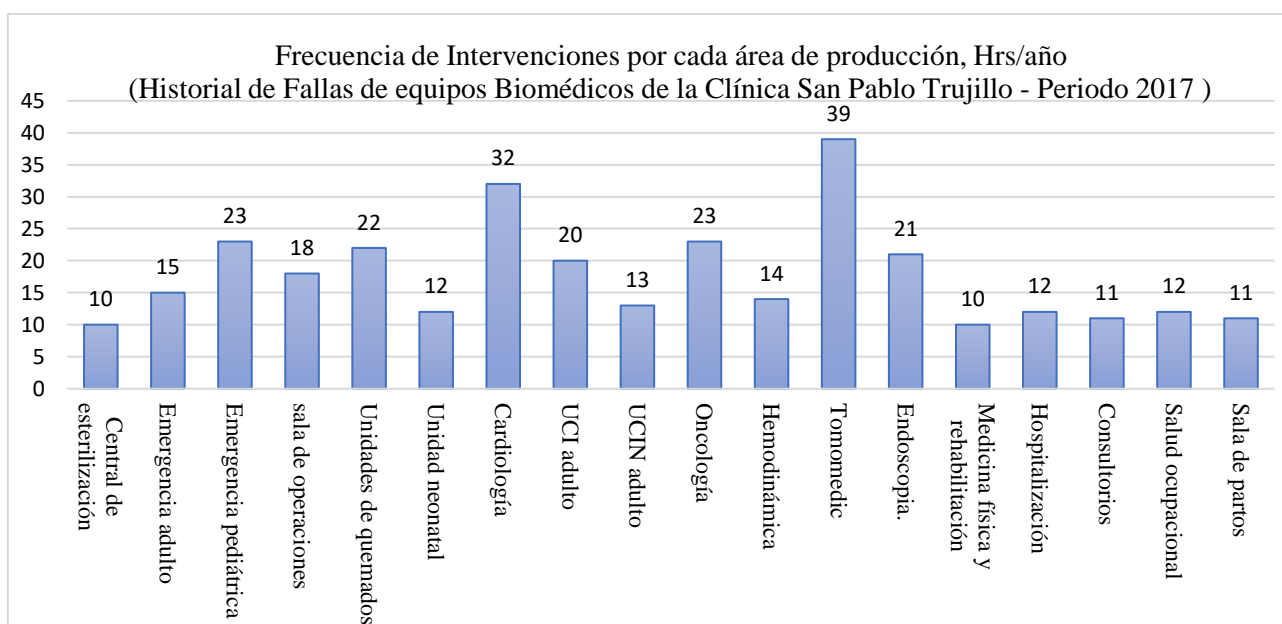


Figura 22: Tiempos perdidos por cada área.

Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, se indica los tiempos de Hrs/año de cada área, donde operan equipos biomédicos, teniendo tiempos por reparar en un intervalo de 10 – 39 Hrs/año, con un total de 318 Hrs/año, donde se consideran los tiempos de reparación más relevantes en las áreas; Tomomedic con 39 Hrs/año, Cardiología con 32 Hrs/año, Oncología con 23 Hrs/año, Emergencia Pediatría con 23 Hrs/año, Unidades de quemados 22 Hrs/año, Endoscopia con 21 Hrs/año, UCI Adulto con 20 Hrs/año, Sala de Operaciones con 18 Hrs/año, Emergencia Adulto 15 Hrs/año, Hemodinámica con 14 Hrs/año, UCIN Adulto con 13 Hrs/año, Unidad Neonatal con 12 Hrs/año; estos tiempos de reparación son resultado en la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

b) Frecuencia de fallas o cantidad de intervenciones en plena producción por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2017:

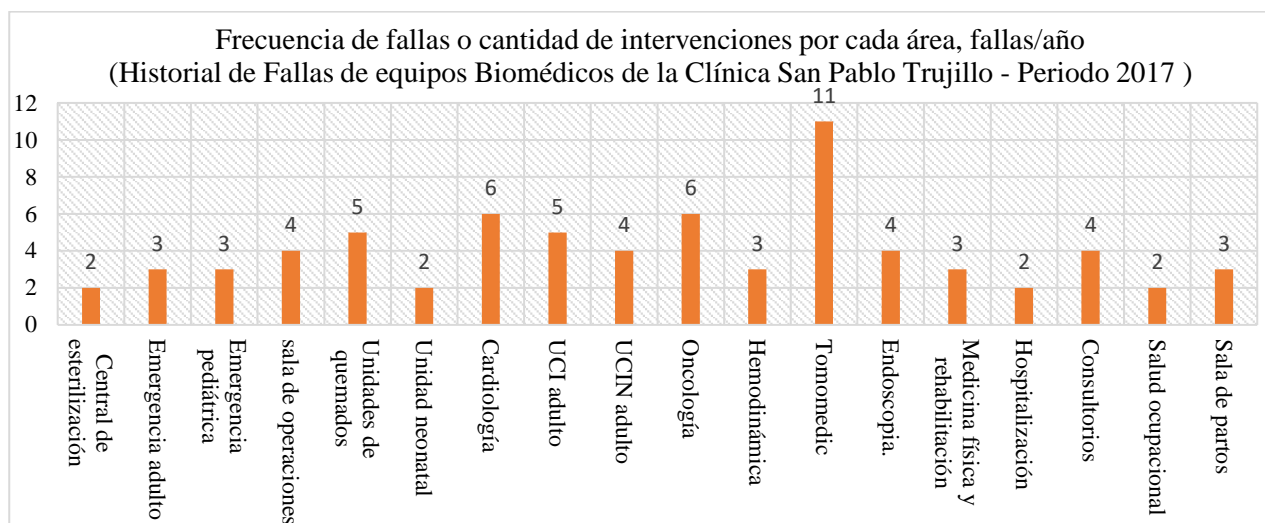


Figura 23: cantidad de fallas por cada área - 2017.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, la cantidad de intervenciones en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de 2 – 11 fallas/año, con un total de 72 fallas/año, donde se consideran los mayores cantidades de fallas en las áreas más relevantes; Tomomedic con 11 fallas/año, Oncología con 6 fallas/año, Cardiología con 6 fallas/año, UCI Adulto con 5 fallas/año, Unidades de quemados con 5 fallas/año, Sala de Operaciones con 4 fallas/año, UCIN Adulto con 4 fallas/año, Endoscopia con 4 fallas/año, Consultorios con 4 fallas/año, Emergencia Adulto con 3 fallas/año, Emergencia Pediátrica con 3 fallas/año, Hemodinámica con 3 fallas/año, Medicina Física y Rehabilitación con 3 fallas/año, Sala de Partos con 3 fallas/año, estas cantidades de intervenciones son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

c) Tiempo total programado por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2017.

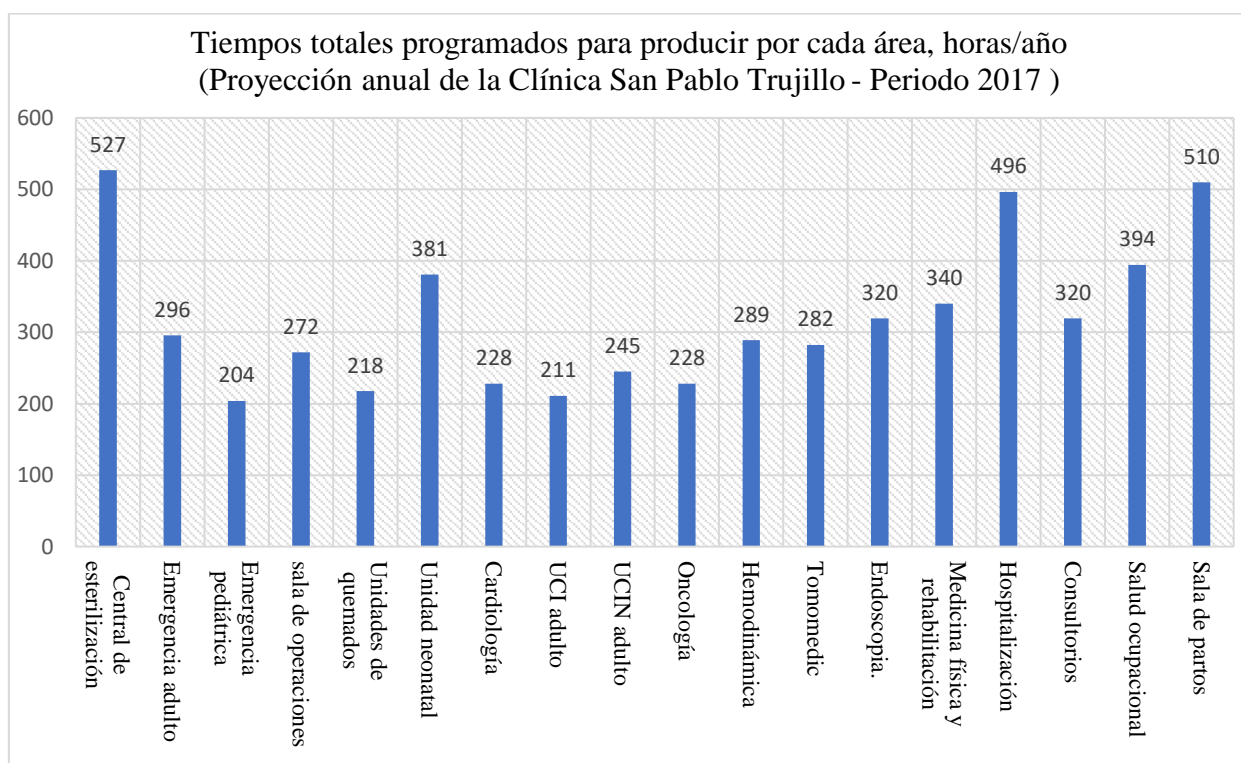


Figura 24: Tiempo total programado en el año 2017 por cada área.

Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, los Tiempos Totales programados en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de intervenciones de 204 – 527 Hrs/año, con un total de 5760 Hrs/año, donde se consideran los mayores Tiempos totales programados en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 527 Hrs/año, Sala de Partos con 510 Hrs/año, Hospitalización con 496 Hrs/año, Salud Ocupacional con 394 Hrs/año, Medicina Física y Rehabilitación con 340 Hrs/año, Endoscopia con 320 Hrs/año, Consultorios con 320 Hrs/año, Unidad Neonatal con 381 Hrs/año, Emergencia Adulto con 296 Hrs/año, Hemodinámica con 289 Hrs/año, Tomomedic con 282 Hrs/año, Sala de Operaciones con 272 Hrs/año, UCIN Adulto con 245 Hrs/año; estos tiempos programados son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.



d) Tiempo útil de operación o tiempo entre fallas por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2017.

Según la formulación: TEF (tiempo entre fallas) = TTP (tiempo total programado) - TPR (Tiempo para reparar)

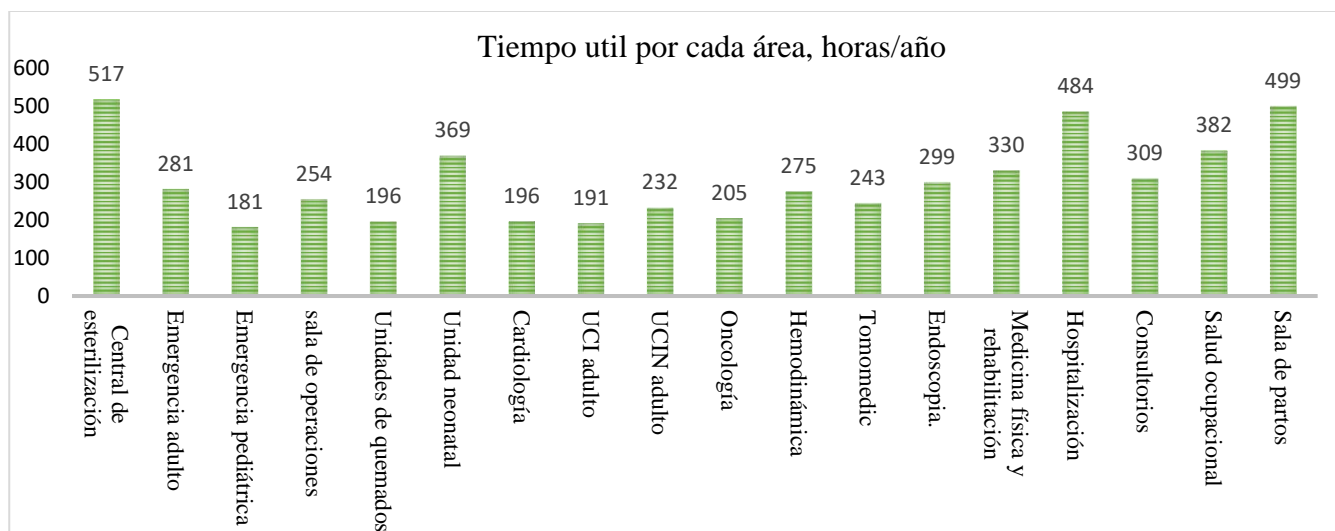


Figura 25: Tiempo útil de operación por cada área.  
Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, los Tiempos entre fallas en las áreas correspondientes se encuentran en un intervalo de intervenciones de 181 – 517 Hrs/año, con un total de 5442 Hrs/año, donde se consideran los mayores Tiempos entre fallas en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 517 Hrs/año, Sala de Partos con 499 Hrs/año, Hospitalización con 484 Hrs/año, Salud Ocupacional con 382 Hrs/año, Unidad Neonatal con 369 Hrs/año, Medicina Física y Rehabilitación con 330 Hrs/año, Consultorios con 309 Hrs/año, Endoscopia con 299 Hrs/año, Emergencia Adulto con 281 Hrs/año, Hemodinámica con 275 Hrs/año, Sala de Operaciones con 254 Hrs/año; estos tiempos entre fallas son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

e) Tiempo medio entre fallas por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2017.

Según la formulación:  $TMEF = TEF/i$ , i: número de intervenciones o fallas

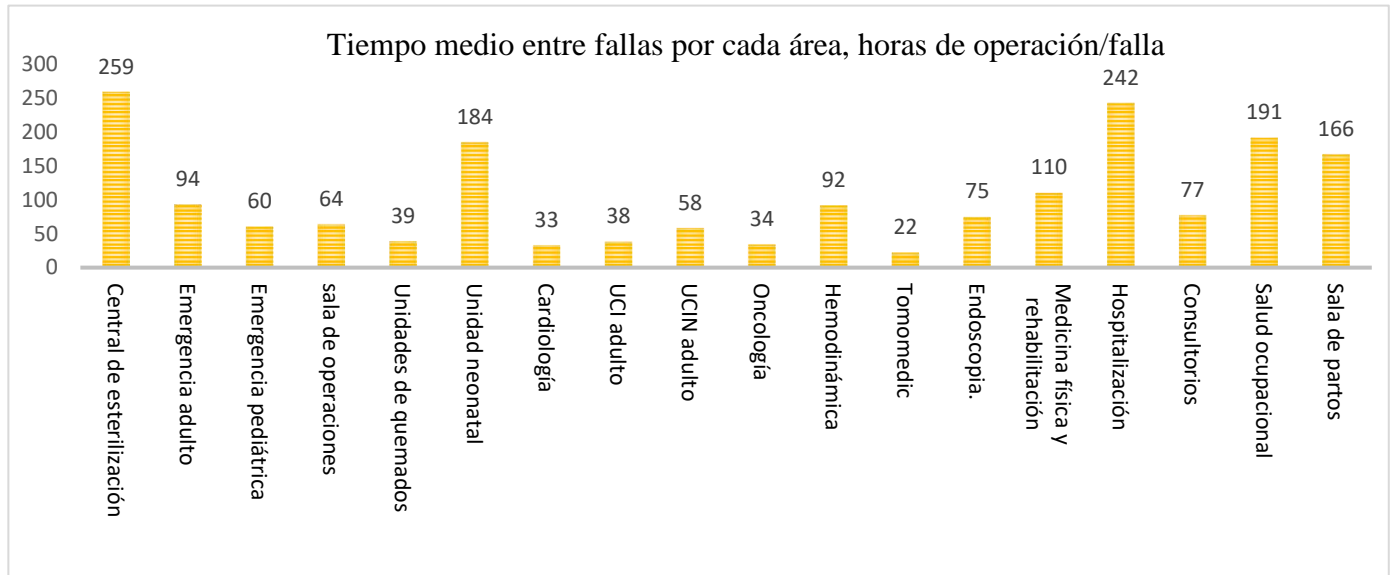


Figura 26: Tiempos medios entre fallas

Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, los Tiempos medios entre fallas en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de TMEF de 22 – 259 Hrs/año. Se presentan los Tiempos medios entre fallas en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 259 Hrs/año, Hospitalización con 242 Hrs/año, Salud Ocupacional con 191 Hrs/año, Unidad Neonatal con 184 Hrs/año, Sala de Partos con 166 Hrs/año, Medicina Física y Rehabilitación con 110 Hrs/año, Emergencia Adulto con 94 Hrs/año, Hemodinámica con 92 Hrs/año, Consultorios con 77 Hrs/año, Endoscopia con 75 Hrs/año, Sala de Operaciones con 64 Hrs/año, Emergencia Pediátrica con 60 Hrs/año UCIN Adulto con 58 Hrs/año; estos tiempos medios entre fallas son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

f) Tiempo medio para reparar por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2017.

Según la formulación:  $TMPR = TPR/i$ , i: número de intervenciones o fallas

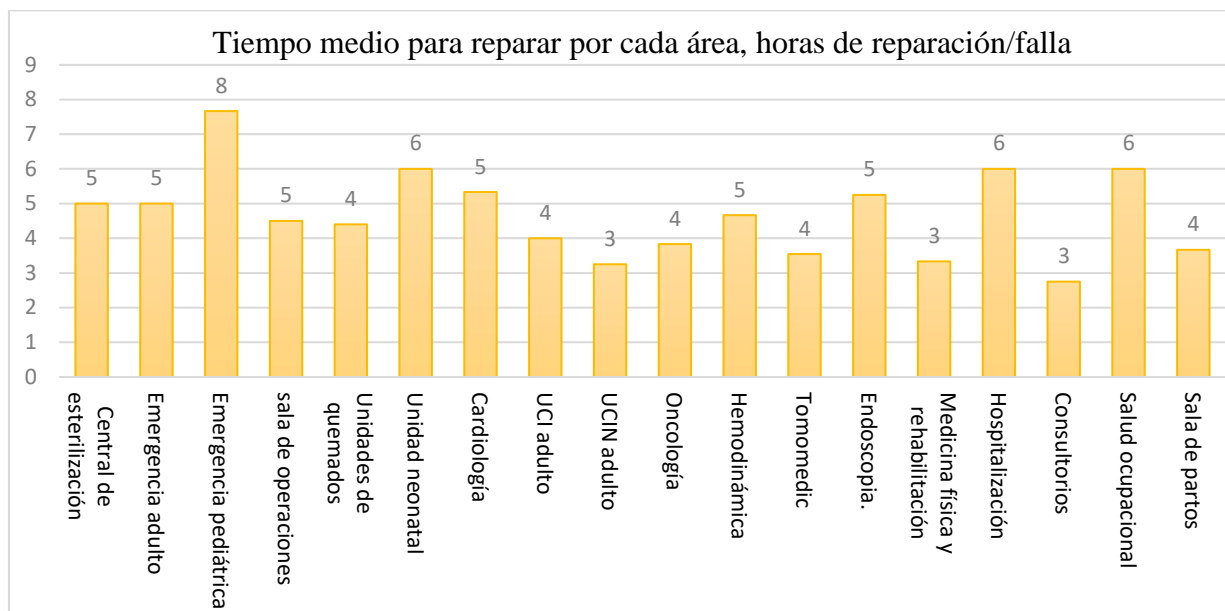


Figura 27: Tiempos medios para reparar  
Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, los tiempos medios para reparar en las áreas correspondientes, se encuentran en un intervalo de TMPR de 3 – 8 Hrs/año. Se presentan los Tiempos medios para reparar en las áreas más relevantes; Emergencia Pediátrica con 8 Hrs/año, Unidad Neonatal con 6 Hrs/año, Hospitalización con 6 Hrs/año, Salud Ocupacional con 6 Hrs/año, Sala de Operaciones con 5 Hrs/año, Emergencia Adulto con 5 Hrs/año, Central de Esterilización con 5 Hrs/año, Cardiología con 5 Hrs/año, Hemodinámica con 5 Hrs/año, Endoscopia con 5 Hrs/año, Unidades de Quemados con 4 Hrs/año, UCI Adulto con 4 Hrs/año, Oncología con 4 Hrs/año; estos tiempos medios para reparar son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

g) Tasa de fallas por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2017

Según la formulación:  $\lambda=1/\text{TMEF}$  (fallas/horas de operación)

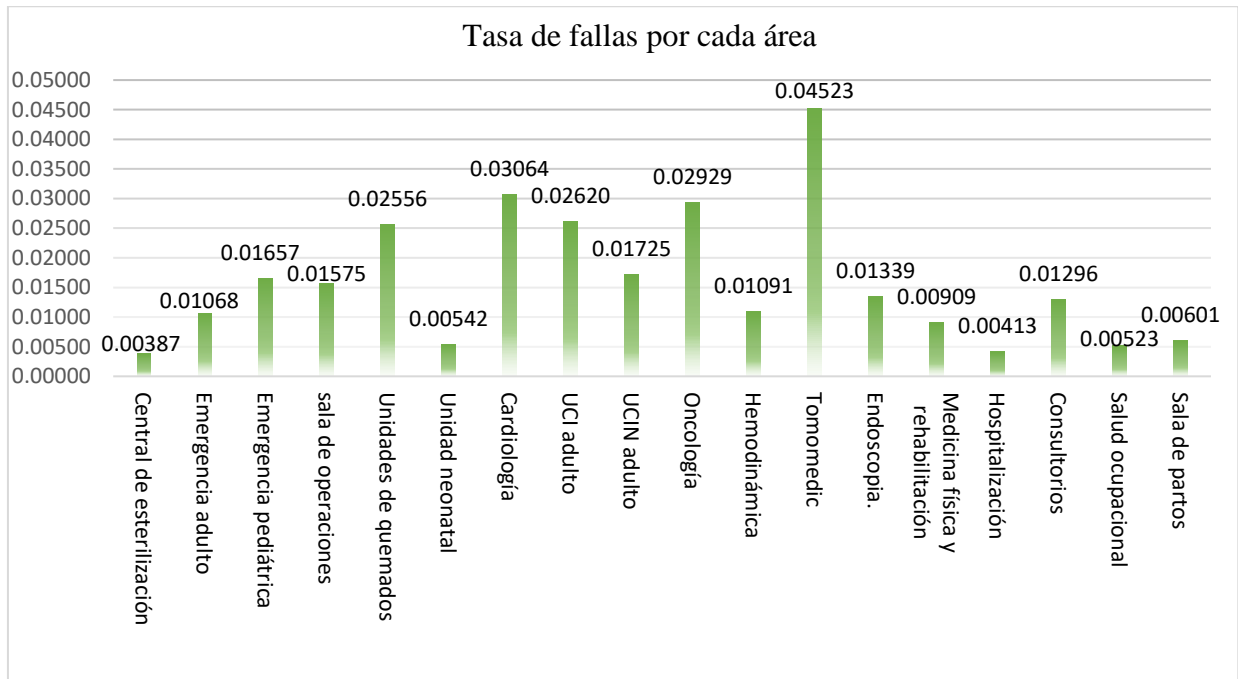


Figura 28: Tasas de fallas

Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, la tasa de fallas se encuentra en un intervalo de 0.00387 – 0.04523 fallas/hora. Se presentan las tasas de fallas en las áreas más relevantes; Tomomedic con 0.04523 fallas/hora, Cardiología con 0.03064 fallas/hora, Oncología con 0.02929 fallas/hora, UCI Adulto con 0.02620 fallas/hora, Unidades de Quemados con 0.02556 fallas/hora, UCIN Adulto con 0.01725 fallas/hora, Emergencia pediátrica con 0.01657 fallas/hora, Sala de Operaciones con 0.01575 fallas/hora, Endoscopia con 0.01339 fallas/hora, Consultorios con 0.01296 fallas/hora, Hemodinámica con 0.01091 fallas/hora, Emergencia adulto con 0.01068 fallas/hora; las tasas de fallas indican la probabilidad por falla en hora y son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

h) Tasa de reparaciones por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2017.

Según la formulación:  $\mu=1/\text{TMPR}$  (fallas/horas de reparación)

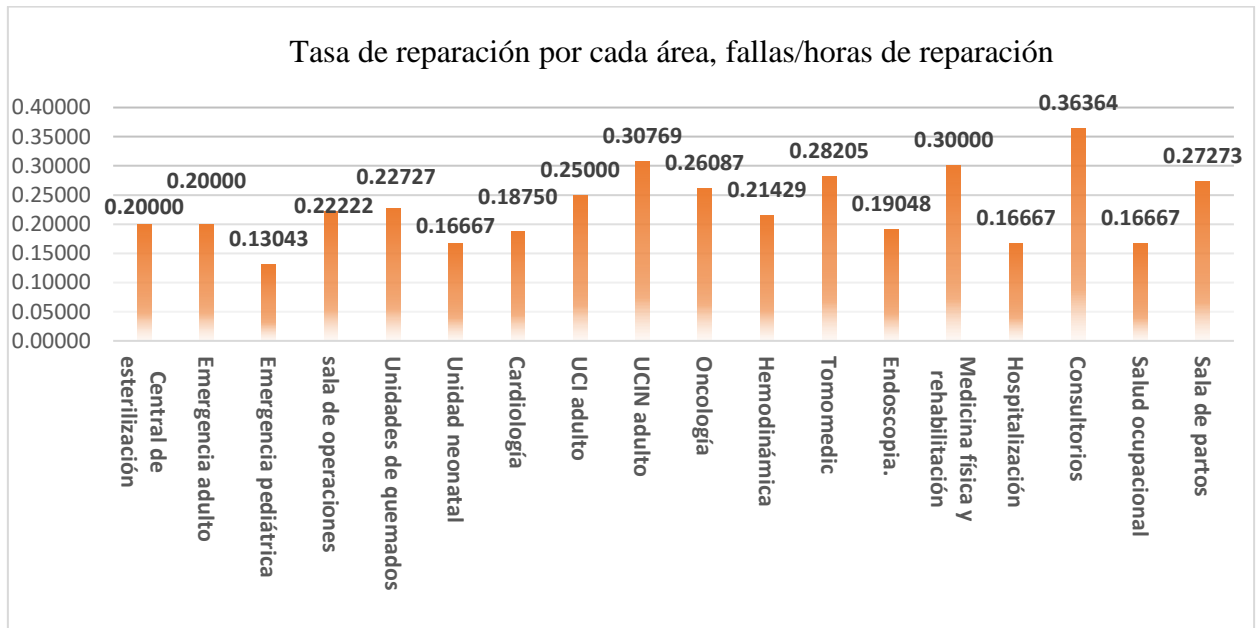


Figura 29: Tasas de reparaciones  
Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, las tasas de reparaciones se encuentran en un intervalo de 0.13043 – 0.36364 fallas/hora. Se presentan las tasas de reparaciones en las áreas más relevantes; Consultorios con 0.36364 fallas/hora, UCIN Adulto con 0.30769 fallas/hora, Medicina Física y Rehabilitación con 0.30000 fallas/hora, Tomomedic con 0.28205 fallas/hora, Sala de Partos con 0.27273 fallas/hora, Oncología con 0.26087 fallas/hora, UCI Adulto con 0.25000 fallas/hora, Unidades de Quemados con 0.22727 fallas/hora, Sala de Operaciones con 0.22222 fallas/hora, Hemodinámica con 0.21429 fallas/hora, Central de Esterilización con 0.20000 fallas/hora, Emergencia Adulto con 0.20000 fallas/hora, Endoscopia con 0.19048 fallas/hora, Cardiología con 0.18750 fallas/hora, Hospitalización con 0.16667 fallas/hora, Unidad Neonatal con 0.16667 fallas/hora, Salud Ocupacional con 0.16667 fallas/hora; las tasas de reparaciones indican la probabilidad por reparación en hora y son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

#### 4.6.2. Determinación de los indicadores de mantenimiento actuales por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo:

a) Disponibilidad mecánica actual: 
$$D(t) = \left( \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \right) * 100$$

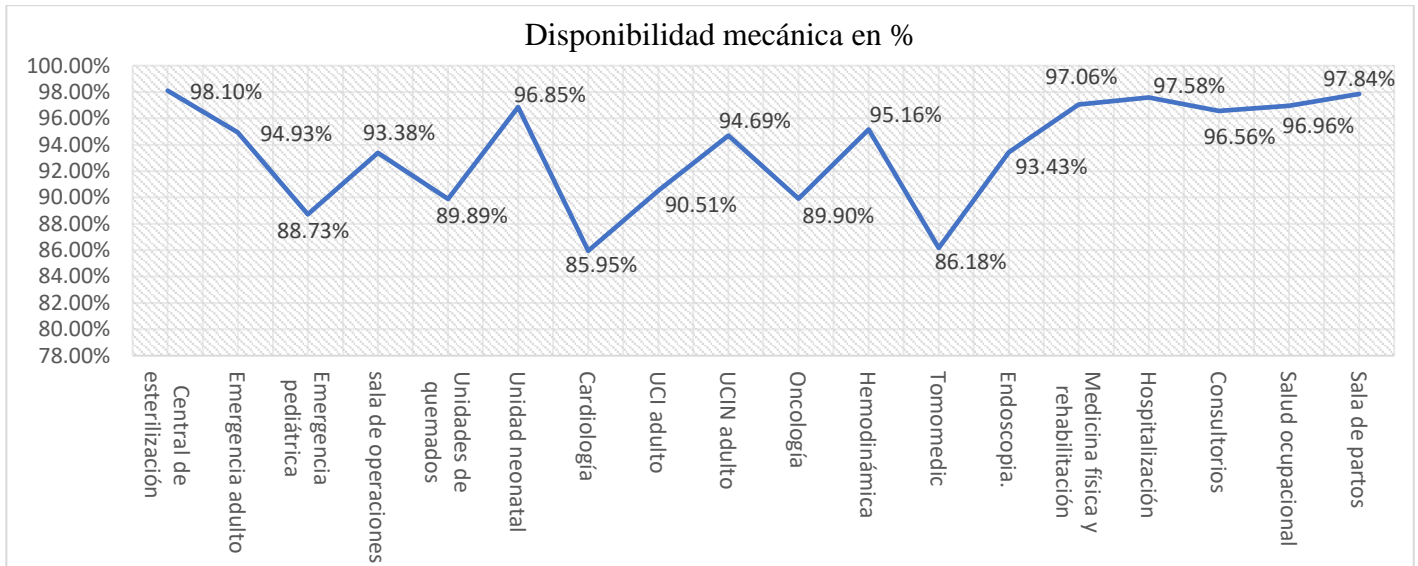


Figura 30: Disponibilidad mecánica actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.

Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, se determinó el indicador de mantenimiento de disponibilidad en todas las áreas correspondientes, donde existe un intervalo de 85.95% – 98.10%. Se presentan los indicadores de disponibilidad en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 98.10%, Sala de Partos con 97.84%, Hospitalización con 97.58%, Medicina Física y Rehabilitación con 97.06%, Salud Ocupacional con 96.96%, Unidad Neonatal con 96.85%, Consultorios con 96.56%, Hemodinámica con 95.16%, Emergencia Adulto con 94.93%, UCIN Adulto con 94.69 %, Endoscopia con 93.43%, Sala de Operaciones con 93.38%, UCI Adulto con 90.51%, Oncología con 89.90%.; los indicadores de disponibilidad por área, indican la disponibilidad del mantenimiento de equipos biomédicos en cada área y son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

b) Confiabilidad operacional actual por cada área de la Clínica San Pablo

$$\text{Trujillo - 2017: } C(t) = \left( e^{\frac{-\lambda * TTP}{100}} \right) * 100\%$$

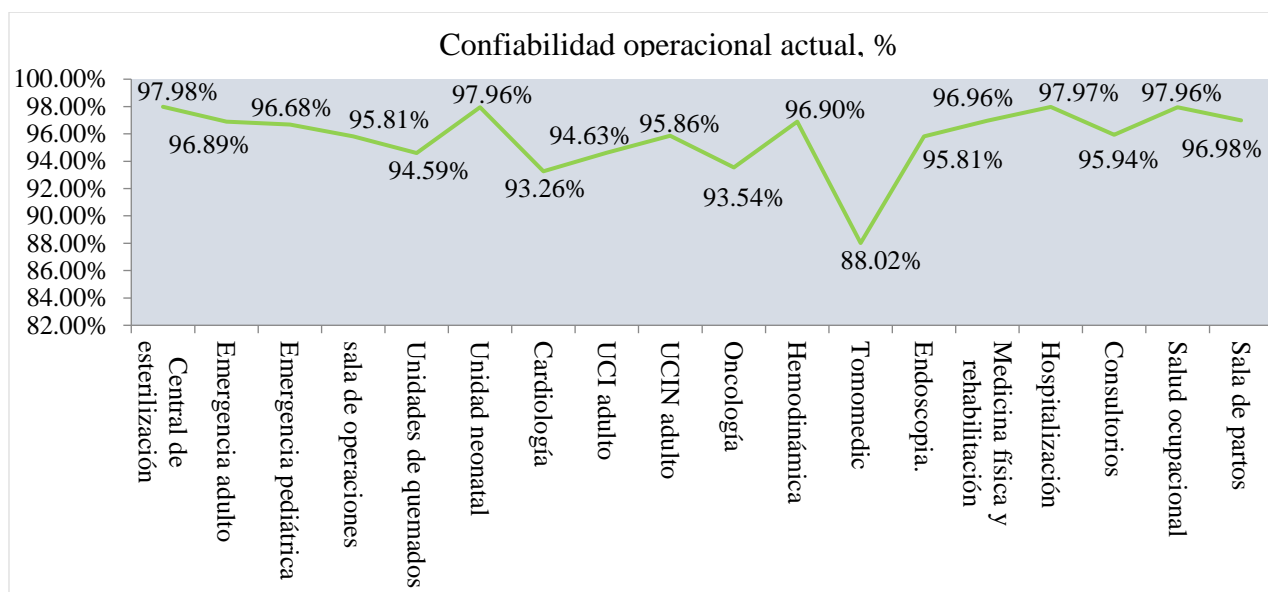


Figura 31: Confiabilidad operacional actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.  
Fuente: Elaboración Propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, se determinó el indicador de mantenimiento de confiabilidad en todas las áreas correspondientes, donde existe un intervalo de 88.02% – 97.98%. Se presentan los indicadores de confiabilidad en las áreas más relevantes; Central de Esterilización con 97.98%, Hospitalización con 97.97%, Unidad Neonatal con 97.96%, Salud Ocupacional con 97.96%, Sala de Partos con 96.98%, Medicina Física y Rehabilitación con 96.96%, Hemodinámica con 96.90%, Emergencia Adulto con 96.89%, Emergencia Pediátrica con 96.68%, Consultorios con 95.94%, UCIN Adulto con 95.86%, Endoscopia con 95.81%, Sala de Operaciones con 95.81%, UCI Adulto con 94.63%; los indicadores de confiabilidad por área, indican la confiabilidad del mantenimiento de equipos biomédicos en cada área y son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

c) Mantenibilidad actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo -

$$2017: M(t) = \left(1 - e^{-\frac{\mu * TTP}{100}}\right) * 100\%$$

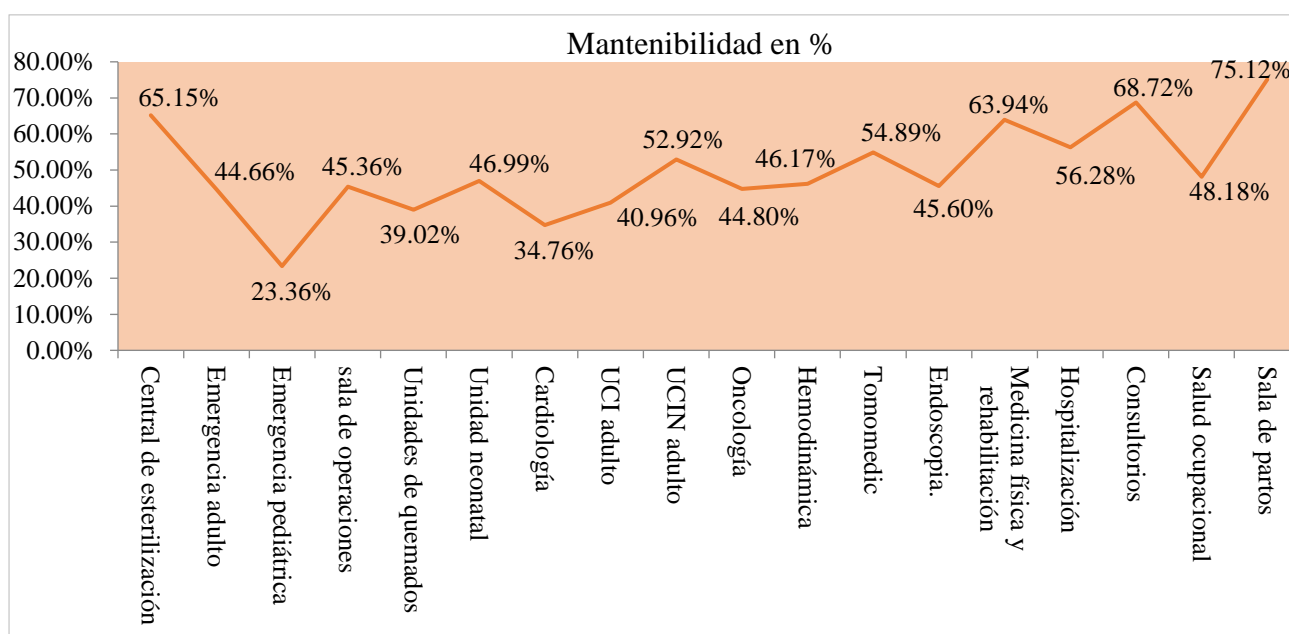


Figura 32: Mantenibilidad actual por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo.

Fuente: Elaboración propia.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, se determinó el indicador de mantenimiento de mantenibilidad en todas las áreas correspondientes, donde existe un intervalo de 23.36% – 75.12%. Se presentan los indicadores de mantenibilidad en las áreas más relevantes; Sala de partos con 75.12%, Consultorios con 68.72%, Central de Esterilización con 65.15%, Medicina Física y Rehabilitación con 63.94%, Hospitalización con 56.28%, Tomomedic con 54.89%, UCIN Adulto con 52.92%, Salud Ocupacional con 48.18%, Unidad Neonatal con 46.99%, Hemodinámica con 46.17%, Endoscopia con 45.60%, Sala de Operaciones con 45.36%, Oncología con 44.80%; los indicadores de mantenibilidad por área, indican la mantenibilidad del mantenimiento de equipos biomédicos en cada área y son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.



### 4.6.3. Costos actuales en pérdidas de producción por servicio:

- a) Costos en pérdidas por frecuencia de intervenciones por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2017:

$$CPFI = C_{\text{central esterilización}} + \dots + C_{\text{Sala partos}} = 106,355.00 \text{ S./año}$$

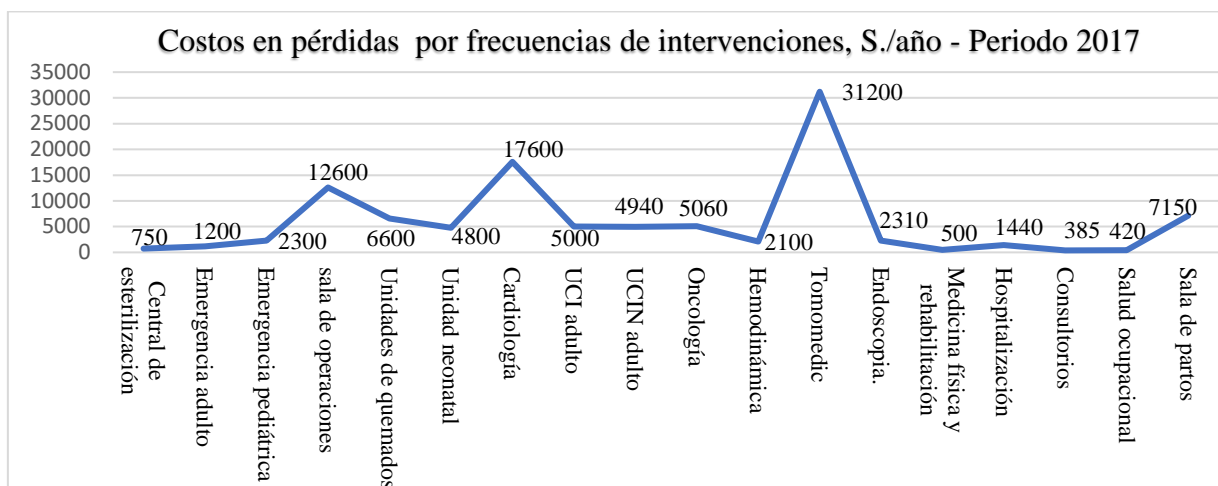


Figura 33: Costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

Con el sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos implementado en el año 2017, se indica los costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de S/. 106,355.00. Se presentan los Costos en pérdidas por frecuencias en las áreas más relevantes; Tomomedic con S/. 31,200.00, Cardiología con S/. 17,600.00, Sala de Operaciones con S/. 12,600.00, Sala de Partos con S/. 7,150.00, Unidades de Quemados con S/. 6,600.00, Oncología con S/. 5,060.00, UCI Adulto con S/. 5,000.00, UCIN Adulto con S/. 4,940.00, Unidad Neonatal con S/. 4,800.00, Endoscopia con S/. 2,310.00, Emergencia Pediátrica con S/. 2,300.00, Hemodinámica con S/. 2,100.00, Hospitalización con S/. 1,440.00, los costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones por área, indican la pérdida expresada en Soles (S/.), por las intervenciones de equipos biomédicos en cada área son resultado de la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos biomédicos 2017 para generar la operatividad de los equipos biomédicos en cada área.

b) Costos en mano de obra por frecuencia de intervenciones por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2017:

$$CMOFI = C_{\text{central esterilización}} + \dots + C_{\text{Sala partos}} = 33,600.00 \text{ S./año}$$

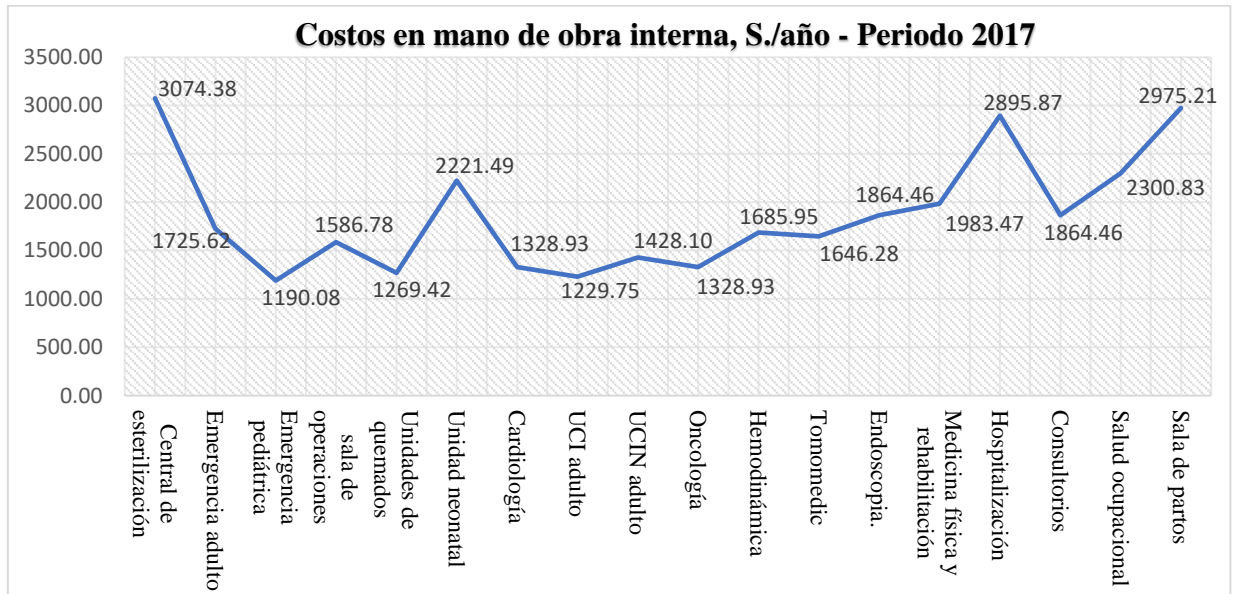


Figura 34: Costos en mano de obra por frecuencias de intervenciones.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

c) Costos en repuestos en la frecuencia de intervención por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo - 2017:

$$CRFI = C_{\text{central esterilización}} + \dots + C_{\text{Sala partos}} = 25124.698 \text{ S./año}$$

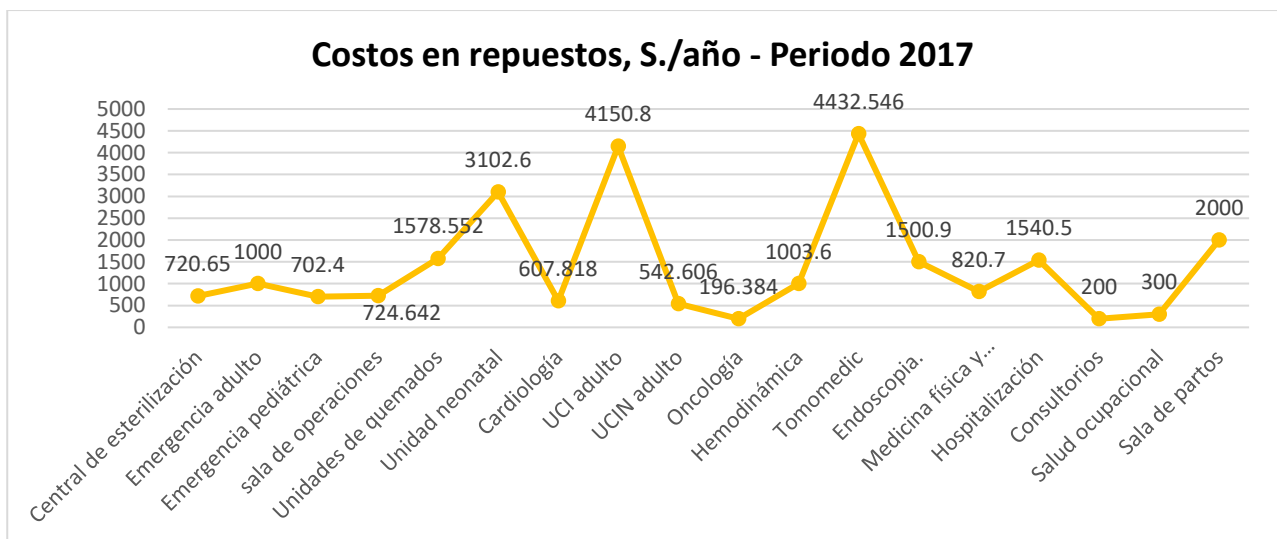


Figura 35: Costos en repuestos en la frecuencia de intervención por cada área - 2017.  
Fuente: Gerencia de la Clínica San Pablo Trujillo.

- Costo neto por pérdidas de producción actualmente en la Clínica San Pablo Trujillo - 2017

$$\text{CNPP} = \text{CPFI} + \text{CMOFI} + \text{CRFI}$$

$$\text{CNPP} = (106,355 + 33,600.00 + 25,124.698) \text{ S. /año}$$

$$\text{CNPP} = 165,089.698 \text{ S. /año}$$

#### 4.6.4. Análisis de criticidad:

Metodología basada en la utilización: Formulas 03 y 04; Tablas 07 y 08

Tabla 20. Criterios del análisis de criticidad.

CUADRO DE CRITICIDAD DEL PERIODO 2017						
Área	Frecuencia de fallas, FF	Impacto en la producción, IP	Daños a las instalaciones o equipos, DI	Daños al personal, DA	Impacto a la población, IPO	Impacto al ambiente, IA
Central de esterilización	2	2	1	1	1	1
Emergencia adulta	3	2	1	1	1	1
Emergencia pediátrica	3	2	1	1	1	1
sala de operaciones	3	3	1	1	5	1
Unidades de quemados	3	3	1	1	4	1
Unidad neonatal	2	2	1	1	1	1
Cardiología	3	4	1	1	4	1
UCI adulto	3	2	1	1	1	1
UCIN adulto	3	2	1	1	4	1
Oncología	3	3	1	1	4	1
Hemodinámica	3	2	1	1	1	1
Tomomedic	3	4	1	1	5	1
Endoscopia	3	2	1	1	1	1
Medicina física y rehabilitación	2	1	1	1	1	1
Hospitalización	2	2	1	1	1	1
Consultorios	3	1	1	1	1	1
Salud ocupacional	2	1	1	1	1	1
Sala de partos	2	3	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la fórmula 03 de criticidad y la figura 02 matriz de criticidad.

Tabla 21. Consecuencia, criticidad y clasificación

Área	Consecuencia $CO=IP*DI*DA*I$ $PO*IA$	Criticidad $C=FF*CO$	Clasificación (Matriz de criticidad)
Central de esterilización	2	4	NO CRITICO
Emergencia adulta	2	6	NO CRITICO
Emergencia pediátrica	2	6	NO CRITICO
sala de operaciones	15	45	SEMI-CRITICO
Unidades de quemados	12	36	SEMI-CRITICO
Unidad neonatal	2	4	NO CRITICO
Cardiología	16	48	SEMI-CRITICO
UCI adulto	2	6	NO CRITICO
UCIN adulto	8	24	SEMI-CRITICO
Oncología	12	36	SEMI-CRITICO
Hemodinámica	2	6	NO CRITICO
Tomomedic	20	60	CRITICO
Endoscopia	2	6	NO CRITICO
Medicina física y rehabilitación	1	2	NO CRITICO
Hospitalización	2	4	NO CRITICO
Consultorios	1	3	NO CRITICO
Salud ocupacional	1	2	NO CRITICO
Sala de partos	3	6	NO CRITICO

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Nuevos resultados de AMEF del año 2017.

En la figura 35, se muestran los resultados del análisis de criticidad por cada área de la Clínica San Pablo Trujillo – 2017.

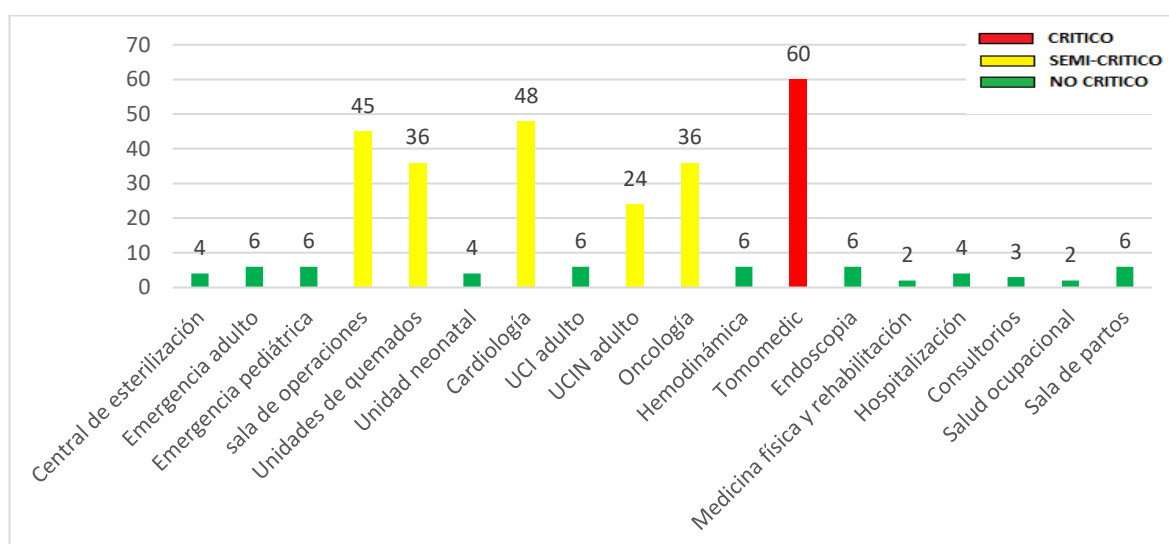


Figura 36: Clasificación de los equipos biomédicos según son las áreas de la Clínica San Pablo Trujillo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Comparación porcentual de criticidad 2016 - 2017

COMPARACIÓN PORCENTUAL DE CRITICIDAD 2016 - 2017			
AREAS	2016	2017	%
Central de esterilización	16	4	25
Emergencia adulto	24	6	25
Emergencia pediátrica	12	6	50
<b>sala de operaciones</b>	<b>240</b>	<b>45</b>	<b>19</b>
<b>Unidades de quemados</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>33</b>
Unidad neonatal	18	4	22
<b>Cardiología</b>	<b>192</b>	<b>48</b>	<b>25</b>
UCI adulto	27	6	22
<b>UCIN adulto</b>	<b>144</b>	<b>24</b>	<b>17</b>
<b>Oncología</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>33</b>
Hemodinámica	12	6	50
<b>Tomomedic</b>	<b>375</b>	<b>60</b>	<b>16</b>
Endoscopia.	18	6	33
Medicina física y rehabilitación	12	2	17
Hospitalización	12	4	33
Consultorios	12	3	25
Salud ocupacional	8	2	25
<b>Sala de partos</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>19</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la tabla 22 la reducción porcentual del nivel criticidad por área, dándole mayor relevancia a los equipos crítico según la investigación realizada en el 2016 bajando su nivel de criticidad de “CRITICO a SEMI-CRITICO” luego de haber aplicado el sistema de gestión de mantenimiento en el año 2017. En áreas como sala de operaciones con una reducción del 19%, unidades de quemados con 33%, cardiología con 25%, UCIN adulto con 17%, Oncología con 33% y Tomomedic con 16%; también podemos apreciar que el area de partos pasa de un estado de semi crítico a no crítico con una reducción de 19%.

#### 4.7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE SITUACIONES PRE Y POST MEJORA, DE ACUERDO A LA APLICACIÓN DEL PLAN.

##### Análisis de Frecuencia de Intervención Fallas/año en el Periodo (2016 - 2017)

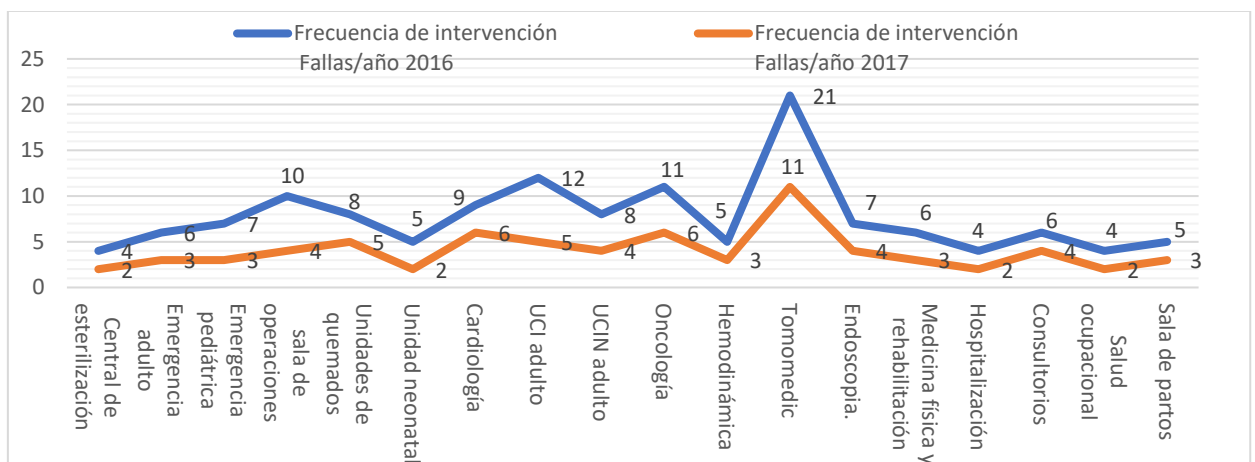


Figura 37: Análisis de Frecuencia de Intervención Fallas/año en el Periodo (2016 - 2017)

Fuente: Elaboración propia.

En la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, es muy relevante conocer las fallas/año que presentan los equipos para trazar la operatividad de los equipos; donde en el siguiente análisis se determinan variaciones positivas con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 con relación a la situación del año 2016, donde la frecuencia de intervenciones fallas/año de las diferentes áreas disminuye de una manera progresiva considerando la disminución de 138 fallas/año en el 2016 a 72 fallas/año en el 2017, se determina un 47.83% de eficacia en las fallas/año, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento donde el resultado es la operatividad de los equipos biomédicos; las áreas que determinan la relevancia de este indicador son; Unidad Neonatal de 5 a 2 fallas/año con una mejora en gestión del 60%, Sala de Operaciones de 10 a 4 fallas/año con una mejora en gestión del 60%, Emergencia Pediátrica de 7 a 3 fallas/año con una mejora en gestión del 58%, UCI Adulto de 12 a 5 fallas/año con una mejora en gestión del 57%, Central de esterilización de 4 a 2 fallas/año con una mejora en gestión del 50%, Emergencia Adulto de 6 a 3 fallas/año con una mejora en gestión del 50%, UCIN Adulto de 8 a 4 fallas/año con una mejora en gestión del 50%, Medicina Física y Rehabilitación de 6 a 3 fallas/año con una mejora en gestión del 50%, Hospitalización de 4 a 2 fallas/año con una mejora en gestión del 50%, Salud Ocupacional de 4 a 2 fallas/año con una mejora en gestión del 50%, Tomomedic de 21 a 11 fallas/año con una mejora en gestión del 48%, Oncología de 11 a 6 fallas/año con una mejora en gestión del 45%.

### Análisis de Frecuencia de Intervención Horas/año en el Periodo (2016 - 2017)

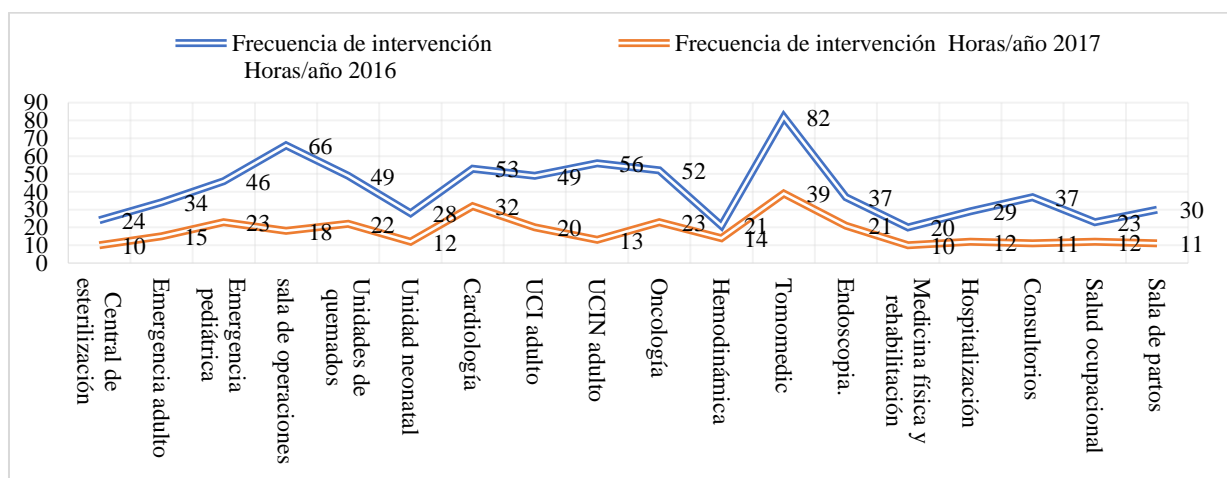


Figura 38: Análisis de Frecuencia de Intervención Horas/año en el Periodo (2016 - 2017)

Fuente: Elaboración propia.

En el entorno empresarial la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, es de suma importancia sobre todo en la determinación del tiempo en intervenciones Horas/año, con esto se analizamos la gestión y se ejecuta a través de las actividades programadas de mantenimiento; en este análisis se encuentran variaciones positivas en cuestión del tiempo en intervenciones con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 con relación a la situación actual del año 2016, donde la frecuencia de intervenciones fallas/año de las diferentes áreas disminuye de una manera progresiva, considerando la disminución de 736 horas/año en el 2016 a 318 horas/año en el 2017, se determina un 56.79% de eficiencia en las horas/año, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento, donde el resultado es la operatividad de los equipos biomédicos. Las áreas que determinan la relevancia de este indicador son; UCIN Adulto de 56 a 13 horas/año con una mejora en gestión del 76.79%, Sala de Operaciones de 66 a 18 horas/año con una mejora en gestión del 72.73%, Consultorios de 37 a 11 horas/año con una mejora en gestión del 70.27%, Sala de Partos de 30 a 11 horas/año con una mejora en gestión del 63.33%, UCI Adulto de 49 a 20 horas/año con una mejora en gestión del 59.18%, Hospitalización de 29 a 12 horas/año con una mejora en gestión del 58.62%, Central de esterilización de 24 a 10 horas/año con una mejora en gestión del 58.33%, Unidad Neonatal de 28 a 12 horas/año con una mejora en gestión del 57.14%, Emergencia Adulto de 34 a 15 horas/año con una mejora en gestión del 55.88%, Oncología de 52 a 23 horas/año con una mejora en gestión del 55.77%, Unidades de Quemados de 49 a 22 horas/año con una mejora en gestión del 55.10%, Tomomedic de 82 a 39 horas/año con una mejora en gestión del 52.44%.

**Tabla 23. Análisis de Tiempos en el Periodo (2016 - 2017)**

Área	Tiempo total programado 2016	Tiempo total programado 2017	Variación	Tiempo entre Fallas 2016	Tiempo entre Fallas 2017	Variación	Tiempo medio entre fallas 2016	Tiempo medio entre fallas 2017	Variación
Central de esterilización	393	527	34%	369	517	39.95%	92.36	258.52	180%
<u>Emergencia adulto</u>	221	296	34%	187	281	50.30%	31.14	93.61	201%
Emergencia pediátrica	152	204	34%	106	181	70.28%	15.19	60.34	297%
sala de operaciones	203	272	34%	137	254	85.32%	13.71	63.50	363%
Unidades de quemados	162	218	34%	113	196	72.42%	14.18	39.12	176%
Unidad neonatal	284	381	34%	256	369	43.91%	51.26	184.41	260%
Cardiología	170	228	34%	117	196	67.26%	13.01	32.64	151%
UCI adulto	157	211	34%	108	191	76.06%	9.03	38.16	323%
UCIN adulto	183	245	34%	127	232	82.87%	15.85	57.95	266%
Oncología	170	228	34%	118	205	73.47%	10.73	34.14	218%
Hemodinámica	216	289	34%	195	275	41.21%	38.95	91.67	135%
<u>Tomomedic</u>	211	282	34%	129	243	89.00%	6.13	22.11	261%
Endoscopia.	239	320	34%	202	299	48.12%	28.80	74.66	159%
Medicina física y rehabilitación	254	340	34%	234	330	41.13%	38.97	110.01	182%
Hospitalización	371	496	34%	342	484	41.81%	85.40	242.22	184%
Consultorios	239	320	34%	202	309	53.08%	33.60	77.16	130%

Fuente: Elaboración propia.

En la gestión de mantenimiento, el tiempo es de suma importancia, porque es un indicador que muestra la relación de la actividad de mantenimiento tanto preventiva como correctiva, esta relación refleja un resultado para la mejora en gestión, donde el objetivo es de disminuir tiempos, los tiempos que nos referimos como indicadores son aquellos que relaciona la operatividad desde la programación de mantenimiento preventivo; también mencionado como Tiempo Total Programado, a la vez se menciona el tiempo de la intervención también mencionado como Tiempo entre fallas. En el análisis de tiempo siendo indicador relacionado a la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, se muestran resultados importantes en cuestión del Tiempo Total Programado y el Tiempo entre Fallas; con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 con



relación a la situación actual del año 2016, los tiempos de las diferentes áreas disminuyen de una manera progresiva, considerando la disminución en el Tiempo Total Programado en todas las áreas de Equipos Biomédicos de 4300 horas/año en el 2016 a 5760 horas/año en el 2017, se determina un 34% de eficiencia, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento, generando mayor programación de tiempo a los equipos biomédicos.

En lo que respecta al Tiempo entre fallas, el resultado considera la eficiencia de este tiempo de intervenciones en todas las áreas de Equipos Biomédicos de 3564 horas/año en el 2016 a 5442 horas/año en el 2017, se determina un 52.69% de eficiencia, generando menos tiempo de fallas en los equipos biomédicos; siendo los tiempos de intervenciones más prolongados, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento.

**Tabla 24. Análisis de Tiempos en el Periodo (2016 - 2017)**

Área	Tiempo para reparar 2014	Tiempo para reparar 2015	Variación	Tasa de fallas 2014	Tasa de fallas 2015	Variación	Tasa de reparaciones 2014	Tasa de reparaciones 2015	Variación
Central de esterilización	24	10	-58.33%	0.01083	0.00387	-64.27%	0.16667	0.2	20%
Emergencia adulto	34	15	-55.88%	0.03211	0.01068	-66.73%	0.17647	0.2	13%
Emergencia pediátrica	46	23	-50.00%	0.06585	0.01657	-74.83%	0.15217	0.13043	-14%
sala de operaciones	66	18	-72.73%	0.07296	0.01575	-78.42%	0.15152	0.22222	47%
Unidades de quemados	49	22	-55.10%	0.07051	0.02556	-63.75%	0.16327	0.22727	39%
Unidad neonatal	28	12	-57.14%	0.01951	0.00542	-72.20%	0.17857	0.16667	-7%
Cardiología	53	32	-39.62%	0.07688	0.03064	-60.14%	0.16981	0.1875	10%
UCI adulto	49	20	-59.18%	0.11072	0.0262	-76.33%	0.2449	0.25	2%
UCIN adulto	56	13	-76.79%	0.06311	0.01725	-72.66%	0.14286	0.30769	115%
Oncología	52	23	-55.77%	0.09316	0.02929	-68.56%	0.21154	0.26087	23%
Hemodinámica	21	14	-33.33%	0.02567	0.01091	-57.51%	0.2381	0.21429	-10%
Tomografía	82	39	-52.44%	0.16319	0.04523	-72.29%	0.2561	0.28205	10%
Endoscopia	37	21	-43.24%	0.03472	0.01339	-61.42%	0.18919	0.19048	1%
Medicina física y rehabilitación	20	10	-50.00%	0.02566	0.00909	-64.57%	0.3	0.3	0%
Hospitalización	29	12	-58.62%	0.01171	0.00413	-64.74%	0.13793	0.16667	21%
Consultorios	37	11	-70.27%	0.02976	0.01296	-56.45%	0.16216	0.36364	124%
Salud ocupacional	23	12	-47.83%	0.01474	0.00523	-64.51%	0.17391	0.16667	-4%
Sala de partos	30	11	-63.33%	0.01425	0.00601	-57.83%	0.16667	0.27273	64%
	736	318	-56.79%	0.05196	0.01601	-69.19%	0.18788	0.22829	22%

Fuente: Elaboración propia.

En la gestión de mantenimiento, el Tiempo para Reparar, también mencionado como Frecuencia de Intervenciones horas/años. indicador relacionado a la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, muestran resultados importantes con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento

preventivo del año 2017 con relación a la situación actual del año 2016, los tiempos de las diferentes áreas disminuyen de una manera progresiva, considerando la disminución de 736 horas/año en el 2016 a 318 horas/año en el 2017, se determina un 56.79% de eficiencia en las horas/año, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento, donde el resultado es la operatividad de los equipos biomédicos.

En lo que respecta a la tasa de fallas, el resultado considera la eficiencia en este indicador de todas las áreas de Equipos Biomédicos, donde se presenta un promedio de tasa de fallas de 0.05196 en el año 2016 a 0.01601 en el año 2017, se determina un 69.19% de eficiencia, generando una disminución en la tasa de fallas de los equipos biomédicos, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento.

En lo que respecta a la tasa de reparaciones, el resultado considera la eficiencia en este indicador de todas las áreas de Equipos Biomédicos, donde se presenta un promedio de tasa de reparaciones de 0.18788 en el año 2016 a 0.22829 en el año 2017, se determina un 22% de eficiencia, generando una disminución en la tasa de reparaciones de los equipos biomédicos, indicando que las reparaciones son más prolongadas, determinando la mejora en la gestión del mantenimiento.

### Análisis del Indicador de Disponibilidad de los Años 2016 - 2017

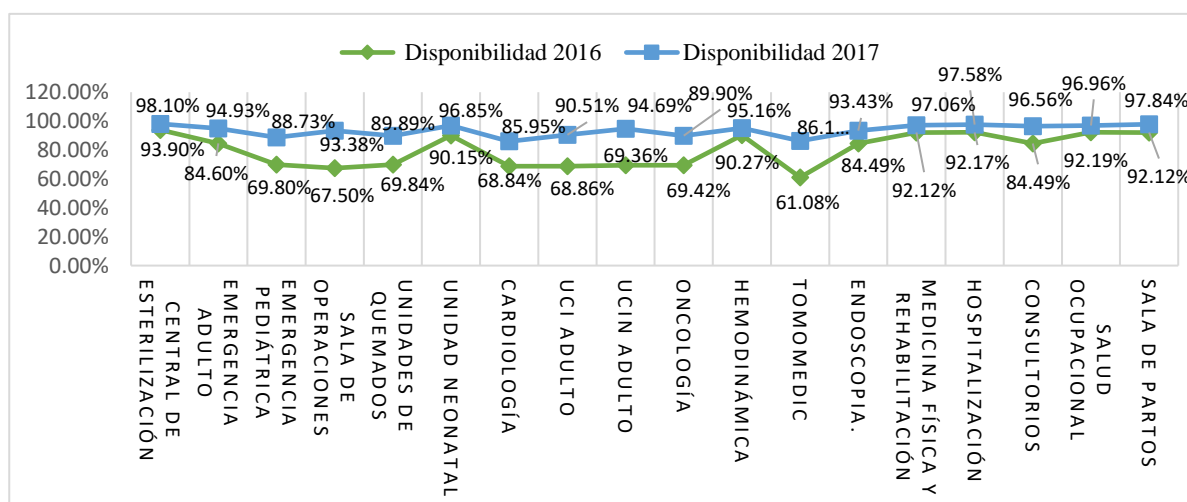


Figura 39: Análisis del Indicador de Disponibilidad de los Años (2016 - 2017)

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, se clasifican según su determinación en dicha gestión; la disponibilidad de mantenimiento es un indicador donde nos muestra que el sistema está listo para operar o producir; en este análisis se encuentran resultados eficientes de

la disponibilidad de mantenimiento con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 a relación de la situación actual del año 2016, donde la disponibilidad de mantenimiento de las diferentes áreas aumenta de una manera progresiva, considerando la eficiencia de 80.07% en el año 2016 a 93.54% en el año 2017, se determina un 16.83% de eficiencia, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento, donde el resultado es la operatividad de los equipos biomédicos. Las áreas más relevantes que determinan este indicador son; Sala de operaciones de 67.50% a 93.38% de disponibilidad, UCIN Adulto de 69.36% a 94.69% de disponibilidad, Tomomedic de 61.08% a 86.18% de disponibilidad.

### Análisis del Indicador de Confiabilidad de los Años 2016 - 2017

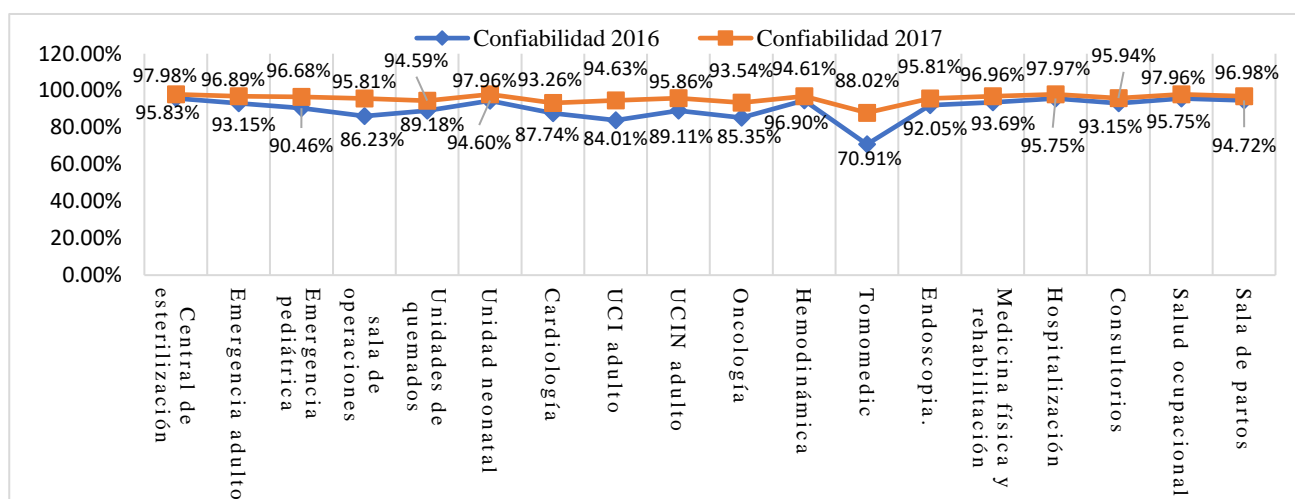


Figura 40: Análisis del Indicador de Confiabilidad de los Años (2016 - 2017)

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, se clasifican según su determinación en dicha gestión; la confiabilidad de mantenimiento es un indicador donde nos muestra la probabilidad de que los equipos biomédicos puedan desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido; en este análisis se encuentran resultados eficientes de la confiabilidad de mantenimiento con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 a relación de la situación actual del año 2016, donde la confiabilidad de mantenimiento de las diferentes áreas aumenta de una manera progresiva, considerando la eficiencia de 90.35% en el año 2016 a 95.76% en el año 2017, se determina un 5.99% de eficiencia, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento, donde el resultado es la operatividad de los equipos biomédicos.

Las áreas más relevantes que determinan este indicador son; Tomomedic de 70.91% a 88.02% de confiabilidad, UCI Adulto de 84.01% a 94.63% de confiabilidad, Sala de operaciones de 86.23% a 95.81% de confiabilidad, Oncología de 85.35% a 93.54% de confiabilidad, UCIN Adulto de 89.11% a 95.86% de confiabilidad.

**Análisis del Indicador de Mantenibilidad de los Años 2016 - 2017**

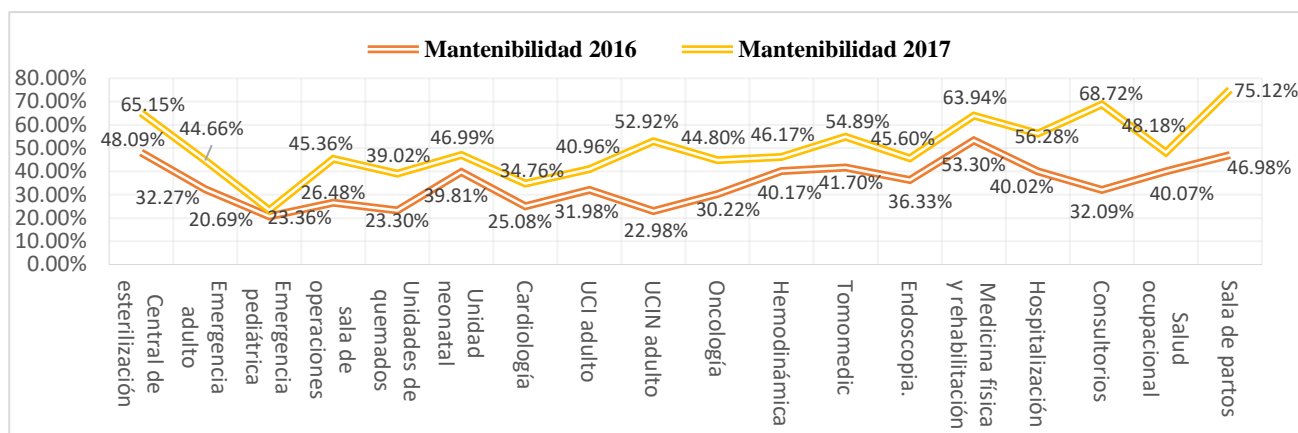


Figura 41: Análisis del Indicador de Mantenibilidad de los Años (2016 - 2017)

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, se clasifican según su determinación en dicha gestión; la mantenibilidad es un indicador donde nos muestra la probabilidad de restablecer las condiciones específicas de funcionamiento o de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo; en este análisis se encuentran resultados eficientes de la mantenibilidad con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 a relación de la situación actual del año 2016, donde la mantenibilidad de las diferentes áreas aumenta de una manera progresiva, considerando la eficiencia de 35.09% en el año 2016 a 49.83% en el año 2017, se determina un 42.01% de eficiencia, indicando la mejora en la gestión del mantenimiento, donde el resultado es la operatividad de los equipos biomédicos. Las áreas más relevantes que determinan este indicador son; Consultorios de 32.09% a 68.72% de mantenibilidad, UCIN Adulto de 22.98% a 52.92% de mantenibilidad, Sala de Partos de 46.98% a 75.12% de mantenibilidad, Sala de Operaciones de 26.48% a 45.36% de mantenibilidad, Central de Esterilización de 48.09% a 65.15% de mantenibilidad, Hospitalización de 40.02% a 56.28% de mantenibilidad.

## V. DISCUSIONES.

En el estudio de investigación de Guevara & Padrón (2004), titulado: “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones de Policlínica Amado C.A”, utilizando el análisis de modos y efectos de fallos con sus respectivas actividades de mantenimiento, concluye, que con el uso de los manuales de los fabricantes existentes y las entrevistas estructuradas a diferentes empresas de mantenimiento de equipos médicos, se pudo programar las actividades de mantenimiento a ser realizadas dentro de un plan preventivo; en nuestra investigación, también se utilizó el AMEF para determinar las principales fallas por áreas de equipos y establecer el Plan de Mantenimiento respectivo a fin de realizar mejoras en el año 2017, respecto a los resultados del año anterior.

En el estudio de investigación de Cifuentes & Estrada (2011), titulado: “Gestión de mantenimiento de equipos médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Nobel: Modulo de Ingeniería Biomédica”, se concluye que la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento orientado a riesgos sirvió para establecer u organizar los equipos médicos y/u hospitalarios; en la presente investigación, no se espera evaluar riesgos, sino que se establece criticidad de los diferentes equipos y áreas que serán incluidos durante el mantenimiento planificado del Sistema de Gestión innovado.

La investigación de Miranda (2014), titulada: “Sistema para la gestión del servicio de mantenimiento en el área biomédica hospitalaria”, consistente en una aplicación de la tecnología de cómputo al campo de la Ingeniería Biomédica, para facilitar y mejorar los procesos de gestión de equipo médico, concluye que los sistemas de cómputo a través de una buena gestión de mantenimiento en la actualidad son necesarios en todas las áreas de trabajo; para el caso del ámbito hospitalario incluido en la presente investigación, pueden aplicarse en cada área para el control estricto del mantenimiento, sin contraposición a la evaluación y contrastaciones de los dos escenarios establecidos, siendo congruentes ambos estudios.

En la investigación de Zegarra Tanchiva (2014), titulada: Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la criticidad de los equipos biomédicos de la Clínica Sánchez

Ferrer para aumentar su confiabilidad, realizó un estudio para elaborar y proyectar un plan de mantenimiento, cuyos resultados pre experimentales, arrojaron los siguientes cambios porcentuales: Un aumento en los indicadores de mantenimiento, confiabilidad de 85.05% á 90.52%; disponibilidad de 94.03% á 97.98% y mantenibilidad de 19.15% á 33.07%, obteniendo valores aceptables; en nuestra investigación, llevada al diseño experimental, hemos obtenido mejores resultados para estos indicadores: la disponibilidad aumenta de una manera progresiva, de 80.07% en el año 2016 a 93.54% en el año 2017, se determina un 16.83% de eficiencia; la confiabilidad de de 90.35% en el año 2016 a 95.76% en el año 2017, se determina un 5.99% de eficiencia; la mantenibilidad de 35.09% en el año 2016 a 49.83% en el año 2017, se determina un 42.01% de eficiencia.

## VI. CONCLUSIONES:

De acuerdo a la evaluación inicial del sistema de Mantenimiento de Equipos de la Clínica San Pablo de Trujillo, se tiene los siguientes resultados globales:

- Frecuencias de intervenciones o tiempo para reparar en plena producción por cada área: En un intervalo de 20 – 82 Hrs/año, con un total de 736 Hrs/año.
- Frecuencia de fallas o cantidad de intervenciones en plena producción por cada área: En un intervalo de 4 – 21 fallas/año, con un total de 138 fallas/año.
- Tiempo total programado por cada área: En un intervalo de intervenciones de 152 – 393 Hrs/año, con un total de 4300 Hrs/año.
- Tiempo útil de operación o tiempo entre fallas por cada área: En un intervalo de intervenciones de 106 – 369 Hrs/año, con un total de 3564 Hrs/año,
- Tiempo medio entre fallas por cada área: En un intervalo de TMEF de 6.13 – 92.36 Hrs/año.
- Tiempo medio para reparar por cada área: En un intervalo de TMPR de 3.33 – 7.25 Hrs/año.
- Tasa de fallas por cada área: En un intervalo de 0.16319 – 0.01083 fallas/hora.
- Tasa de reparaciones por cada área: En un intervalo de 0.13793 – 0.30000 fallas/hora.
- Disponibilidad mecánica actual: En un intervalo de 61.08% – 93.90%.
- Confiabilidad operacional actual por cada área: En un intervalo de 70.91% – 95.75%.
- Mantenibilidad actual por cada área en un intervalo de 20.69% – 53.30%.
- Costos en pérdidas por frecuencia de intervenciones por cada área: Se indica los costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de 254,240.00 S/. /año.
- Costos en mano de obra por frecuencia de intervenciones por cada área: Se indica los costos en mano de obra por frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de 37,625.00 S/. /año.
- Costos en repuestos en la frecuencia de intervención por cada área: Se indica los costos en repuestos en la frecuencia de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de 81,872.74 S/. /año.

- Costo neto por pérdidas de producción: Se indica el costo pérdidas de producción de todas las áreas teniendo un total de 373,737.74 S/. /año.

De acuerdo al análisis de criticidad, se determinaron 06 áreas como críticas; Sala de Operaciones, Unidades de quemados, Cardiología, UCIN adulto, Oncología y Tomomedic; dentro de las cuales se determinó, mediante la metodología del AMEF, el estudio de las 18 fallas más relevantes en dicha criticidad. Estas fallas son, respectivamente: Falta de sistema interlock para arranque automático del Generador, Manguera del sistema de ventilación picada, Pulsador de pedal desgastado no realiza contacto, Módulo de led mal posicionado, Bomba hidráulica por baja presión en descarga, Sensor de saturación (spo2) desgastado, Sistema de vacío obstruido, Desconexión del Alternador, Cables sulfatados, Transductores desgastados, Corto circuito en los cables de acometida, Brazaete desgastado, Cable ramal roto internamente, Desgaste de los switches de control. Tarjeta electrónica deteriorada, Desgaste de filamentos del tubo de rayos x, Potenciómetros desgastados, Fusible quemado por pico de voltaje elevado.

Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo por equipo, se incluyó el desarrollo de las hojas de información y hojas de decisiones para cada falla de los equipos biomédicos y determinación del índice de riesgo, siendo los resultados los correspondientes a la descripción de la falla funcional, el modo de falla y el efecto de falla; consecuentemente se estableció el programa de mantenimiento, mediante el cuadro de Tareas Propuestas, Intervalos de ejecución y personal ejecutor, para dar lugar al Análisis del Número de prioridad de riesgos con resultados finales del AMEF que arrojaron como NPR de 50% de Inaceptables, 33% de susceptibles de reducción a deseables y 17% de aceptables.

Se ha realizado la determinar la reducción de los costos de producción de los equipos biomédicos con la aplicación del plan de mantenimiento; así como los indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en condiciones de mejora del sistema de gestión de mantenimiento, teniendo los siguientes resultados:

- Frecuencias de intervenciones o tiempo para reparar en plena producción por cada área: En un intervalo de 20 – 82 Hrs/año, con un total de 318 Hrs/año.



- Frecuencia de fallas o cantidad de intervenciones en plena producción por cada área: En un intervalo de 2 – 11 fallas/año, con un total de 72 fallas/año.
- Tiempo total programado por cada área: En un intervalo de intervenciones de 204 – 527 Hrs/año, con un total de 5760 Hrs/año.
- Tiempo útil de operación o tiempo entre fallas por cada área: En un intervalo de intervenciones de 181 – 517 Hrs/año, con un total de 5442 Hrs/año,
- Tiempo medio entre fallas por cada área: En un intervalo de TMEF de 22 – 259 Hrs/año.
- Tiempo medio para reparar por cada área: En un intervalo de TMPR de 3 - 8 Hrs/año.
- Tasa de fallas por cada área: En un intervalo de 0.00387 – 0.04523 fallas/hora.
- Tasa de reparaciones por cada área: En un intervalo de 0.13043 – 0.36364 fallas/hora.
- Disponibilidad mecánica actual: En un intervalo de 85.95% – 98.10%.
- Confiabilidad operacional actual por cada área: En un intervalo de 88.02% – 97.98%.
- Mantenibilidad actual por cada área: En un intervalo de 23.36% - 75.12%.
- Costos en pérdidas por frecuencia de intervenciones por cada área: Se indica los costos en pérdidas por frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de 106,355.00 S/. /año.
- Costos en mano de obra por frecuencia de intervenciones por cada área: Se indica los costos en mano de obra por frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de 33,600.00 S/. /año.
- Costos en repuestos en la frecuencia de intervención por cada área: Se indica los costos en repuestos en las frecuencias de intervenciones de todas las áreas teniendo un total de 25124.698 S/. /año.
- Costo neto por pérdidas de producción: Se indica el costo pérdidas de producción de todas las áreas teniendo un total de 165,089.698 S/. /año.

Se ha realizado el análisis comparativo entre la situación inicial y la situación post mejora, de acuerdo a la aplicación del Plan, resaltándose los siguientes resultados:

- La frecuencia de intervenciones fallas/año de las diferentes áreas disminuye de una manera progresiva, de 138 fallas/año en el 2016 a 72 fallas/año en el 2017, se determina un 47.83% de eficacia.
- La frecuencia de intervenciones horas/año de las diferentes áreas disminuye de una manera progresiva, considerando la disminución de 736 horas/año en el 2016 a 318 horas/año en el 2017, se determina un 56.79% de eficiencia en las horas/año.
- Los tiempos de las diferentes áreas disminuyen de una manera progresiva, considerando la disminución en el Tiempo Total Programado en todas las áreas de Equipos Biomédicos de 4300 horas/año en el 2016 a 5760 horas/año en el 2017, se determina un 34% de eficiencia. En lo que respecta al Tiempo entre fallas, el resultado considera la eficiencia de este tiempo de intervenciones en todas las áreas de Equipos Biomédicos de 3564 horas/año en el 2016 a 5442 horas/año en el 2017, se determina un 52.69% de eficiencia.
- El Tiempo para Reparar, también mencionado como Frecuencia de Intervenciones muestra resultados importantes con la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo del año 2017 con relación a la situación del año 2016, los tiempos de las diferentes áreas disminuyen de una manera progresiva, considerando la disminución de 736 horas/año en el 2016 a 318 horas/año en el 2017, se determina un 56.79% de eficiencia. En lo que respecta a la tasa de fallas, el resultado considera la eficiencia en este indicador de todas las áreas de Equipos Biomédicos, donde se presenta un promedio de tasa de fallas de 0.05196 en el año 2016 a 0.01601 en el año 2017, se determina un 69.19% de eficiencia. En lo que respecta a la tasa de reparaciones, el resultado considera la eficiencia en este indicador de todas las áreas de Equipos Biomédicos, donde se presenta un promedio de tasa de reparaciones de 0.18788 en el año 2016 a 0.22829 en el año 2017, se determina un 22% de eficiencia.
- Los indicadores de la gestión de mantenimiento de los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo, muestran variaciones importantes: la disponibilidad aumenta de una manera progresiva, considerando la eficiencia de 80.07% en el año 2016

a 93.54% en el año 2017, se determina un 16.83% de eficiencia. La confiabilidad de mantenimiento de las diferentes áreas aumenta de una manera progresiva, considerando la eficiencia de 90.35% en el año 2016 a 95.76% en el año 2017, se determina un 5.99% de eficiencia. La mantenibilidad de las diferentes áreas aumenta de una manera progresiva, considerando la eficiencia de 35.09% en el año 2016 a 49.83% en el año 2017, se determina un 42.01% de eficiencia.

- La reducción porcentual del nivel criticidad por área, dándole mayor relevancia a los equipos critico según la investigación realizada en el 2016 bajando su nivel de criticidad de “CRITICO a SEMI-CRITICO” luego de haber aplicado el sistema de gestión de mantenimiento en el año 2017. En áreas como sala de operaciones con una reducción del 19%, unidades de quemados con 33%, cardiología con 25%, UCIN adulto con 17%, Oncología con 33% y Tomomedic con 16%; también podemos apreciar que el area de partos pasa de un estado de semi critico a no crítico con una reducción de 19%.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- El personal técnico de la Clínica San Pablo de Trujillo, debe tener en cuenta la interpretación de los indicadores de gestión de mantenimiento, ya que mediante ellos se han podido identificar los puntos críticos de los activos físicos de cada una de las áreas de atención de la Clínica y establecer el mejoramiento del sistema de gestión de mantenimiento.
- Realizar regularmente, con frecuencia anual, todas las actividades que contiene el sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis de modos y efectos de fallos a todos los activos físicos críticos de la Clínica San Pablo de Trujillo, cumpliendo estrictamente lo estipulado en las hojas de decisiones del AMEF.
- Ya que se ha implementado el sistema de gestión de mantenimiento, se recomienda analizar frecuentemente, la reducción de los costos de mantenimiento respecto a las horas no programadas y costos en repuestos, para lograr el beneficio planteado.
- Para investigaciones futuras es recomendable utilizar algún otro método o tipo de mantenimiento que permita contrastar con el presente, bajo las teorías de mantenimiento, tales como mantenimiento productivo total o mantenimiento predictivo y utilización de softwares actualizados.
- Implementar a futuro los procedimientos escritos de trabajos (PETS) y las hojas de ruta diarias para incrementar el control y la operabilidad de los equipos.
- Se recomienda actualizar la hoja de decisiones AMEF y proyectar la aplicación del plan de mantenimiento para el 2019.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **Améndola León, Luis José. 2002.** *Modelos mixtos de confiabilidad*. segunda. España, Valencia. Datastream, 2002. ISBN 978-84-940628-2-7.
- **Ávila Espinosa, Rubén. 1992.** *Fundamentos del mantenimiento - Guías Económicas, Técnicas y Administrativas*. Primera reimpresión. Cd. de México: Limusa Grupo Noriega Editores primera reimpresión, 1992. ISBN 968-18-2528-4.
- **Cifuentes & Estrada (2011).** “Gestión de mantenimiento de equipos médicos en la Fundación Clínica Infantil Club Nobel: Modulo de Ingeniería Biomédica”. Cali – Colombia: Universidad Autónoma De Occidente
- **Guevara & Padrón (2004).** “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones de Policlínica Amado C.A”. Venezuela – Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta.
- **Khan y Haddara. 2003.** *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. Segunda. Cd. de México: Compañía Editorial Continental, SA de CV., 1998. pág. 350. ISBN 968-26-1089-3.
- **Miranda (2014).** “Sistema para la gestión del servicio de mantenimiento en el área biomédica hospitalaria”. México: Universidad Nacional Autónoma De México
- **Mora Gutiérrez, Alberto. 2011.** *Mantenimiento - Planeación, Ejecución y Control*. Bogotá: Alfa omega editores Internacional, 2011. pág. 678. Sexta Edición. ISBN 978-958-682-769-0.
- **Moubray, John Mitchell. 2004.** *RCM Reliability Centered Maintenance - Industrial Press Inc.* [ed.] Guilford and Rob Lockhart Biddles Limited. [trad.] Sueiro y Asociados - Argentina Ellman. Primera en castellano. Leicestershire: Aladon Limited, 2004. pág. 433. ISBN 09539603-2-3.
- **Zegarra Tanchiva. 2014.** *Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la criticidad de los equipos biomédicos de la Clínica Sánchez Ferrer para aumentar su confiabilidad*. Trujillo-Perú. 2014: Universidad Cesar Vallejo.

## IX. ANEXOS.

### A.1. Criterios de evaluación del análisis de criticidad

<b>Frecuencia de fallas</b>	
Elevado mayor a 40 fallas/año	4
Promedio 20-40 fallas/año	3
Buena 10-20 fallas/año	2
Excelente menos de 10 fallas/año	1

<b>Impacto Operacional</b>	
Parada total del equipo	10
Parada parcial del equipo y repercute a otro equipo o subsistema	7-9
Impacta a niveles de producción o calidad	5-6
Repercute en costos operacionales asociado a disponibilidad	2-4
No genera ningún efecto significativo	1

<b>Flexibilidad Operacional</b>	
No existe opción igual o equipo similar de repuesto	4
El equipo puede seguir funcionando	2-3
Existe otro igual o disponible fuera del sistema (stand by)	1

<b>Costo de mantenimiento</b>	
Mayor o igual a US\$ 400 (incluye repuestos)	2
Inferior a US\$ 400 (incluye repuestos)	1

<b>Impacto a Seguridad Ambiente e Higiene</b>	
Accidente catastrófico	8
Accidente mayor serio	6-7
Accidente menor e incidente menor	4-5
Cuasi accidente o incidente menor	2-3
Desvío	1
No provoca ningún tipo de riesgo	0

Fuente: Amendola, 2002.

## Anexo A.2. Índices de riesgo o número de prioridad de riesgos NPR

Ocurrencia	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2-3
1 falla cada 1 año	4-5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6-7
1 falla entre 1 a 6 meses	8-9
1 falla al mes	10

Gravedad	
Descripción	Puntaje
Ínfima, imperceptible	1
Escasa, falla menor	2-3
Baja, fallo inminente	4-5
Media, fallo, pero no para el sistema	6-7
Elevada, falla crítica	8-9
Muy elevada, con problemas de seguridad, no conformidad	10

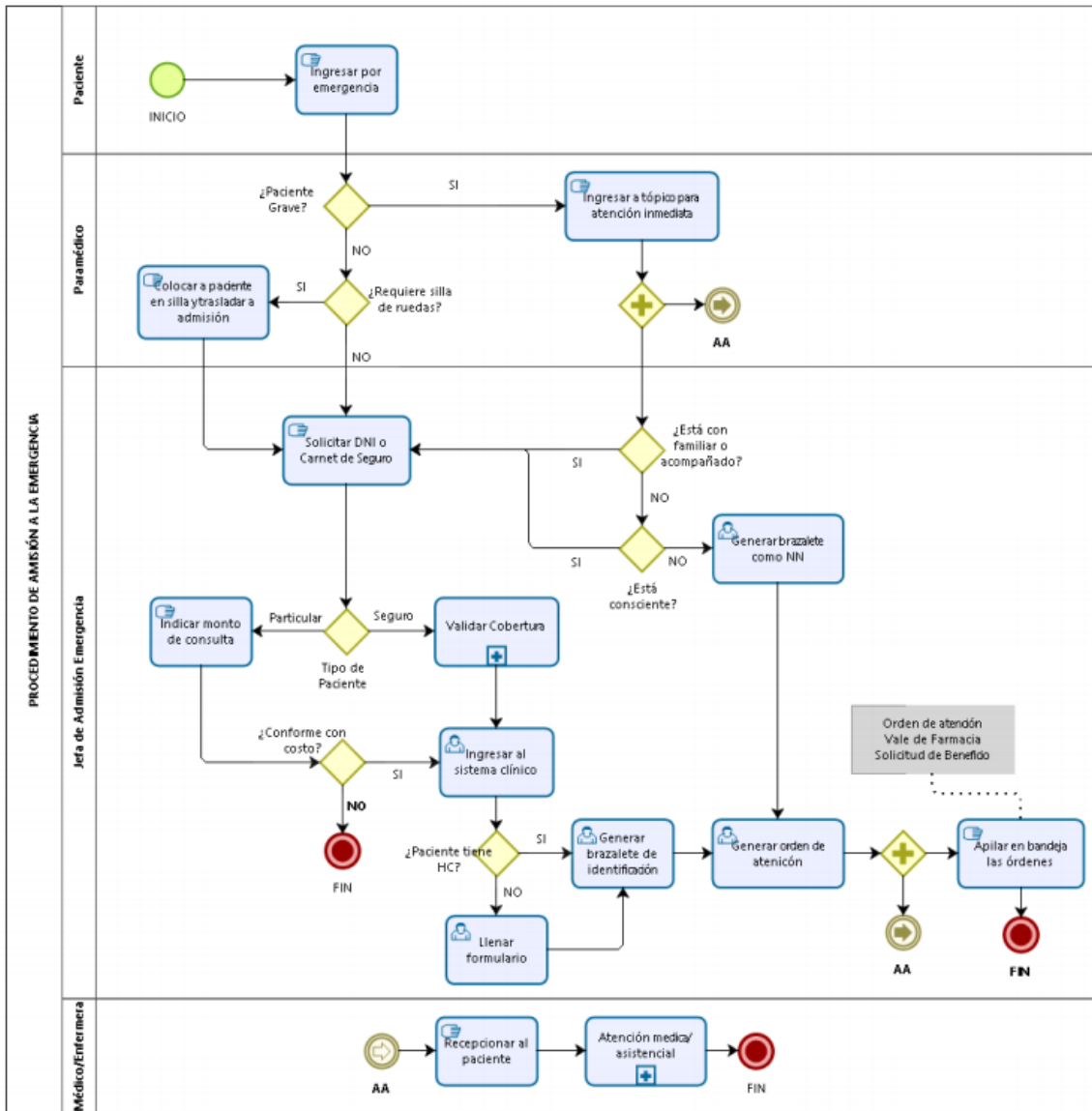
Detección (dificultad de detección)	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2-3
Moderada	4-5
Frecuente	6-7
Elevada	8-9
Muy elevada	10

Fuente: Moubray, 2004.

$I(R) \leq 125$	Falla Aceptable.
$125 < I(R) \leq 200$	Falla reducible a deseable.
$I(R) > 200$	Falla Indeseable.

Fuente: Moubray, 2004.

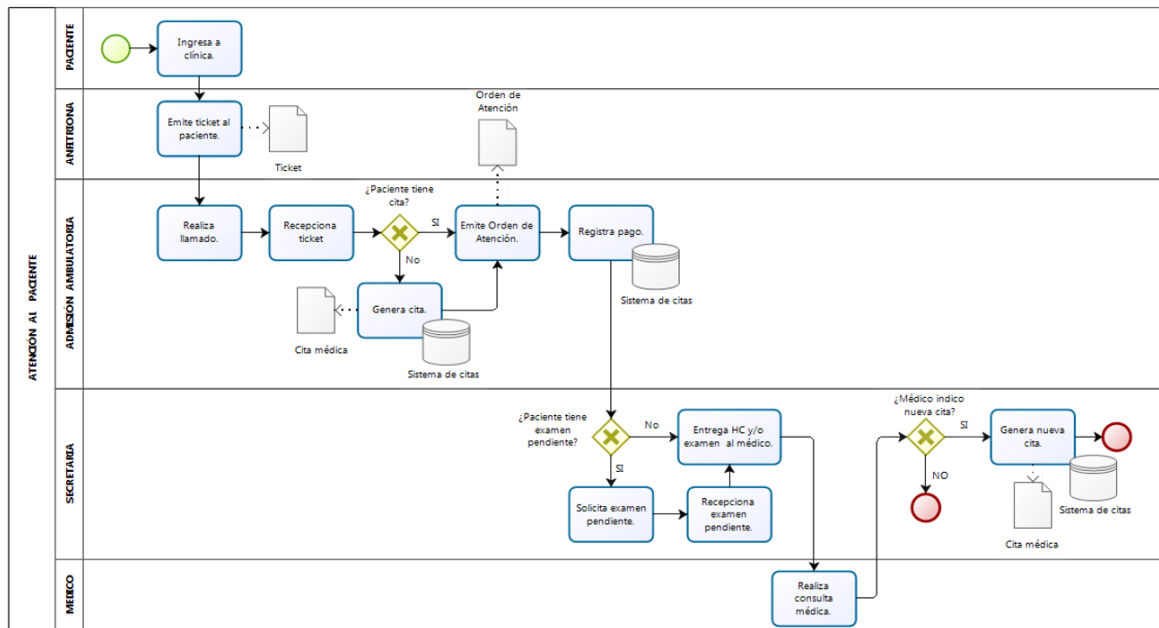
### Anexo A.3. Flujo de atención de paciente al ingresar por emergencia.



Fuente: Clínica San Pablo - Trujillo.




## Anexo A.4. Ingreso por atención ambulatoria.



Fuente: Clínica San Pablo - Trujillo.

**Anexo A.5. Manual de organización y funciones.**

 <p>CLÍNICA LA MERCED S.A.C.</p>	<p><b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b></p>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	1 de 15


## MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA: MANTENIMIENTO


**ADVERTENCIA:**

El presente documento es propiedad de la Clínica La Merced S.A.C. y no puede ser reproducido en todo o en parte, ni facilitado a terceros sin el conocimiento y autorización de la Gerencia General o área encargada de su control.

ELABORADO: Coordinador de Procesos	REVISADO: Jefe de Mantenimiento	APROBADO: Gerente General
Ing. Alberto Miñano	Ing. Manu Cossio	Dr. Luis Sussoni
03/07/2017	05/07/2017	06/07/2017


 Clínica La Merced S.A.C.  
 Ing. Alberto Miñano Perez  
 Encargado de Procesos


 Clínica La Merced S.A.C.  
 Ing. Manu Cossio Rojas  
 JEFE DE MANTENIMIENTO


 Clínica La Merced S.A.C. 1  
 Luis Sussoni Geronimo  
 GERENTE GENERAL

	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	2 de 15

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	REFERENCIAS Y/O BASE LEGAL.....	3
4.	OBJETIVOS DEL ÁREA .....	3
5.	ORGANIGRAMA .....	4
6.	PERFIL Y FUNCIONES DEL PUESTO .....	5
7.	CONTROL DE CAMBIOS .....	15

 <p>CLÍNICA LA MERCED S.A.C.</p>	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	3 de 15

### 1. INTRODUCCIÓN

El Manual de Organización y Funciones es el documento de gestión que expone detalladamente la estructura y funciones de la dependencia, especifica las líneas de autoridad y responsabilidad inherente al cargo y las líneas de interrelación, cuyo cumplimiento contribuye a lograr los objetivos funcionales de las unidades orgánicas que conforman la Clínica La Merced SAC.

### 2. ALCANCE

El alcance de aplicación de este manual se circunscribe a todo el personal del Área de Mantenimiento de la Clínica La Merced S.A.C, teniendo carácter obligatorio su conocimiento.

### 3. REFERENCIAS Y/O BASE LEGAL

- RM N° 482-96-SA/DM Norma Técnica para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria.
- RM N° 064-2001-SA/DM Norma Técnica para Proyectos de Arquitectura y Equipamiento de las Unidades de Emergencia de los Establecimientos de Salud.
- NTS N° 021-MINSA/DGSP-V.01, De la Categorización de los Establecimiento de Sector Salud.
- NTS N° 037 MINSA-OGDN V.01. Para señalización de seguridad de los establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo.
- NTS N° 042-MINSA/DGSP-V.01, De los Servicios de Emergencias.
- NTS N° 031-MINSA/DGSP-V.01, De los Servicios de Cuidados Intensivos e Intermedios.
- NTS N° 051-MINSA/DGSP-V.01, Del Transporte Asistido de pacientes por Vía Terrestre.
- Ley N° 19338 - Ley del Sistema de Defensa Civil.
- DS N° 005-88-SGMD - Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Defensa Civil.
- CSPT.SGC.P.01 Procedimiento de control de documentos y registros.
- Norma ISO 9001:2008 –Sistema de Gestión de la Calidad.

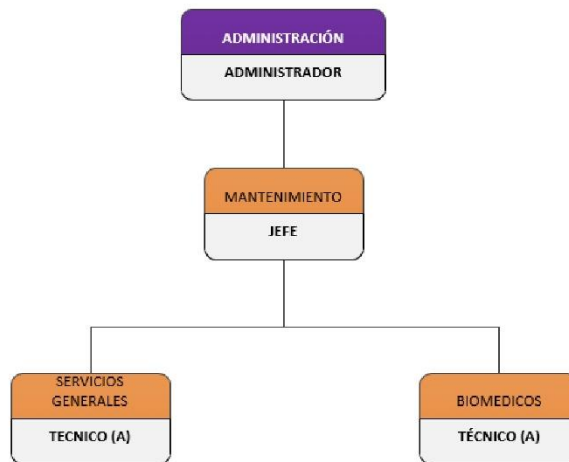
### 4. OBJETIVOS DEL ÁREA

El área de Mantenimiento, tiene como principales objetivos los siguientes:

- Brindar servicio de mantenimiento oportuno y de calidad.
- Gestionar eficiente y eficazmente los suministros para el correcto funcionamiento.

- Ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura, mobiliario y los equipos médicos / biomédicos de la Clínica, Área de Hospitalización, áreas administrativas y otros.
- Planeación, programación, ejecución y control del mantenimiento preventivo de los equipos minimizando el mantenimiento correctivo.
- Mantener la confiabilidad de los equipos
- Establecer el tiempo de vida útil para reposición de los equipos.
- Optimizar la disponibilidad del equipo Hospitalario
- Disminuir los costos de mantenimiento y optimizar los recursos humanos.
- Garantizar la vida útil de Instalaciones y Equipos.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

**5. ORGANIGRAMA**



 <b>Clínica San Pablo</b> Trujillo CLÍNICA LA MERCED S.A.C.	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES          DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Código:</b>	CSPT.MAN.M.01
		<b>Versión:</b>	V.03
		<b>Vigencia:</b>	07/07/2017
		<b>Página:</b>	5 de 15

## 6. PERFIL Y FUNCIONES DEL PUESTO

### 6.1 PERFIL DE PUESTO: JEFE DE MANTENIMIENTO

Descripción	Información de Detalle
Reporta a:	Administrador
Supervisa a:	Técnico (a) de Mantenimiento.
Perfil de Puesto	
Educación y Formación:	Estudios Universitarios de Ingeniería Industrial, Electromecánica o afines
Experiencia:	03 años en puestos afines
Habilidades:	Liderazgo. Planificación y organización. Solución de Problemas. Orientación a resultados.
Otros conocimientos:	Ms. Office nivel usuario

### 6.2 FUNCIONES DE PUESTO: JEFE DE MANTENIMIENTO

FUNCIONES GENERALES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar al área de Mantenimiento ante la administración y/o Gerencia General.</li> <li>• Dar conformidad de trabajo de proveedores (por cotizaciones), para la realización de servicios por terceros, pedidos internos para retiro de materiales y compra.</li> </ul>

- Supervisar el mantenimiento preventivo de los equipos en toda la clínica.
- Realizar el seguimiento de los trabajos realizados por el personal del área de mantenimiento.
- Elaborar el programa de Mantenimiento Preventivo Anual.
- Generar y remitir los reportes, indicadores y/o documentos a las instancias correspondientes, manteniendo informada a la Administración, así como acudir a las reuniones de Jefaturas convocada por la Gerencia.
- Revisar los manuales de funciones, procesos y otros documentos internos que aseguren el buen funcionamiento de área y del proceso.
- Participar con diferentes áreas en la elaboración y ajustes de procedimientos para la mejora continua en el servicio y la calidad de atención a nuestros clientes.
- Promover la interacción y comunicación del personal con las áreas de mayor coordinación.
- Elaborar informes técnicos y aprobar informes de los técnicos sobre el estado de los equipos, mobiliario e instalaciones de la clínica.
- Elaborar informes técnicos de baja y dar conformidad a las áreas solicitantes.
- Gestionar con el área correspondiente la solicitud de los materiales de oficina, muebles y equipos necesarios para el normal desenvolvimiento del área.
- Coordinar y apoyar en el proceso de selección y evaluación del personal.
- Capacitar al personal nuevo así como también al personal antiguo y realizar evaluaciones constantes del personal (Inducciones y capacitaciones)
- Programar horarios y vacaciones del personal en coordinación con Recursos Humanos.
- Cumplir las normas, reglamentos, procedimientos, protocolos, manuales y disposiciones vigentes de la Clínica a fin de lograr un óptimo desarrollo del servicio.
- Planificar la actualización de la estructura y funciones de los sistemas de

refrigeración y aire acondicionado, incorporando nuevas tecnologías.

- Supervisar los trabajos del personal de mantenimiento y de los terceros que realicen trabajos dentro de Clínica.
- Planificar la ejecución del mantenimiento preventivo de la infraestructura, mobiliario y los equipos médicos / biomédicos de la Clínica, Área de Hospitalización, áreas administrativas y otros.
- Planificar la programación, ejecución y control del mantenimiento preventivo de los equipos.
- Planificar la disminución de los costos de mantenimiento y la optimización de los recursos humanos.
- Realizar otras funciones que le encomiende la Administración y/o Gerencia General.

#### FUNCIONES ESPECIFICAS

- Evaluar, elaborar informes técnicos y determinar el destino de los equipos que necesiten ser reparados por terceros realizando el seguimiento respectivo.
- Comunicar verbalmente o por escrito a cada uno de los técnicos, las decisiones y/o directivas indicadas por la Administración.
- Supervisar el mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos, equipos de esterilización, monitores de emergencia, EkG, desfibrilador, otoscopio, entre otros.
- Supervisar el control y manejo de la estación central de oxígeno líquido de manera que se mantenga a la presión óptima y chequear el ingreso/egreso de los cilindros y termas eléctricas.
- Supervisar y apoyar los trabajos de mantenimiento de las instalaciones de la Clínica.
- Planear los trabajos de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado tipo ventana, Split y paquete, de acuerdo al diagnóstico y siguiendo las



 <p>CLÍNICA LA MERCED S.A.C.</p>	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	8 de 15

<p>recomendaciones del fabricante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar requerimientos de materiales, suministros e insumos que se necesitan para el normal desenvolvimiento del área</li> <li>• Efectuar el seguimiento correspondiente de los pedidos de materiales, repuestos para la compra a logística.</li> <li>• Atender a proveedores que vienen a cotizar trabajos externos.</li> <li>• Coordinar, programar y ejecutar el mantenimiento preventivo de los activos fijos.</li> <li>• Verificar la operatividad de los equipos y el diagnostico de los mismos.</li> </ul>
---

### 6.3 PERFIL DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO

Descripción	Información de Detalle
Reporta a:	Jefe de Mantenimiento
Supervisa a:	-
Perfil de Puesto	
Educación y Formación:	De preferencia estudios Técnicos en Electricidad, Mecánica, Gasfitería, Carpintería o afines.
Experiencia:	01 año en puestos afines.
Habilidades:	Orientación a resultados. Trabajo en equipo. Proactividad.
Otros conocimientos:	

 <p>CLÍNICA LA MERCED S.A.C.</p>	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	9 de 15

#### 6.4 FUNCIONES DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO (SERVICIOS GENERALES)

FUNCIONES ESPECIFICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con la Jefatura de Mantenimiento la distribución de la carga de trabajo diario.</li> <li>• Verificar el estado de los aparatos sanitarios de hospitalización y realizar el mantenimiento básico.</li> <li>• Apoyar en la reparación de equipos electrodomésticos.</li> <li>• Entregar diariamente las órdenes de trabajo debidamente llenadas a la jefatura de mantenimiento.</li> <li>• Realizar el mantenimiento de las válvulas de compuerta.</li> <li>• Realizar el mantenimiento de los desagües troncales.</li> <li>• Realizar el mantenimiento de las llaves mezcladoras, caños de los lavatorios etc.</li> <li>• Realizar el mantenimiento de las Cisternas y tanques elevados.</li> <li>• Apoyar en el mantenimiento de los tableros eléctricos de automatización de las electrobombas.</li> <li>• Verificar el buen funcionamiento de los ablandadores de agua.</li> <li>• Realizar el mantenimiento en pintura de las paredes, techos, muebles, puertas, sillas, sillones, pasamanos, etc. en el área de hospitalización, consultorios y otras áreas administrativas.</li> <li>• Realizar trabajos de apoyo a las distintas especialidades según indique la jefatura.</li> <li>• Apoyar en el control de la central de oxígeno</li> <li>• Elaborar Informes técnicos previos y culminada la labor.</li> <li>• Realizar otras funciones que le asigne su Jefatura.</li> </ul>

 <b>Clínica San Pablo</b> Trujillo CLÍNICA LA MERCED S.A.C.	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES          DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	10 de 15

**6.5 FUNCIONES DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO (INFRAESTRUCTURA – AIRE ACONDICIONADO)**

FUNCIONES ESPECIFICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con la Jefatura de Mantenimiento la distribución de la carga de trabajo diario.</li> <li>• Revisar diariamente a primera hora, la Temperatura y el % de Humedad de los ambientes especiales (Resonancia Magnética, Tomografía, Medicina Nuclear y Hemodinámica). Así como también elaborar los reportes correspondientes.</li> <li>• Reparar, mantener e instalar todo lo referente a los aires acondicionados, sistemas de calefacción por conductos, y tipos de aire, ventana split, portátiles, o por conductos, en la clínica según el cronograma establecida por la Jefatura.</li> <li>• Manejar las características y aplicaciones de componentes electrónicos básicos, empleados en circuitos analógicos y digitales presentes en diversos sistemas.</li> <li>• Ejecutar y coordinar los trabajos de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado tipo ventana, split y paquete, de acuerdo al diagnóstico y siguiendo las recomendaciones del fabricante.</li> <li>• Entregar diariamente las órdenes de trabajo debidamente llenadas a la Administración del Área.</li> <li>• Elaborar informes de trabajo realizado y mejoras en los sistemas de Aire acondicionado</li> <li>• Realizar otras funciones que le asigne su Jefatura.</li> </ul>

 <p>CLÍNICA LA MERCED S.A.C.</p>	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	11 de 15

#### 6.6 FUNCIONES DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO (INFRAESTRUCTURA – ELECTRICISTA)

FUNCIONES ESPECIFICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con el jefe, la distribución de la carga de trabajo diario.</li> <li>• Apoyar en la solución de problemas eléctricos de la clínica.</li> <li>• Ejecutar labores de instalación, reparación y mantenimiento de circuitos y equipos eléctricos.</li> <li>• Inspeccionar y controlar los sistemas de suministro de energía eléctrica y tableros eléctricos de los diferentes ambientes de la Clínica.</li> <li>• Revisar y determinar el estado de conservación de equipos y/o instalaciones eléctricas.</li> <li>• Realizar el mantenimiento preventivo y reparación de equipos y artefactos eléctricos de sala de operaciones, equipos de iluminación, redes eléctricas, líneas a tierra del área de hospitalización, consultorios en general, servicios de emergencia, Nutrición, etc.</li> <li>• Programar el mantenimiento preventivo de los equipos y motores eléctricos.</li> <li>• Realizar trabajos en el sistema eléctrico de los sistemas de puesta a tierra, baterías, lámparas cialíticas, incubadoras, equipos dentales, etc.</li> <li>• Realizar el mantenimiento preventivo de las electrobombas de agua limpia y pozo séptico.</li> <li>• Realizar el mantenimiento de equipos mecánicos de Medicina Física, de rehabilitación Cardíaca (bicicletas, fajas, etc.).</li> <li>• Apoyar en la revisión la central de oxígeno de manera que se mantenga a la presión óptima.</li> <li>• Realizar trabajos de apoyo a las distintas especialidades según indique la jefatura</li> <li>• Realizar otras funciones que le asigne el Jefe de Mantenimiento.</li> </ul>

11

 <b>Clínica San Pablo</b> Trujillo CLÍNICA LA MERCED S.A.C.	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES          DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Código:</b>	CSPT.MAN.M.01
		<b>Versión:</b>	V.03
		<b>Vigencia:</b>	07/07/2017
		<b>Página:</b>	12 de 15

**6.7 FUNCIONES DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO (INFRAESTRUCTURA – MECÁNICO)**

FUNCIONES ESPECIFICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entregar diariamente las órdenes de trabajo debidamente llenadas a la Jefatura de mantenimiento.</li> <li>• Realizar mantenimiento de Grupos Electrógenos, parte mecánica.</li> <li>• Realizar mantenimiento preventivo de camas, camillas, silla de ruedas, sillas comunes.</li> <li>• Ejecutar mantenimiento de equipos mecánicos de Medicina Física, de Rehabilitación Cardíaca: bicicletas, fajas etc.</li> <li>• Apoyar para el mantenimiento preventivo de electro-bomba, bombas sumergibles y Central de Aspiración.</li> <li>• Administrar, ejecutar y registrar todo el programa de mantenimiento preventivo local y externo de los equipos mecánicos.</li> <li>• Apoyar en el mantenimiento de las instalaciones sanitarias de la Clínica.</li> <li>• Verificar el buen funcionamiento de los ascensores.</li> <li>• Realizar el mantenimiento a la Central de Aspiración.</li> <li>• Realizar el mantenimiento a las Electro-bombas</li> <li>• Apoyar en el mantenimiento de algunos equipos mecánico - eléctricos de hospitalización.</li> <li>• Realizar trabajos de apoyo a las distintas especialidades según indique la jefatura</li> <li>• Realizar otras funciones que le asigne el Jefe de Mantenimiento.</li> </ul>

 <b>Clínica San Pablo</b> Trujillo CLÍNICA LA MERCED S.A.C.	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES          DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Código:</b>	CSPT.MAN.M.01
		<b>Versión:</b>	V.03
		<b>Vigencia:</b>	07/07/2017
		<b>Página:</b>	13 de 15

#### 6.8 PERFIL DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO (BIOMÉDICO)

Descripción	Información de Detalle
Reporta a:	Jefe de Mantenimiento
Supervisa a:	-
Perfil de Puesto	
Educación y Formación:	De preferencia estudios Técnicos en Electricidad, Mecánica o afines.
Experiencia:	01 año en puestos afines.
Habilidades:	Orientación a resultados. Trabajo en equipo. Proactividad.
Otros conocimientos:	

#### 6.9 FUNCIONES DE PUESTO: TÉCNICO (A) DE MANTENIMIENTO (BIOMÉDICO)

FUNCIONES ESPECIFICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con la Jefatura de Mantenimiento la distribución de la carga de trabajo diario.</li> <li>• Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos de hospitalización y áreas afines.</li> <li>• Resolver problemas relacionados a Equipos Médicos, evaluando el tipo de falla, priorizar tareas a realizar y derivar para mantención correctiva externa o interna.</li> </ul>

- Lograr disminuir costo de reparaciones externas y solucionar fallas de equipos médicos en corto plazo, teniendo como objetivo principal la seguridad del paciente.
- Administrar, ejecutar y registrar todo el programa de mantenimiento preventivo de los equipos médicos.
- Prevenir y capacitar a los usuarios para evitar reincidir en las fallas provocadas por los usuarios.
- Elaborar Informes técnicos previos y al finalizar la labor.
- Entregar diariamente las órdenes de trabajo debidamente llenadas a la jefatura de mantenimiento.
- Realizar el mantenimiento de reguladores de oxígeno y vacuómetros empotrados.
- Realizar el mantenimiento preventivo de los aspiradores portátiles y tensiómetros.
- Apoyo en la solución de problemas eléctricos y de otras especialidades.
- Apoyar en el mantenimiento y reparación de equipos electrodomésticos (televisores, hornos micro-ondas, licuadoras, etc.) de Hospitalización.
- Realizar otras funciones que asigne la jefatura del área.

 <b>Clínica San Pablo</b> Trujillo CLÍNICA LA MERCED S.A.C.	<b>MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES          DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>	Código:	CSPT.MAN.M.01
		Versión:	V.03
		Vigencia:	07/07/2017
		Página:	15 de 15

#### 7. CONTROL DE CAMBIOS

El presente documento tiene vigencia de 2 años, contados a partir de la fecha de inicio de vigencia, pudiendo ser revisado o modificado de ser necesario.

Vers.	Fecha de Vigencia	Breve descripción del cambio	Sección(es) afectada(s)
01	14/02/2014	Publicación del documento	
02	22/01/2015	Revisión de funciones.	Todo el documento.
03	07/07/2017	Actualización de funciones y perfiles de los puestos.	Todo el documento.

Solo se registrarán las 3 últimas versiones del documento.