



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Plan de mejora de procesos para reducir los tiempos improductivos en la
central de esterilización de un centro oftalmológico

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTORES

Reyes Garibay, Renzo Alonso
ORCID: 0000-0001-5455-6336

Rodríguez Cabanillas, Johan Alejandro
ORCID: 0000-0002-2167-5491

ASESOR

Falcón Tuesta, José Abraham
ORCID: 0000-0002-1070-7304

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Reyes Garibay, Renzo Alonso

DNI: 72625954

Rodríguez Cabanillas, Johan Alejandro

DNI: 46450955

Datos de asesor

Falcón Tuesta, José Abraham

DNI: 081883404

Datos del jurado

JURADO 1

Quispe Canales, Gustavo Raúl

DNI: 08766026

ORCID: 0000-0002-1871-1295

JURADO 2

Rivera Lynch, César Armando

DNI: 07228483

ORCID: 0000-0001-9418-5066

JURADO 3

Rodríguez Vásquez, Miguel Alberto

DNI: 08544988

ORCID: 0000-0001-9829-2571

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

DEDICATORIA

A mis padres y amigos que siempre me apoyaron y motivaron durante mi carrera universitaria.

Reyes Garibay, Renzo Alonso

Dedico la presente tesis, con todo mi cariño a las personas más importantes en mi vida, mis padres, porque sin vuestro constante apoyo y motivación no hubiese sido posible lograrlo este éxito. Les agradezco que me hayan formado con principios, valores, por esto les doy mi trabajo en ofrenda de tanta dedicación y amor.

Rodríguez Cabanillas, Johan Alejandro

AGRADECIMIENTO

En agradecimiento a nuestro asesor, el Ing. José Falcón, por su guía y por compartirnos sus conocimientos. Y también al centro oftalmológico por brindarnos las facilidades al realizar la presente investigación.

Reyes Garibay, Renzo Alonso

Rodríguez Cabanillas, Johan Alejandro

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática	5
1.5 Importancia y justificación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Marco histórico	8
2.2 Antecedentes del estudio de investigación	10
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	15
2.3.1 Mejora de procesos	15
2.3.2 Diagrama de causa-efecto	16
2.3.3 Árbol de problemas.....	16
2.3.4 Ingeniería de métodos	17
2.3.5 Estudio de tiempos.....	19
2.3.6 Tiempo estándar.....	19
2.3.7 Diagrama de análisis del proceso (DAP).....	23
2.3.8 Diagrama de recorrido	23
2.3.9 Metodología 5S.....	24
2.3.10 Mantenimiento autónomo	30
2.4 Definición de términos básicos	32
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis.....	34
2.6 Hipótesis	35
2.6.1 Hipótesis general.....	35
2.6.2 Hipótesis específicas.....	35
2.7 Variables	35

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	36
3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación	36
3.2 Población y muestra.....	37
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.3.1 Técnicas e instrumentos	39
3.3.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	40
3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos	41
3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos.....	42
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
4.1 Presentación de resultados	43
4.2 Análisis de resultados	112
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS	127
ANEXOS	134
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	134
Anexo 2: Matriz de operacionalización	135
Anexo 3: Permiso de la empresa.....	136
Anexo 4: Hallazgos tarjetas rojas	137
Anexo 5: Diagrama de Recorridos Inicial - Vapor	140
Anexo 6: Diagrama de Recorridos Inicial – Gas	142
Anexo 7: Diagrama de Recorridos Propuesto - Vapor	144
Anexo 8: Diagrama de Recorridos Propuesto - Gas	145
Anexo 9: Registro de paradas imprevistas Pre Test	146
Anexo 10: Lista de Verificación Mantenimiento Autónomo	148
Anexo 11: Registro de paradas imprevistas Post Test.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de centro quirúrgico semestre I – 2019.....	1
Tabla 2. Indicadores de centro quirúrgico semestre II – 2021.....	2
Tabla 3. Unidad de análisis y muestras pre test y post test.....	39
Tabla 4. Técnicas e instrumentos utilizados para cada variable	40
Tabla 5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	42
Tabla 6. Muestra objetivo 1 pre test – Vapor	48
Tabla 7. Muestra objetivo 1 pre test – Gas	48
Tabla 8. Cálculo de holguras	49
Tabla 9. Tiempos observados pre test etapa de preparación de carga – Vapor	50
Tabla 10. Tiempos estándar pre test etapa de preparación de carga – Vapor.....	51
Tabla 11. Tiempos observados pre test etapa de preparación de carga - Gas.....	52
Tabla 12. Tiempos estándar pre test etapa de preparación de carga - Gas	53
Tabla 13. Resumen de tarjetas rojas	57
Tabla 14. Estándar de limpieza del proceso a vapor.....	63
Tabla 15. Estándar de limpieza del proceso a gas	63
Tabla 16. Tiempos observados post test etapa de preparación de carga - Vapor	65
Tabla 17. Tiempos estándar post test etapa de preparación de carga - Vapor.....	66
Tabla 18. Tiempos observados post test etapa de preparación de carga - Gas	67
Tabla 19. Tiempos estándar post test etapa de preparación de carga - Gas.....	68
Tabla 20. Muestra objetivo 1 post test – Vapor.....	75
Tabla 21. Muestra objetivo 1 post test – Gas.....	76
Tabla 22. Muestra objetivo 2 pre test – Vapor.....	76
Tabla 23. Muestra objetivo 2 pre test – Gas	77
Tabla 24. Tiempos observados pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor	79
Tabla 25. Tiempos estándar pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor	81
Tabla 26. Tiempos observados pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas	83
Tabla 27. Tiempos estándar pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas ...	85
Tabla 28. Tiempos observados post test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor	94

Tabla 29. Tiempos estándar post test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor	95
Tabla 30. Tiempos observados post test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas	96
Tabla 31. Tiempos estándar post test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas .	97
Tabla 32. Muestra objetivo 2 Post test – Vapor.....	101
Tabla 33. Muestra objetivo 2 Post test – Gas	102
Tabla 34. Muestra objetivo 3 pre Test	103
Tabla 35. Estándar de lubricación e inspección del esterilizador a vapor	104
Tabla 36. Estándar de lubricación e inspección del esterilizador Sterivac	104
Tabla 37. Muestra objetivo 3 post test	110
Tabla 38. Resumen de resultados	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas del centro oftalmológico	4
Figura 2. Evolución del marco histórico.....	10
Figura 3. Diagrama de causa-efecto	16
Figura 4. Árbol de problemas	17
Figura 5. Holguras recomendadas	22
Figura 6. Símbolos de diagrama de análisis de procesos.....	23
Figura 7. Diagrama de recorrido	24
Figura 8. Resumen de las etapas 5S.....	26
Figura 9. Tarjeta roja	28
Figura 10. Justificación de la hipótesis	34
Figura 11. Etapas del proceso de esterilización	44
Figura 12. Diagrama de causa-efecto – Tiempos improductivos	45
Figura 13. Foto 1 zona de empaquetado auxiliar antes de 3S.....	46
Figura 14. Foto 2 zona de empaquetado auxiliar antes de 3S.....	46
Figura 15. Foto 1 zona de empaquetado antes de 3S.....	46
Figura 16. Foto área de lavado antes de 3S	47
Figura 17. Foto zona de etiquetado y almacenamiento antes de 3S	47
Figura 18. Secuencia de pasos para aplicar 3S	49
Figura 19. DAP pre test preparación de carga - Vapor.....	55
Figura 20. DAP pre test preparación de carga - Gas	56
Figura 21. Control Visual de selladora de bolsas	58
Figura 22. Etiquetas para clasificar rollo de bolsas	59
Figura 23. Control Visual de cajones de mesa de trabajo.....	59
Figura 24. Controles Visuales de Esterilizador de vapor.....	60
Figura 25. Delimitación de zonas de coches - Matachana.....	60
Figura 26. Control visual coche de transporte - Matachana	61
Figura 27. Controles visuales de esterilizador a gas	62
Figura 28. DAP post test preparación de carga - Vapor	70
Figura 29. DAP post test preparación de carga - Gas	71
Figura 30. Foto 1 zona de empaquetado auxiliar tras 3S.....	72
Figura 31. Foto 2 zona de empaquetado auxiliar tras 3S.....	73

Figura 32. Foto 1 zona de empaquetado tras 3S	73
Figura 33. Foto 2 zona de empaquetado tras 3S	74
Figura 34. Foto 1 área de lavado tras 3S.....	74
Figura 35. Foto 2 área de lavado tras 3S.....	74
Figura 36. Foto zona de etiquetado y almacenamiento tras 3S	75
Figura 37. Secuencia de pasos para aplicar la ingeniería de métodos	78
Figura 38. DAP pre test esterilización y almacenamiento - Vapor	88
Figura 39. DAP pre test esterilización y almacenamiento - Gas	89
Figura 40. Cuadro comparativo de actividades esterilización y almacenamiento - Vapor	91
Figura 41. Cuadro comparativo de actividades esterilización y almacenamiento - Gas	92
Figura 42. DAP post test esterilización y almacenamiento - Vapor.....	99
Figura 43. DAP post test esterilización y almacenamiento - Gas.....	100
Figura 44. Secuencia de pasos para aplicar el mantenimiento autónomo	103
Figura 45. Control visual de válvula de planta de tratamiento de agua.....	106
Figura 46. Control visual de presión de bomba de agua.....	106
Figura 47. Control visual de llave de paso.....	107
Figura 48. Control visual de nivel del agua	107
Figura 49. Control visual de presión de aire comprimido - Matachana	108
Figura 50. Control visual de presión de llegada de aire comprimido - Sterivac.....	108
Figura 51. Hoja de capacitación	109
Figura 52. Prueba de normalidad H1 – Vapor pre test	113
Figura 53. Prueba de normalidad H1 – Gas pre test	114
Figura 54. Prueba de normalidad H1 – Vapor post test.....	114
Figura 55. Prueba de normalidad H1 – Gas post test.....	115
Figura 56. Prueba de Hipótesis H1 - Vapor.....	115
Figura 57. Prueba de Hipótesis H1 - Gas.....	116
Figura 58. Estadísticos descriptivos H1 - Vapor	117
Figura 59. Estadísticos descriptivos H1 - Gas	117
Figura 60. Prueba de normalidad H2 – Vapor pre test	118
Figura 61. Prueba de normalidad H2 – Gas pre test	118
Figura 62. Prueba de normalidad H2 – Vapor post test.....	119
Figura 63. Prueba de normalidad H2 – Gas post test.....	119
Figura 64. Prueba de Hipótesis H2 - Vapor.....	120

Figura 65. Prueba de Hipótesis H2 - Gas.....	120
Figura 66. Estadísticos descriptivos H2 - Vapor	121
Figura 67. Estadísticos descriptivos H2 - Gas	121
Figura 68. Prueba de normalidad H3 – Pre test	122
Figura 69. Prueba de normalidad H3 – Post test.....	122
Figura 70. Prueba de hipótesis H3	123
Figura 71. Estadísticos descriptivos H3.....	124

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la central de esterilización de un centro oftalmológico que contaba con dos tipos de procesos de esterilización uno a vapor y otro a gas. El objetivo general de la investigación fue elaborar un plan de mejora de procesos que permita reducir los tiempos improductivos.

Algunos de los problemas presentes eran áreas totalmente desordenadas, falta de controles visuales, distancias largas entre las zonas de trabajo, falta de capacitación y constantes paradas de máquina. En consecuencia, se generaban una gran cantidad de tiempos improductivos que causaban que muchas cirugías sean reprogramadas o canceladas por falta de material estéril.

Por estas razones, se planteó la elaboración de un plan de mejora basado en las 3S , la ingeniería de métodos y el mantenimiento autónomo que permitió reducir los tiempos improductivos en los procesos de esterilización de vapor y gas.

La aplicación de las 3S permitió mantener las áreas ordenadas y limpias reduciendo los tiempos de la etapa de preparación de carga en los procesos de esterilización a vapor y gas en 7.4% y 9.8% respectivamente. Por otro lado, la aplicación de las herramientas de la ingeniería de métodos permitió reducir los tiempos de la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso a vapor en 24.9% y en el de gas en 2.7%. Y la aplicación del mantenimiento autónomo permitió reducir los tiempos de paradas de los equipos esterilizadores en un 30.8%.

Palabras claves: Tiempos improductivos, ingeniería de métodos, 3S , mantenimiento autónomo, centro oftalmológico, esterilizadores.

ABSTRACT

This research was carried out in the sterilization center of an ophthalmological center that had two types of sterilization processes, one steam and the other gas. The general objective of the research was to elaborate a process improvement plan to reduce unproductive times.

Some of the problems present were totally disordered areas, lack of visual controls, long distances between work areas, lack of training and constant machine stoppages. As a result, a large amount of unproductive time was generated, causing many surgeries to be rescheduled or cancelled due to lack of sterile material.

For these reasons, the development of an improvement plan based on 3S, method engineering and autonomous maintenance was proposed to reduce unproductive times in the steam and gas sterilization processes.

The application of the 3S allowed keeping the areas tidy and clean, reducing the times of the load preparation stage in the steam and gas sterilization processes by 7.4% and 9.8%, respectively. On the other hand, the application of method engineering tools reduced sterilization and storage times in the steam process by 24.9% and in the gas process by 2.7%. And the application of autonomous maintenance allowed reducing the downtime of the sterilizing equipment by 30.8%.

Key words: Nonproductive times, methods engineering, 3S, autonomous maintenance, ophthalmologic center, sterilizers.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se sitúa en un centro oftalmológico que presenta problemas en sus procesos de esterilización de materiales, como desorden en las zonas de trabajo, fallas en los equipos esterilizadores, largas distancias entre las zonas de trabajo, entre otros.

Por estas razones se elaboró un plan de mejora de procesos para reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico.

El capítulo I del trabajo de investigación es el planteamiento del problema, en el cual se describen a detalle todos los diferentes problemas que aquejan al centro oftalmológico. Asimismo, también se explica la importancia y justificación de la investigación, además de plantear los objetivos de la investigación.

El capítulo II se enfoca en el marco teórico de la investigación, en él se detallan las variables y todas las metodologías y herramientas que fueron aplicadas durante la investigación. Así como también antecedentes de investigaciones pasadas, definiciones de términos básicos y la hipótesis.

El capítulo III se presenta la metodología de la investigación en el cual se define la enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación. Así como también se detalla la población, muestra, técnica e instrumentos para la recolección de datos.

El capítulo IV consiste en la presentación y análisis de resultados, en él se describe a detalle de qué manera fueron aplicadas las herramientas y metodología. Para las 3S primero se aplicaron las tarjetas rojas y se clasificaron los materiales y objetos necesarios del área. Luego, se organizaron las zonas de trabajo y se incorporaron controles visuales. Por último, se establecieron estándares de limpieza y se designó a un responsable que se encargara de supervisar. Por otro lado, para la ingeniería de métodos primero se hizo una toma de tiempos, se calculó el tiempo estándar y con ello se elaboró un DAP y diagrama de recorridos. Seguidamente, se analizaron ambos diagramas y se elaboró una propuesta de mejora mediante un DAP y un diagrama de recorridos mejorados.

Para el mantenimiento autónomo, primero se elaboraron estándares de lubricación e inspección para ambos equipos esterilizadores. Luego se colocaron controles visuales con información relevante de los parámetros de uso de los equipos y al final se realizó una capacitación sobre las nuevas medidas aplicadas y sobre cómo actuar frente a un incidente.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Tirado, Pérez, Rivas y Linares (2011) Las afecciones visuales no son causa de mortalidad, por lo cual no constituyen prioridad en las políticas sanitarias de los gobiernos, ni en los programas de cooperación para el desarrollo de casi ningún país del mundo, menos si son subdesarrollados. Esto último es comprensible debido a las múltiples enfermedades que azotan a los pueblos del tercer mundo, donde las enfermedades oculares pasan a un segundo plano.

En consecuencia, el presupuesto asignado a los centros de atención ocular es muy limitado, restringiendo el compromiso social de brindar una atención oportuna en vista de la mejora a los pacientes.

El centro oftalmológico, brinda servicios de atención ocular haciendo posible el mantener y mejorar la salud ocular de todos sus pacientes.

Este centro oftalmológico tiene personal profesional de primer nivel, capacitado y experimentado en el rubro y cuenta con equipos de alta tecnología de vanguardia.

A fin de tener una referencia de intervenciones quirúrgicas del centro oftalmológico, se presenta la tabla N°1 que nos muestra el primer semestre del año 2019, antes del Covid-19 realizaba en promedio 1,100 intervenciones quirúrgicas mensuales y su porcentaje de intervenciones quirúrgicas suspendidas era del 1,97%.

Tabla N° 1
Indicadores de centro quirúrgico semestre I – 2019

Indicador	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Semestre
Número de Intervenciones Quirúrgicas programadas	1,054	1,054	1,254	1,084	1,189	1,066	1110
Promedio de cirugías programadas por día	44	42	48	47	46	43	45
Porcentaje de intervenciones Quirúrgicas suspendidas	1,9	2,3	1.5	2.3	2	1.8	1.97

Fuente: Pagina web centro oftalmológico

Tabla N° 2
Indicadores de centro quirúrgico semestre II – 2021

Indicador	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Semestre
Número de Intervenciones Quirúrgicas programadas	206	408	482	484	565	488	439
Promedio de cirugías programadas por día	9	16	19	19	22	20	17.5
Porcentaje de intervenciones Quirúrgicas suspendidas	3,9	3,4	3,5	2,5	2,0	2,9	3.03

Fuente: Pagina web centro oftalmológico

En la actualidad la cantidad de intervenciones quirúrgicas se ha visto limitada por el Covid-19, y se ha estado manteniendo; en la tabla N°2 se muestran los indicadores quirúrgicos del segundo semestre en el que se han hecho un promedio de 439 atenciones quirúrgicas por mes, pese a ser menor el número de atenciones el porcentaje de suspensión de atenciones quirúrgicas ha aumentado, siendo en la de este semestre 3.03% reflejando un incremento del 1.06% este incremento refleja que la atención de calidad brindada hacia los pacientes disminuya, ya que la reprogramación de una cirugía implica que hubieron demoras excesivas o no se pudo hacer la atención quirúrgica y la misma fue suspendida, hecho que ha causado descontento en los pacientes y especialmente aquellos que viajan de provincia para ser intervenidos en el centro oftalmológico, ya que tienen que esperar más tiempo, generándoles un mayor costo al alargar su estancia en Lima e incomodidad.

La presente investigación se enfoca en el área de central de esterilización, que es la encargada de esterilizar el material médico, de modo que este pueda llegar a tiempo a las intervenciones quirúrgicas que realiza el área de centro quirúrgico y Hospitalización.

Para esterilizar los materiales médicos, esta área cuenta con cuatro esterilizadores que trabajan de lunes a sábado en un turno en la mañana y otro en la tarde, abasteciendo estos días a los quirófanos por lo cual no se debería interrumpir su trabajo.

De estos equipos, tres tienen una antigüedad mayor a 10 años y están distribuidos en el tercer piso del centro quirúrgico, entre el año 2018 y 2019 se realizó la contratación de un servicio de remodelación del ambiente de central de esterilización, en el cual los equipos de mayor volumen fueron ubicados en el 1er piso y a su vez se adquirió

el cuarto equipo esterilizador, siendo este más moderno y de mayor capacidad que pudiendo trabajar las 24 horas del día de forma ininterrumpida. No obstante, dos de los cuatro esterilizadores se encuentran inoperativos.

El tiempo que toma reparar uno de estos equipos puede ser de un día de ser una avería menor solucionada el mismo día por personal de mantenimiento del centro oftalmológico o personal técnico de la empresa contratada. No obstante, de haber sido dañado un repuesto complejo del cual sea necesaria su importación desde la casa matriz el tiempo puede ser de 60 días.

Dada la importancia de estos equipos y la necesidad de garantizar que estos funcionen correctamente en todo momento. El centro en su plan de mantenimiento subcontrata mantenimientos preventivos, cuyos términos de referencia establecen que se realice el mantenimiento de forma bianual y de reportarse un error en este periodo la empresa contratista deberá reparar los mismos por garantía.

A pesar de estas mejoras en las instalaciones, contar con contratos que aseguren el mantenimiento del equipo y tener un equipo adicional para los procesos de esterilización, siguieron reportándose errores de funcionamiento, fallas y consecuente demora en los esterilizadores, siendo estas las principales razones por la que, al no contar con equipos operativos, no se pudo suministrar de material médico esterilizado a tiempo.

Entre los problemas en los equipos, suceden fallas que originan reprocesos, en la mayoría de casos no son propias del equipo sino de equipos que suministran aire comprimido y agua blanda y dura, al haber fallas de abastecimiento de los mismos el esterilizador aborta el proceso, teniendo que volver a reprocesar la carga. Asimismo, la falta de capacitación del personal en cómo manejar los equipos esterilizadores y cómo actuar frente alguna incidencia. Así como el hecho que se ignoren indicios de fallas como ruidos, vibraciones, fugas, etc. Generan que el problema se agrave y aumente el tiempo en que los equipos están inoperativos.

Por otro lado, en la central de esterilización también se observó desorden, cajas amontonadas en las esquinas, objetos fuera de lugar, falta de señalización y delimitación de las zonas de trabajo. Generando tiempos altos de búsqueda de los utensilios y herramientas de trabajo, un mal aspecto del área, un aumento del riesgo de accidentes, retrasos en los transportes del material a esterilizar debido a obstrucciones en los pasillos, entre otros.

Asimismo, las distancias largas entre las zonas de trabajo, la ineficiencia del método de trabajo y la falta de compromiso del personal en el uso de los equipos desembocan en un aumento considerable de los tiempos del proceso.

Esta serie de problemas han estado afectando a la central de esterilización del centro oftalmológico los últimos años lo que ha generado reprogramaciones y cancelaciones de cirugías oculares a causa de los retrasos en las entregas de material esterilizado y por consiguiente una mala imagen del centro oftalmológico, además de grandes pérdidas económicas y el no poder atender a una mayor demanda de pacientes.

En la figura N 1 se muestra el diagrama de árbol de problemas que se elaboró para analizar las causas y consecuencias del problema general.

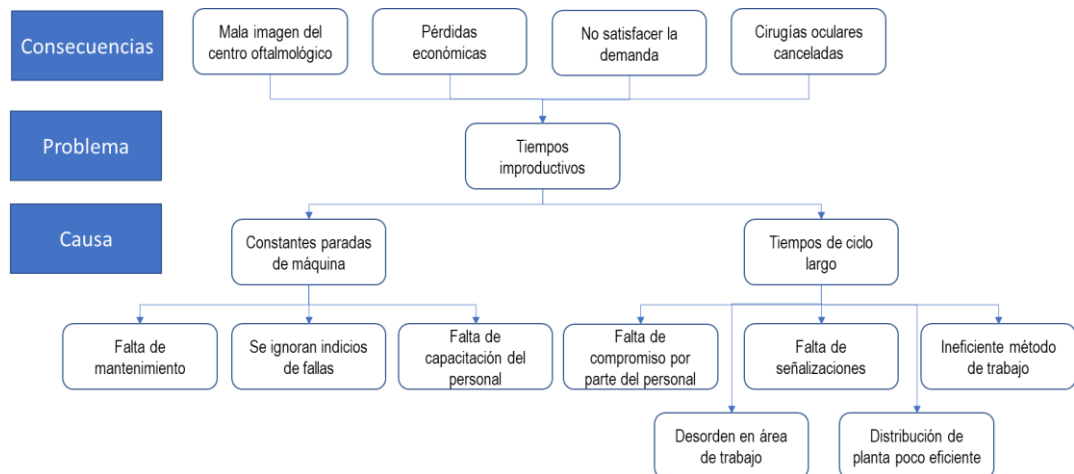


Figura N 1: Árbol de problemas del centro oftalmológico

Fuente: Elaboración Propia

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo reducir el tiempo en la etapa de preparación de carga?
- b) ¿Cómo reducir el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento?
- c) ¿Cómo reducir el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Aplicar un Plan de mejora de procesos que permita reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Aplicar las 3S para reducir el tiempo en la etapa de preparación de carga.
- b) Aplicar la ingeniería de métodos para reducir el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento.
- c) Aplicar el Mantenimiento autónomo para reducir el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.

1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

Delimitación temporal:

La investigación está basada en la información y datos registrados desde julio del 2022 hasta setiembre del 2022.

Delimitación espacial:

El trabajo de investigación se realiza en la central de esterilización de un centro oftalmológico situado en el departamento de Lima, en la provincia de Lima, distrito de Cercado de Lima en Perú.

1.5 Importancia y justificación

Importancia

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) “Una investigación llega a ser conveniente por diversos motivos: tal vez ayude a resolver un problema social, a formular una teoría o a generar nuevas inquietudes de investigación.”

La presente investigación es importante ya que se plantea una propuesta de mejora de procesos mediante la cual se aplican distintas herramientas, la Ingeniería de métodos, las 3S y el mantenimiento autónomo con el objetivo de solucionar una serie de graves problemas que aquejan a la empresa, tiempos de proceso altos, tiempos de esterilización largos, aumento en reprocesos, fallas en los equipos y desorden en las áreas de trabajo. Problemas que a su vez generan retrasos y reprogramaciones de cirugías por falta de material médico, tiempos improductivos y grandes pérdidas económicas.

Asimismo, el sector de salud se ha venido debilitado por no enfocar políticas que faciliten mantener sus activos a fin de garantizar que se pueda brindar un mejor servicio de salud y poder atender a un mayor sector de la población. En esta

investigación se pretende demostrar si es posible hacerlo, mediante la reducción de los tiempos improductivos del proceso de esterilización.

He aquí la importancia de la investigación, que busca reducir los tiempos improductivos. Ya que se eliminarán las reprogramaciones y se podrá atender a una mayor cantidad de pacientes por día. Asimismo, se reducirán los costos operativos y se mejorará la atención a los pacientes.

Por último, este trabajo de investigación ampliará el conocimiento existente sobre la mejora de procesos y servirá como guía para futuras investigaciones en las que se busque reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico ya que se detalla paso a paso las herramientas a aplicar.

Justificación teórica

(2010) “En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”.

La presente tesis propone una mejora de procesos mediante la aplicación herramientas de ingeniería existentes en estudios de investigación, libros y artículos científicos. Mediante las cuales se busca reducir los tiempos de parada de máquinas y los tiempos del proceso. Por lo tanto, este estudio amplía el conocimiento existente y servirá como base para futuras investigaciones en las que se busque reducir los tiempos improductivos en un centro oftalmológico.

Justificación práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010).

Esta investigación se justifica desde el punto de vista práctico, pues se propone un plan de mejora de procesos en el cual se utilizan herramientas de ingeniería, como la aplicación de las 3S para reducir los tiempos de la etapa de preparación de carga, la Ingeniería de métodos para reducir los tiempos de la etapa de esterilización y almacenamiento, y el mantenimiento autónomo para disminuir los tiempos de parada de máquina. Herramientas que se aplicaron con el objetivo de solucionar los problemas mencionados.

Justificación metodológica

Según Bernal (2010) “En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable”.

La presente investigación se justifica desde el punto de vista metodológico ya que se sigue todos los procedimientos de una investigación científica y se aplica herramientas de ingeniería para la reducción de los tiempos improductivos en la Central de Esterilización de un centro oftalmológico.

Justificación económica

La presente investigación se justifica desde el punto de vista económico, ya que el aplicar el plan de mejora de procesos permite reducir los tiempos improductivos. Lo que conlleva a que se pueda reducir los costos operativos y se pueda atender a una mayor demanda eficientemente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

En esta investigación, se hace mención de las obras más importantes de la historia y evolución de los procesos productivos.

Taylor, F. W. (2016), plantea en su estudio sistemático, ofrecer mejores condiciones a los trabajadores al realizar sus actividades de producción, a fin de mejorar su productividad.

Define el desaprovechamiento de los recursos hombre y máquina, y que los operarios tienen características propias como pereza y la simulación del trabajo.

Piatti, M., & Paris, S. (2021), citan la filosofía desarrollada por Henry Ford en el Fordismo “todo debía moverse dentro de la empresa, menos el trabajador”, que buscaba aumentar la producción y mejorar los índices de productividad, trayendo como resultado el aumento de los ingresos y aspirando a una economía en escala con bienes masivos idénticos y largas líneas de productos homogéneos. En esto se enfocó la estandarización y homogeneización de los procesos, tareas, insumos y productos.

Drucker, P. F. (2003), plantea la productividad del trabajador del conocimiento, en la cual desarrolla el estudio del empoderamiento de los empleados; busca la dirección por objetivos; y presenta como base la teoría del management aplicado a todas las esferas de la vida en la sociedad, de estas define las puramente empresariales; da énfasis en la ética en las organizaciones; el enfoque de estudiar las personas en la empresa como un recurso, en vez de como un costo, que tiene "la capacidad de coordinar, integrar, juzgar e imaginar además de autocontrolarse".

Ohno, T. (2018), desarrolla la filosofía del sistema de producción Toyota que consiste en el mejoramiento de las operaciones de producción y prestación de servicios, mediante el estudio de los mismos a fin de eliminar las actividades que no generen valor. A esto se estudia el enfoque, en el que el cliente quien no tendría por qué pagar por operaciones que no den este valor, generando mayor productividad, competitividad y elevar los márgenes de utilidades en las empresas. Desarrolla las bases para el sistema de producción justo a tiempo (JIT), cuyos resultados trajeron el aumento de la productividad y la disminución de los costes.

Covey, S. R. (2015), plantea reflexiones sobre cómo afrontar nuestro tiempo en la vida, con intensidad e inteligencia. En los 7 hábitos de Stephen Covey, relaciona y

desarrolla los tres primeros hábitos proactivo, empezar con el fin en mente y dar prioridad a lo importante con la productividad personal.

Shingo, S. (2017). Nos dice que en los sistemas son un conjunto de tareas que se integran permitiendo alcanzar los resultados planificados. Plantea las herramientas del modelo de Shingo que utilizan para una tarea específica desde el punto de vista de los clientes internos y externos. Mantiene un enfoque en el respeto mutuo, cooperación y el trabajo en equipo.

La metodología 5S surgió a partir de la segunda guerra mundial, fue sugerido por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejor sustantiva de higiene y seguridad durante los procesos productivos (Venegas Sosa, 2005).

Las 5S es una metodología que nació en consecuencia de los hechos ocurridos en la segunda guerra mundial ya que por aquel entonces Japón se encontraba devastada por lo que la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros sugirió la creación de esta metodología que tiene como objetivo mejorar la calidad, eliminar desperdicios que se presentan en un proceso de producción y la mejora de seguridad en el trabajo. Y que, no requiere un costo alto de inversión y es de fácil aplicación.

Considerar a la capacitación como el aprendizaje de meros instrumentos y el manejo de cifras y sistemas, no es educar, sino robotizar, dándole al empleado no sólo una pobre concepción del mundo y de su trabajo, sino limitándolo en su creatividad y capacidad de desarrollo y autorrealización (Siliceo, 2004).

El interés de la capacitación en las organizaciones, es el poder impartir conocimientos relacionados con los procesos del trabajo, que pueda hacer que generen un mayor valor para las empresas, más no se busca necesariamente su crecimiento personal.

Padilla & Juárez (2006) definen al sector que es perteneciente a la empresa, y puede ser determinante que se aplique la capacitación laboral. Ambos autores llegan a la conclusión que la rama automotriz y confección, a comparación con la rama de electrónica, dan una menor tendencia a capacitar a su personal de operaciones, incurriendo en que la industria electrónica sea la rama con mayor desarrollo tecnológico, y permitiendo que sea factible la capacitación.

En la Figura N 2 se muestra una línea de tiempo con la evolución del marco histórico.

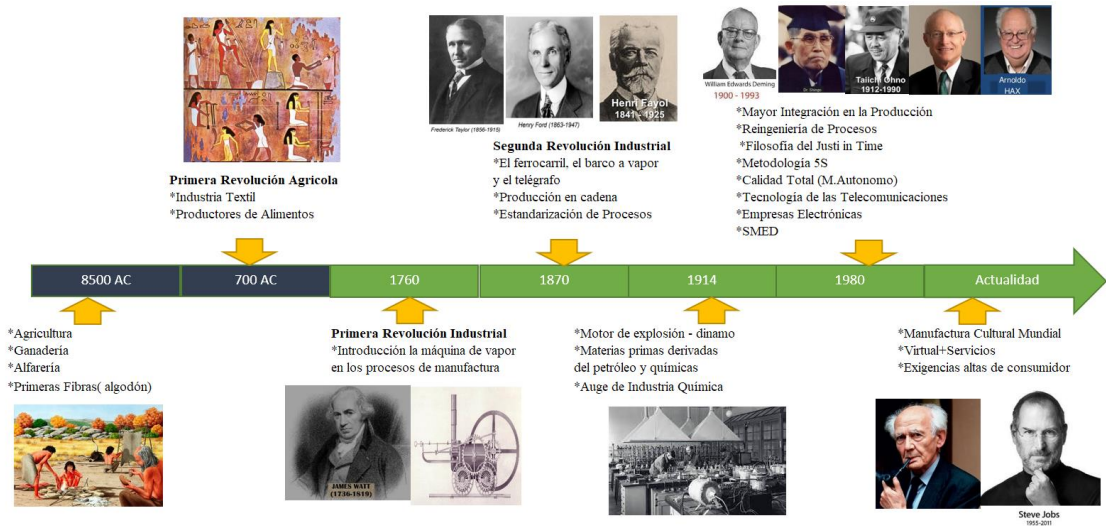


Figura N 2: Evolución del marco histórico
Fuente: Elaboración Propia

2.2 Antecedentes del estudio de investigación

Nacionales

Valdez, J. (2017) en su tesis para optar el grado académico de Magíster en Ingeniería Mecánica “Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar disponibilidad de equipos Trackless en Uchucchacua”, presentada a la Universidad Nacional Del Centro Del Perú, consideró lo siguiente:

El objetivo de la tesis fue implementar el mantenimiento autónomo orientado a los operadores para aumentar la disponibilidad de los equipos Trackless en Uchucchacua. Además, la población estuvo conformada por los operadores y equipos de Uchucchacua y la muestra estuvo conformada por 24 operadores y ocho equipos Trackless operativos considerados crítico.

Asimismo, el diseño de la investigación fue experimental y para la recolección de datos se utilizó la Técnica Documental y la observación. Los instrumentos utilizados fueron formatos de trabajo elaborados en Excel y Minitab.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- La aplicación del programa de capacitación del mantenimiento autónomo contribuyó a la mejora de la disponibilidad de los equipos en un 85%.
- El mantenimiento autónomo permitió mejorar los métodos de trabajo en la operación y en el cuidado y mantenimiento de los equipos.
- La capacitación en mantenimiento autónomo contribuyó al incremento del nivel de producción de plata en 28112.87 Toneladas mensuales aproximadamente.

Esta tesis se relaciona con el presente trabajo de investigación en que ambas se aplicó el mantenimiento autónomo para reducir las fallas en los equipos y de esta manera aumentar la disponibilidad de estos. Dado a que se aplica esta herramienta, esta tesis sirvió como guía de aplicación. Asimismo, se demostró que la implementación del mantenimiento autónomo mejoró la disponibilidad de los equipos.

Laguna, A., Obregón, E. y Quijada, R. (2019) en su tesis para optar al Grado Académico de Magíster en Gestión Pública “Propuesta de mejora del proceso de atención en el servicio de emergencia del Instituto Nacional De Ciencias Neurológicas”, presentada a la Universidad del Pacífico, consideró lo siguiente:

Se trazó como objetivo hacer un diagnóstico de la situación problemática y se planteó un plan de mejora al proceso de atención en el Servicio de Emergencia del INCN. La población estuvo conformada por los procesos de atención del paciente en la emergencia del Instituto Nacional de Ciencias y la muestra estuvo conformada por 70 procesos recolectados en 10 días entre los meses de agosto y setiembre del año 2018.

El diseño de investigación fue no experimental y tuvo un enfoque cuantitativo, transversal, descriptivo. Asimismo, la técnica de recolección de datos utilizada fue la observación y el análisis documental.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que las causas de las demoras en los procesos operativos del Servicio de Emergencia del INCN fueron por deficiencias en la distribución de los servicios de apoyo a la emergencia, la falta de mantenimiento a los equipos y la antigüedad de la infraestructura.
- El índice de personal demandado, el índice de gestión de mantenimiento, capacitación al recurso humano de la emergencia, la oportunidad en la respuesta y el cumplimiento de mantenimiento aportaron considerablemente en la mejora del proceso y en el cumplimiento de los objetivos planteados.
- La propuesta de mejora planteada permitirá reducir los tiempos de atención de los pacientes, reducir el tiempo de respuesta ante urgencias de índole neurológica, mejorar la atención a los pacientes y mejorar la calidad de vida de las personas atendidas en esta institución.

Esta tesis guarda relación con el presente estudio en que ambas ocurren en instituciones de Salud, y que en ambas se comparte una problemática similar, como

la demora en los tiempos de atención, fallas en los equipos por falta de mantenimiento, entre otros. Problemáticas que se buscan solucionar mediante la elaboración una propuesta de mejora de procesos en la que se utilizaron distintas metodologías y herramientas.

Cáceres, O. y Gamez, J. (2019) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial “Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, Empresa JCB Estructuras S.A.C., 2019”, presentada a la Universidad Ricardo Palma, consideró lo siguiente:

Tuvo como objetivo determinar en qué grado la aplicación del TPM permitirá mejorar la productividad en el proceso de granallado de la empresa JCB Estructuras S.A.C. en el año 2019.

La investigación fue de tipo aplicada, diseño de la investigación fue no experimental y de clase cuantitativa. Asimismo, la población y la muestra estuvo conformada por la máquina granalladora (GR-01), ubicada en el sector 1, en la empresa JCB Estructuras. Para la toma de recolección de datos, se utilizó la observación directa y la entrevista.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La implementación del TPM, el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la máquina granalladora y la estandarización de los procedimientos mejoró la productividad del proceso a 84.90%.
- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la granalladora, permitió disminuir las averías y reducir el tiempo de reparación. En consecuencia, se mejoró en un porcentaje del 90.07%.
- Mediante la estandarización de procesos se logró mejorar la eficacia de los procesos de gestión de mantenimiento y la capacitación del personal involucrado en el proceso de granallado. Obteniendo un porcentaje del 93.31%

Esta tesis guarda relación con el presente estudio dado que en ambas se presentaron problemáticas similares relacionadas a las máquinas por lo que en esta investigación se aplicó el TPM y sus herramientas entre ellas el mantenimiento autónomo con el objetivo de reducir las paradas imprevistas y aumentar la eficacia de la máquina. Por lo tanto, esta tesis sirvió como guía de aplicación de dichas herramientas y metodologías.

Internacionales

Villacreses, G. (2018). En su proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Comercial con mención en Productividad “Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa Ecocampo”, presentada a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, consideró lo siguiente:

Esta tesis tuvo como objetivo principal desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos para mejorar los procesos productivos en la empresa Ecocampo.

En la investigación se consideró como población los tiempos de los procesos de cocción, sellado y envasado, etiquetado y empacado Por otro lado, para la muestra se tomaron los tiempos de 10 ciclos de observación en minutos para cada proceso.

Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva y se utilizaron fichas de observación como instrumento de recolección de datos.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se pudo llegar a la solución óptima del problema gracias a que se aplicó la teoría y las herramientas correctamente.
- Se logró eliminar transportes innecesarios en el proceso de cocción en la actividad agregar aditivos químicos mediante el uso de portavasos de precipitación
- Con la adquisición del caldero y serpentín fue posible mejora el proceso de cocción reduciendo los tiempos de operación a la mitad y mejorando el tiempo de vida útil de los productos de 2 a 6 meses.

Esta tesis está relacionada al presente trabajo de investigación debido a que en ambas se aplicaron herramientas de la ingeniería de métodos en este caso se calcularon los tiempos estándar, se realizó el diagrama de actividades, se analizaron las actividades del proceso y se realizó una propuesta de mejora del mismo a fin de reducir el tiempo de ciclo. Asimismo, esta investigación presenta a detalle la aplicación de estas herramientas de ingeniería, por lo tanto, es posible usarla como una guía para su aplicación.

Gómez, J. y Domínguez, D. (2018) Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas de Calidad y Emprendimiento “Implementación de la metodología 5S en el área de logística del hospital Teodoro Maldonado Carbo” presentada a la Universidad de Guayaquil, consideró lo siguiente:

Esta tesis tuvo como objetivo general la implementación de las 5S en el área de logística del Hospital Teodoro Maldonado Carbo. Además, el diseño de la investigación fue de tipo descriptiva

La población y muestra estuvo conformada por los 18 trabajadores del área logística del Hospital Teodoro Maldonado Carbo. Asimismo, las técnicas para la recolección de datos utilizados fue la observación, medición y muestreo. Y el instrumento de medición fue la encuesta.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- La implementación de la metodología 5S y la capacitación del personal contribuyó a la disminución de desperdicios.
- La elaboración de procedimientos y cronogramas de limpieza permitió crear un ambiente trabajo ordenado, limpio y seguro.
- La creación de un equipo de trabajo ayudo a la correcta implementación de la metodología 5S, comprometiendo a los involucrados y enseñando las técnicas, procedimientos y herramientas a aplicar.

Esta tesis está relacionada al presente trabajo de investigación en que ambas se realizaron en centros de salud y que en ambas se aplicaron la metodología 5S en un área con el fin de mejorar los procesos y eliminar los desperdicios. Por lo anterior expuesto, esta investigación sirve como guía para su aplicación.

Mendoza, M. (2018). Tesis para obtener el grado de Maestra en Administración Industrial “Implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total” presentada al Instituto Tecnológico de Matamoros consideró lo siguiente:

Esta investigación tuvo como objetivo general el Implementar y evaluar el sistema de mantenimiento productivo (TPM) en la planta Manufacturas de la Frontera. El tipo de investigación fue teórico-práctico.

La población y la muestra estuvieron conformadas por todas las máquinas de la planta. Por otro lado, el instrumento de recolección de datos utilizado fue el registro documental.

En esta investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se demostró la confiabilidad de llevar un Mantenimiento Productivo Total en la empresa y los beneficios que se pueden obtener si se aplica correctamente.

- Asimismo, quedó demostrado que seguir la norma ISO-9000 en el área de mantenimiento permitió mejorar el método de trabajo y la calidad de los productos.
- Gran parte del éxito de la aplicación de la metodología se debió a que hubo una clara comunicación verbal y escrita durante la aplicación del TPM. Ya que todo cambio que se realiza por más mínimo que este sea, afecta a todos los departamentos de la empresa.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Mejora de procesos

Serrano y Ortiz (2012) definen la mejora de procesos como el enfoque que permite dar respuesta a los cambios que ocurren en el ámbito empresarial, de tal manera que, a través de la revisión y el aprendizaje continuo de las mejores prácticas, se logre el rediseño de los procesos ya obsoletos o poco funcionales. Esto conlleva un rendimiento superior en términos de eficiencia, eficacia y flexibilidad por medio de la simplificación o reducción de la complejidad del proceso; la eliminación de actividades que no agregan valor; la reducción del tiempo de ciclo de los procesos; la eliminación de reprocesos y errores; la estandarización de actividades; la optimización de recursos, y la automatización de actividades, entre otros aspectos.

Deben analizarse las actividades y su desempeño verificar el cumplimiento de los objetivos de la organización, la aplicación de la calidad y capacidad de generar bienes o servicios, y los resultados obtenidos; por ello es importante que se creen procedimientos de acuerdo a las necesidades del cliente, que el personal esté plenamente comprometido con la organización y que se sienta parte del proceso que permite entregar un buen servicio al cliente, que conozca los procedimientos normativos y lo que se espera con el resultado final de cada actividad (Amozarrain, 2015, como se citó en Saltos, 2020).

La mejora de procesos es un enfoque en el cual mediante la medición, análisis y control de los procesos existente de una empresa se logre aumentar la efectividad mediante el rediseño, capacitación o la eliminación de todo tipo de actividad no productiva, deficiente o que no aporte valor.

2.3.2 Diagrama de causa-efecto

El diagrama causa-efecto es una descripción de las causas de un problema, que se conjugan en la forma de una espina de pescado, y que les sirve a los equipos de mejora para analizar y discutir los problemas. Las principales causas de problemas en las organizaciones se agrupan generalmente en seis aspectos: medio ambiente, medios de control, maquinaria, mano de obra, materiales y métodos de trabajo. (Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega, 2010)

Es una herramienta esencial al realizar el análisis de una problemática dado a que permite organizar mejor las posibles causas y categorizarlas en grupos. Facilitando la visibilidad de los problemas y mejorando la toma de decisiones. En la figura N° 3 se muestra la estructura del diagrama.

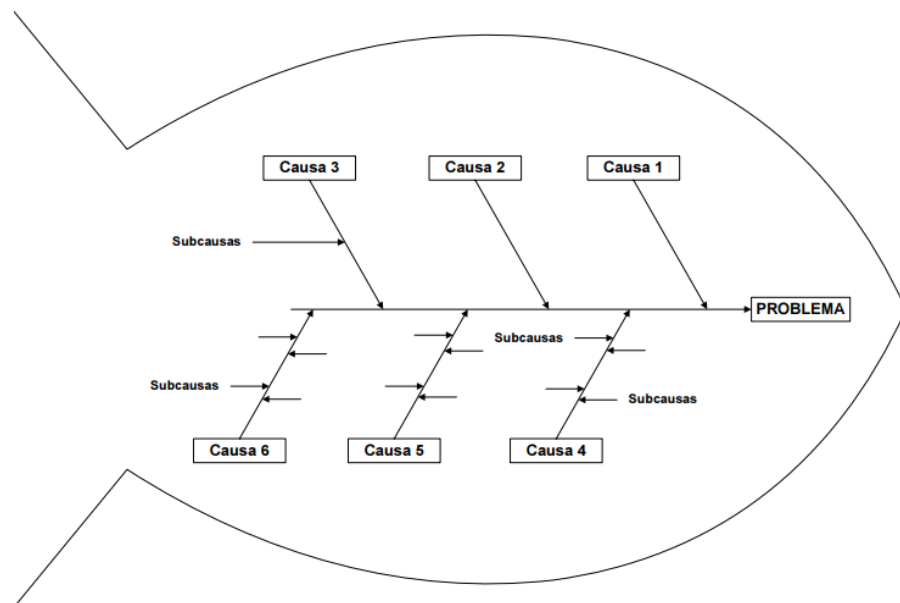


Figura N 3: Diagrama de causa-efecto

Fuente: Bonilla, Díaz, Kleeberg & Noriega (2010)

Alguno de los beneficios del diagrama de causa-efecto son:

- Facilitar la búsqueda de las posibles causas de los problemas
- Fomentar el trabajo en equipo al buscar las causas del problema
- Permite estructurar las causas de los problemas de una manera ordenada y entendible.
- Permite aumentar el conocimiento sobre un proceso e identificar los puntos débiles del mismo.

2.3.3 Árbol de problemas

Según Hernández y Garnica (2015). Un árbol de problema consiste en desarrollar ideas creativas para identificar las posibles causas del conflicto, generando de forma organizada un modelo que explique las razones y consecuencias del problema. En similitud a un árbol, el problema principal representa el tronco, las raíces son las causas y las ramas los efectos, reflejando una interrelación entre todo el elemento.

Esta herramienta permite definir, analizar y organizar las ideas de un problema por causa y consecuencias. Asimismo, es posible desglosar aún más las causas y consecuencias encontradas para un análisis más minucioso y de esta manera poder encontrar mejores soluciones para el problema. En la Figura N 4 se muestra una esquemización del Árbol de problemas.



Figura N 4: Árbol de problemas

Fuente: Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala (2020)

2.3.4 Ingeniería de métodos

Durán (2007) define a la ingeniería de métodos, “la técnica que somete cada actividad de una determinada tarea a un delicado y minucioso análisis tendiente a eliminar toda actividad innecesaria, y en aquellas que sean necesarias, hallar la mejor y más rápida manera de ejecutarlas.”

Para mejorar los métodos de trabajo se evalúan todas las actividades tanto directas como indirectas, que generen o no valor agregado, estas actividades son evaluadas de manera analítica, continua y meticulosamente. Durante esta evaluación se determinan los puntos críticos, cuellos de botella, mermas, desperdicios o alguna otra actividad que hacen que el proceso sea deficiente. (Alarcón, López & Rocha, 2014).

La ingeniería de métodos se basa principalmente en la medición y el análisis de todas las actividades y tareas de un proceso con el fin de identificar los desperdicios y eliminar las actividades que no generen valor agregado o sean innecesarias. Optimizando los tiempos y recursos necesarios para realizar dicho proceso.

La ingeniería de métodos está conformada por dos fases, el estudio de métodos y la medición del trabajo.

El estudio de Métodos

Durán (2007) lo define como el registro, análisis, examen crítico y sistemático de los modos existentes y propuestos de llevar a cabo un trabajo, y el desarrollo y aplicación de maneras más sencillas y eficaces de ejecución.

Medida del Trabajo

Según Durán (2007) busca determinar mediante mediciones, con un alto grado de exactitud, el tiempo necesario para que un operario normal realice una tarea ya normalizada.

Aplicación de la ingeniería de métodos

Según Alarcón, López & Rocha (2014). El diseño del método de trabajo para la fabricación de un producto o un servicio se desarrolla con base en las siguientes etapas:

- a) Selección. Se elige un producto o servicio de importancia es decir que impacte significativamente en la productividad y el rendimiento.
- b) Obtención de hechos. Se busca y se reúne información referente al proceso. Como manuales, especificaciones técnicas, tiempos de las actividades, etc. Ya sea recurriendo a la información documentada, realizando estudio de tiempos, consultando con el personal, etc.
- c) Presentación de los hechos. Se registra, organiza y estructura la información encontrada mediante diagramas, gráficos, etc.
- d) Análisis. En este punto se examina minuciosamente el proceso y se cuestiona la forma en que es realizado el trabajo, partiendo del supuesto de que no se realiza bien. A fin de identificar oportunidades de mejora.
- e) Desarrollo del método ideal. Definir y seleccionar las alternativas de mejora para los problemas encontrados en la fase de análisis.

- f) Definir el nuevo método. Se elabora la propuesta de mejora en la que se describe a detalle los equipos y herramientas necesarios, los cambios y como se debe aplicar el nuevo método.
- g) Implantación del método. Se capacita al personal en la nueva forma de trabajar durante un periodo determinado.

2.3.5 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible. con base en un número limitado de observaciones. el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación. actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insumo una operación.
- c) Surgen demoras causadas por una operación lenta. que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas. (García, 2005)

Para la presente investigación se realizará toma de tiempos con cronómetro de acuerdo a la técnica y procedimientos citados, a fin de tener obtener información confiable para analizar y optimizar los procesos de esterilización a gas y a vapor.

2.3.6 Tiempo estándar

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. (Bocángel, Bocángel, Hilario, Perales & Rosas, 2021)

Es decir, el tiempo estándar es lo que se demora un operario con un desempeño normal en realizar una tarea en condiciones óptimas con el equipo y método correcto.

Cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar es necesario seguir los siguientes 2 pasos:

a) Paso 1: Cálculo del tiempo normal

Según Niebel & Freivalds (2009) como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del operario deficiente hasta un nivel estándar. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo, los analistas deben dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio.

Por esta razón, es necesario realizar un ajuste al tiempo observado (TO) al multiplicarlo con la calificación del desempeño del personal (C) para cada uno de los elementos medidos durante el estudio de tiempos. De esta manera obtener el tiempo normal (TN). En la Ecuación 1 se muestra la fórmula planteada por Niebel y Freivalds.

$$TN = TO \times C/100 \quad (1)$$

Asimismo, Niebel & Freivalds (2009) explican que, para realizar trabajo justo al calificar, el analista del estudio de tiempos debe ser capaz de ignorar las personalidades y otros factores variables y considerar sólo la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, en comparación con la cantidad de trabajo que produciría el operario calificado.

Es decir, para realizar el cálculo de la calificación de desempeño del personal es necesario ser imparcial y capaz de discernir entre que operario es eficiente y quienes no. Siendo 100% un desempeño estándar de un operario calificado.

b) Paso 2: Cálculo del tiempo estándar

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. La tercera, son los retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la adición de una holgura. Como el estudio de

tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. (Niebel & Freivalds, 2009) Dado a que los operarios no pueden mantener un trabajo continuo durante toda la jornada de trabajo ya sea por necesidades biológicas o personales, la fatiga o algún evento inevitable como problemas con las herramientas, máquinas, etc. Es necesario agregar las holguras al tiempo normal. En la Figura N 5 se muestran las holguras recomendadas de acuerdo a las condiciones de trabajo.

A. Holguras constantes:	
1. Holgura personal.....	5
2. Holgura por fatiga básica.....	4
B. Holguras variables:	
1. Holgura por estar parado.....	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda.....	0
b) Incómoda (flexionado).....	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado).....	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5.....	0
10.....	1
15.....	2
20.....	3
25.....	4
30.....	5
35.....	7
40.....	9
45.....	11
50.....	13
60.....	17
70.....	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado.....	0
b) Bastante abajo de lo recomendado.....	2
c) Muy inadecuada.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable.....	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino.....	0
b) Trabajo fino o exacto.....	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto.....	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo.....	0
b) Intermitente: fuerte.....	2
c) Intermitente: muy fuerte.....	5
d) De tono alto: fuerte.....	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo.....	1
b) Espacio de atención compleja o amplia.....	4
c) Muy complejo.....	8
9. Monotonía:	
a) Baja.....	0
b) Media.....	1
c) Alta.....	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso.....	0
b) Tedioso.....	2
c) Muy tedioso.....	5

Figura N 5: Holguras recomendadas
Fuente: Niebel & Freivalds (2009)

Por lo tanto, para el cálculo del tiempo estándar Niebel y Freivalds plantearon la siguiente fórmula (Ecuación 2).

$$TE = TN + TN \times \text{holgura} = TN \times (1 + \text{holgura}) \quad (2)$$

2.3.7 Diagrama de análisis del proceso (DAP)

Según Bocángel, Bocángel, Hilario, Perales y Rosas (2021) “Es un diagrama de detalle, usualmente para una componente del producto o un operario en el que se muestran: operaciones, inspecciones, transportes, demoras, almacenamientos, tiempos, distancias, materiales, medios de transporte, entre otros. Permite el análisis más exhaustivo del proceso.”

Un diagrama de análisis de procesos es una herramienta de ingeniería que permite detallar un proceso de forma minuciosa mostrando tiempos, distancias, operaciones, trasportes, demoras, entre otros.

En la Figura N 6 se muestra los símbolos del diagrama de análisis de procesos junto a una breve descripción.


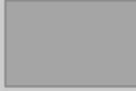



OPERACION		La operación sucede cuando se cambia alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o cuando se empaca. Es decir, son aquellas actividades que normalmente agregan valor.
INSPECCION		La inspección sucede cuando se examina un objeto para verificar la cantidad o la calidad de cualquiera de sus características
TRANSPORTE		El transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro (especialmente de un puesto de trabajo a otro), excepto cuando tal movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o inspección
DEMORA		Un objeto tiene demora cuando las condiciones no permiten que se realice de inmediato el siguiente paso según el plan
ALMACENAJE		El almacenaje se da cuando un objeto se mantiene protegido contra la movilización no autorizada

Figura N 6: Símbolos de diagrama de análisis de procesos
Fuente: Bocángel, Bocángel, Hilario, Perales & Rosas (2021)

2.3.8 Diagrama de recorrido

Gutarra (2016) lo define como la representación objetiva del desplazamiento en el plano del proceso a la escala de la planta, esta representación gráfica nos sirve con la finalidad de optimizar el flujo del material y la distribución de la planta.

Para poder hacer este diagrama, es necesario identificar cada etapa del proceso, mediante una simbología y enumeración usados en el DAP, y con ello usaremos las flechas en cada sección, para señalar el camino recorrido. Con el fin de facilitar su análisis, recomienda utilizar diferentes colores. En la figura N 7 se muestra un ejemplo de diagrama de recorrido.

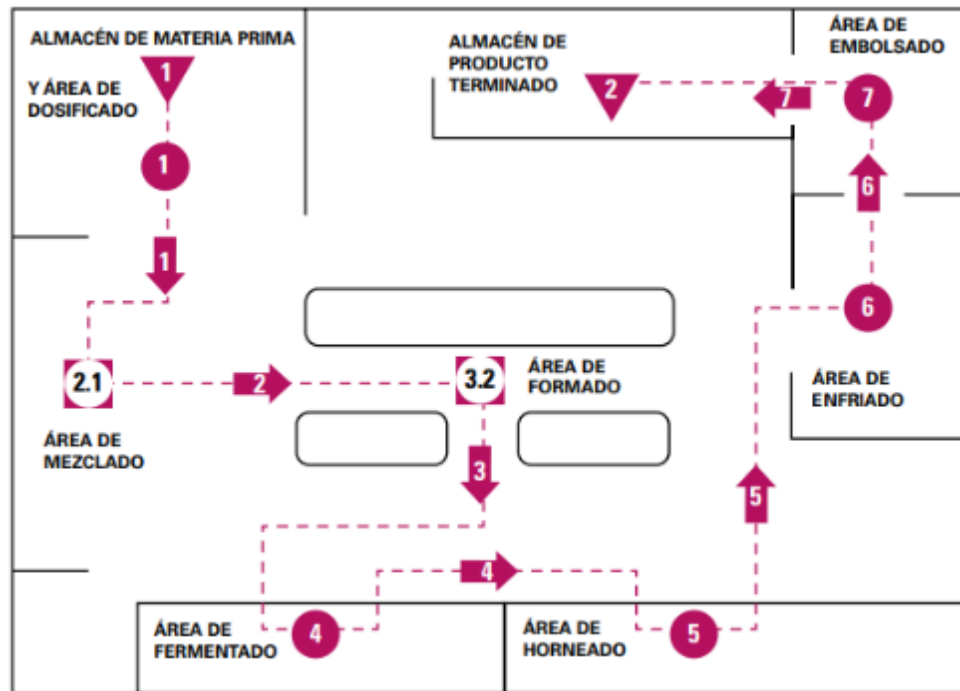


Figura N 7: Diagrama de recorrido
Fuente: Gutarra (2016)

2.3.9 Metodología 5S

Sacristán (2005) define las 5'S como “desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad”.

Las 5S es una metodología japonesa que se basa principalmente en 5 principios clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina que trae muchos beneficios como reducción de tiempos improductivos, sobrecostos, un mejor ambiente de trabajo, aumento en la moral de los trabajadores, reducción de accidentes, etc. Asimismo, es de fácil aplicación y de bajo costo por lo que todos los involucrados pueden ser participe. Por estas razones es una excelente opción para mejorar entornos de trabajo y procesos en los que abunda el desorden y falta de limpieza.

Asimismo, las 5S están conformadas por 5 etapas que comienzan por la letra S y que están enfocadas en lograr que una fábrica u zona de trabajo se mantenga limpia y ordenada. Lo que trae una serie de beneficios como reducción de tiempos improductivos, aumento en la productividad, mejora de la moral de los trabajadores, entre otros.

a) Seiri / Clasificación

Sacristán (2005) define la primera S, clasificación, que consiste en organizar y separar lo que es necesario de lo que no. Por consiguiente, dicha clasificación brindara un área de trabajo más organizada, en la cual los involucrados podrán realizar sus actividades y desplazarse con mayor soltura.

b) Seiton / Orden

Sacristán (2005) define la segunda S, orden, es en la que se establece un lugar donde guardar cada herramienta o utensilio de trabajo con el fin de que puedan encontrar con facilidad reduciendo tiempos improductivos que podría generar su búsqueda en un entorno desordenado. Además, delimitar las zonas de trabajo y de utilizar controles visuales para que las nuevas normativas de orden estén a la vista y se pongan en práctica.

c) Seiso / Limpieza

Según Sacristán (2005) la tercera S, limpieza, consiste en enseñarle al operador los puntos de foco en los que se acumula la suciedad para que mantengan limpias sus máquinas y áreas de trabajo. A fin de reducir y prevenir el número de posibles accidentes de trabajo y fallas en las máquinas por no tener el área pulcra libre de grasa, material residual, polvo, etc.

d) Seiketsu / Estandarización

Según Sacristán (2005) la cuarta S, Estandarización, la define como el establecimiento controles, normas y procedimientos del proceso mediante la creación de controles visuales. A fin de que sean visibles para todos en el área y puedan consultarlos en cualquier momento en caso tengan dudas sobre algún procedimiento.

e) Shitsuke / Disciplina

Según Sacristán (2005) la quinta S, Disciplina, consiste en que los involucrados realicen la autoinspección y que adopten los cambios previos

como parte de su cultura y su forma de trabajo. A fin de mantener el nivel de 5S alcanzados y que los cambios realizados en las anteriores S no queden en el olvido y se sigan aplicando.

En la Figura N 8 se puede apreciar un resumen de las etapas de la metodología.

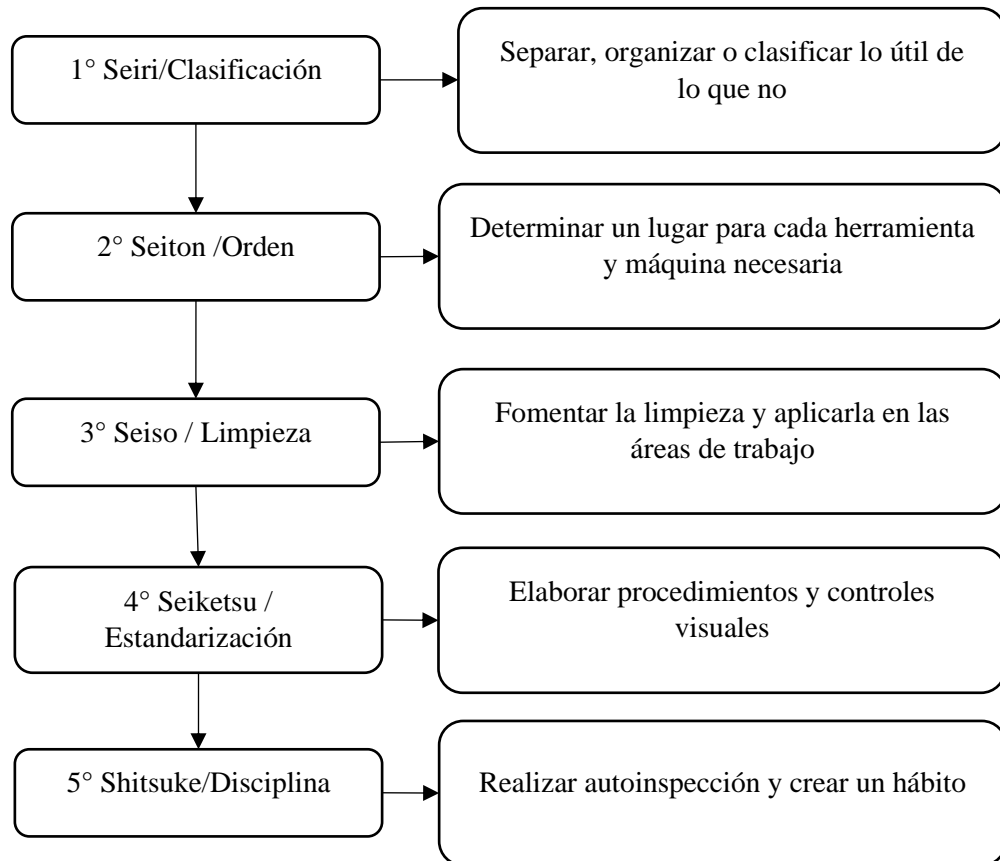


Figura N 8: Resumen de las etapas 5S
Fuente: Elaboración propia

Aplicación de las 3S

En la presente investigación se aplicaron las 3 primeras S de la metodología 5S es decir las etapas de clasificación, orden y limpieza. A continuación, se describe como fueron aplicadas.

a) Primera S: Clasificación

El primer paso es identificar los materiales y objetos necesarios e innecesarios, para ello se utilizará una herramienta de control visual llamada “tarjeta roja”. Esta clase de tarjeta permitirá a los colaboradores marcar y distinguir en qué lugar de trabajo existe algo innecesario con el fin de aplicar una medida correctiva ante ello. En este formato se registran las

características, ubicación, tipo de elemento, cantidad, acción a realizar y observaciones. (Bellido & La Rosa, 2018)

Para la aplicación de la primera S, en primer lugar, se tiene que identificar que elementos son necesarios y cuales no dentro de las zonas de trabajo del proceso para ello se utilizan las tarjetas rojas. Tras realizar dicha clasificación, se procede a eliminar todo elemento que no genera valor y reubicar en otras áreas aquellos que puedan ser de utilidad.

Tarjetas rojas

La tarjeta roja es una herramienta de control visual usada para evidenciar a simple vista, artículos sobre cuya utilización se tiene duda y deben ser descartados o reubicados, a fin de mejorar la organización de las diversas áreas de la empresa (Cruz, 2010).

Las tarjetas rojas son una ayuda visual para facilitar la identificación de todo elemento innecesario en las áreas de trabajo para luego realizar su posterior análisis y con ese criterio decidir si el elemento clasificado se elimina o se conserva en otro ambiente o lugar. A fin de mejorar la organización y mejorar el método de trabajo. En la Figura N 9 se muestra un tipo de formato de tarjeta roja.

The diagram shows a red tag with a hole punch at the top. The tag is labeled 'TARJETA ROJA' and contains the following fields and options:

- No. _____
- Fecha ____ / ____ / ____
- Area _____
- Item _____
- Cantidad _____
- ACCION SUGERIDA**
- Agrupar en espacio separado
- Eliminar
- Reubicar
- Reparar
- Reciclar
- Comentario _____
- Fecha p/concluir acción ____ / ____ / ____

Dimensions: 6" height and 3" width.

Figura N 9: Tarjeta roja
Fuente: Cruz (2010)

Existen distintos formatos de tarjetas rojas elaborados por diversos autores, no obstante, en esta investigación se utilizó el modelo elaborado por Cruz. En esta tarjeta, se detalla información clave como la fecha y área en la que se colocó la tarjeta, el nombre del artículo al cual se le está asignando y la acción sugerida a tomar con este elemento. Ya sea ser separado en otro grupo, eliminado, reubicado, reparado o reciclado.

b) Segunda S: Orden

El objetivo del “SEITON” es encontrar el lugar adecuado para cada elemento según las actividades de trabajo que realizan los trabajadores para la producción. El primer paso es definir el lugar indicado donde se deben ubicar las herramientas y materiales necesarios para la producción. La ubicación de estos elementos debe de ser un lugar de fácil acceso, cerca al área de trabajo

para que de esta forma se eliminen los tiempos improductivos, tales como búsqueda de materiales y herramientas. (Bellido y La Rosa, 2018)

Por otro lado, para la aplicación de la segunda S en primer lugar se define un lugar determinado para cada herramienta, equipo e insumo que utilizan durante el proceso. A fin de mantener el área ordenada y organizada y de esta manera reducir o eliminar los tiempos que usualmente demorarían en buscar alguno de estos elementos.

En segundo lugar, se aplican controles visuales en las zonas de trabajo como carteles con los nombres de las diferentes áreas de trabajo, carteles en los coches de transporte de carga, la demarcación de las ubicaciones de los elementos del área, zonas de guardado, etc.

Control visual

Se representa mediante un elemento físico, gráfico numérico o de color el cual será muy fácil de visualizar. La estandarización se transforma en gráficos, estos a su vez se convierten en controles visuales y cuando esto sucede, solo hay un lugar para cada cosa (Orozco, 2015).

Los controles visuales son elementos gráficos de ayuda que permiten facilitar las tareas de identificación y búsqueda de áreas de trabajo, equipos u objetos. Así como también plasmar de forma sencilla aspectos a considerar al utilizar alguna maquinaria o equipo de trabajo. En conclusión, son herramientas de gestión útiles y sencillas que permiten reducir tiempos improductivos, eliminar posibles errores de trabajo y de fácil entendimiento.

c) Tercera S: Limpieza

Bellido y La Rosa (2018) mencionan que el siguiente paso es elaborar un plan de limpieza donde todos los trabajadores participarán y se deberá escoger un inspector de limpieza por cada proceso con el objetivo de que ellos sean los encargados de verificar si los trabajadores están cumpliendo con el plan de limpieza.

Según Hirano (1996) “Otro propósito clave es mantener todo en condición óptima, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo esté listo para su uso”.

El tercer paso de la metodología consiste en que las áreas de trabajo siempre se encuentren libres de suciedad, desperfectos o algún otro factor pueda afectar negativamente al desarrollo normal del proceso.

Para ello, en esta etapa diseñan estándares de limpieza en los que se especifican como hacer la limpieza y cuáles son las zonas y elementos clave que tienden a ensuciarse con mayor frecuencia durante el proceso. Asimismo, para el cumplimiento de los nuevos estándares se designa a un responsable.

2.3.10 Mantenimiento autónomo

Vargas, L. (2016), nos dice que el Mantenimiento Autónomo se usa como herramienta para controlar la posibilidad de que hubiera fallas y paradas pudiendo ser generadas por la maquinaria o los equipos de trabajo. Esto es parte funcional y estratégica de la organización, a esto sumamos que permita complementar las operaciones que dan mayor valor, contribuyendo al aseguramiento de la mejora continua y cumplimiento de calidad.

Romero (2012) Nos dice que el mantenimiento autónomo, consta en que el operario debe tener y aplicar los métodos básicos para para mantener a la máquina con la que trabaja. Ha esto es una parte complementaria al usar las Cinco “S”. También refiere a que el personal de operaciones son los ejecutores del mantenimiento autónomo y entre las principales tareas se tienen las de inspección, mantener el área de trabajo limpia, debidamente ajustada y aplicar lubricación requerida.

López, E., (2009), aborda en su tesis que el aplicar el mantenimiento autónomo es fundamental teniéndolo como uno de las bases del TPM, dicho esto debido a que el mismo enfoca el conocimiento y contacto entre el personal de operaciones y las máquinas, permitiendo que estos puedan mantenerlo condiciones óptimas.

Aplicación de mantenimiento autónomo

En la presente investigación la aplicación del mantenimiento autónomo se realizó siguiendo los siguientes pasos.

a) Limpieza e inspección inicial

En primer lugar, se realiza inspección exhaustiva y se identifican todos los elementos del área que tienden a deteriorarse o suelen fallar. Así como también, se identifican los puntos en los cuales se suele acumular la suciedad.

b) Elaboración de estándares de lubricación e inspección

Con la información identificada en el paso anterior se elaboran los estándares de lubricación e inspección en los cuales se detalla el cómo realizar la lubricación a los elementos del proceso que lo necesiten. Así como también se especifican los criterios de inspección y la frecuencia con la que se deben realizar.

c) Aplicación de controles visuales

En este paso se elaboran controles visuales y una lista de verificación para los elementos que requieren ser inspeccionados. A fin de que puedan servir como recordatorio de los aspectos que requieren una inspección y de esta manera reducir los errores y parones inesperados que se puedan producirse por el incumplimiento de estos.

Lista de verificación

Bocángel, Bocángel, Hilario, Perales & Rosas (2021). La definen como un listado de preguntas, en forma de cuestionario que sirve para verificar el grado de cumplimiento de determinadas reglas o actividades establecidas con un fin determinado. La lista de chequeo es en sí misma, una ayuda para la memoria, al proporcionar un método para una rápida verificación de los ítems planteados según el tipo de asunto a controlar.

Una lista de verificación es un listado de criterios que se utiliza para comprobar el cumplimiento de determinados aspectos de un proceso. En la presente investigación, se utiliza para verificar que se realicen todas las inspecciones y verificar que todos los elementos se encuentren en perfectas condiciones antes de iniciar un proceso.

d) Capacitación

Para el aseguramiento del cumplimiento y la correcta ejecución del mantenimiento autónomo. Es necesario realizar una capacitación al personal sobre el cuidado de los equipos y sobre los nuevos criterios de inspección.

Capacitación del personal

Consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización y orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador... Es la función educativa de una empresa u organización por la cual se satisfacen necesidades presentes y se

prevén necesidades futuras respecto de la preparación y habilidades de los colaboradores (Siliceo, 2004).

Con esta definición podemos decir que, en la capacitación, se busca la mejora de las habilidades y actitudes de los trabajadores, a fin de poder cumplir con los objetivos y metas de la organización.

Chiavenato (2009) nos dice que las necesidades de capacitación no siempre están claras y se deben diagnosticar con base en ciertas auditorías e investigaciones internas capaces de localizarlas y descubrirlas. Las necesidades de capacitación son carencias en la preparación profesional de las personas, es la diferencia entre lo que una persona debería saber y hacer y aquello que realmente sabe y hace.

En nuestra investigación el que la capacitación sea oportuna abre la puerta a que los procedimientos en el manejo de los equipos sean cumplidos a cabalidad incluso en el caso de que se alerte de una situación de emergencia que pueda conlleva el riesgo de daño físico del personal o equipos. Ha esto suma que pueda mejorar las mejoras en la organización.

El personal debe contar con capacitación, debe saber que hacer y para que lo hace. De modo que facilite el diagnóstico de fallas.

2.4 Definición de términos básicos

Carga

La carga es un término utilizado por el personal del centro oftalmológico al referirse, al conjunto material médico de cualquier tipo de uso, que requiera ser esterilizado a fin de que el mismo sea empleado en las cirugías oculares que se realizan en los quirófanos.

Esterilización

Según Pardi, Guilarte & De Stefano (2004):

La esterilización se define como el procedimiento que conlleva a la eliminación de todos los microorganismos presentes en un objeto o material mediante el empleo de diversos métodos y agentes. Se considera que las condiciones de esterilización son adecuadas cuando se destruyen las esporas de ciertas especies bacterianas.

El proceso de esterilización del centro oftalmológico consiste en la desinfección o eliminación de las bacterias y microorganismos de instrumentos, equipos médicos,

herramientas o utensilios metálico mediante el uso de equipos esterilizadores que funcionan ya sea a vapor, óxido de etileno u oxido etileno.

Mantenimiento Industrial

“Está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento.” (Olarte, Botero y Cañon, 2010)

Son todas las acciones efectuadas ya sea para prevenir o corregir alguna falla con el objetivo de que el equipo o máquina de un proceso funcione en óptimas condiciones en todo momento.

Paradas de máquina

“Interrupción ocasionada por fallas presentadas en las máquinas que conforman un proceso de producción.” (Olarte, Botero & Cañon, 2010)

Son todas las interrupciones de funcionamiento no previstas generalmente causadas por alguna falla mecánica ya sea por falta de mantenimiento, limpieza, sobrecalentamiento, etc.

Plan de Mejora

Consiste en el análisis de las áreas a mejorar, definiendo los problemas a solucionar, y en función de estos estructurar un plan de acción, que esté formado por objetivos, actividades, responsables e indicadores de gestión que permita evaluar constantemente, este proceso debe ser alcanzable en un periodo determinado. (Proaño, Gisbert y Pérez, 2017)

Un plan de mejora consiste en la aplicación de una serie de acciones, metodologías y herramientas de ingeniería con el fin de eliminar o reducir el impacto de un problema encontrado.

Procesos

“Es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etcétera.” (Bonilla, Díaz, Kleeberg & Noriega, 2010)

Un proceso está compuesto por un grupo de actividades sucesivas que tienen una entrada y una salida. Además, utilizan recursos para generar valor.

Reparación

“Conjunto de actividades orientadas a restablecer las condiciones normales de operación de una máquina.” (Olarte, Botero & Cañon, 2010)

Una reparación son las acciones efectuadas por personal técnico capacitado para la solución de alguna falla o alteración en el equipo que impide su funcionamiento normal y de forma continua.

Reproceso

“Acción tomada sobre un producto o servicio no conforme para hacerlo conforme con los requisitos.” (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015)

Un reproceso son todas las acciones correctivas efectuadas a un producto defectuoso para que cumpla con los estándares establecidos. Causan sobrecostos y pérdidas de tiempo.

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

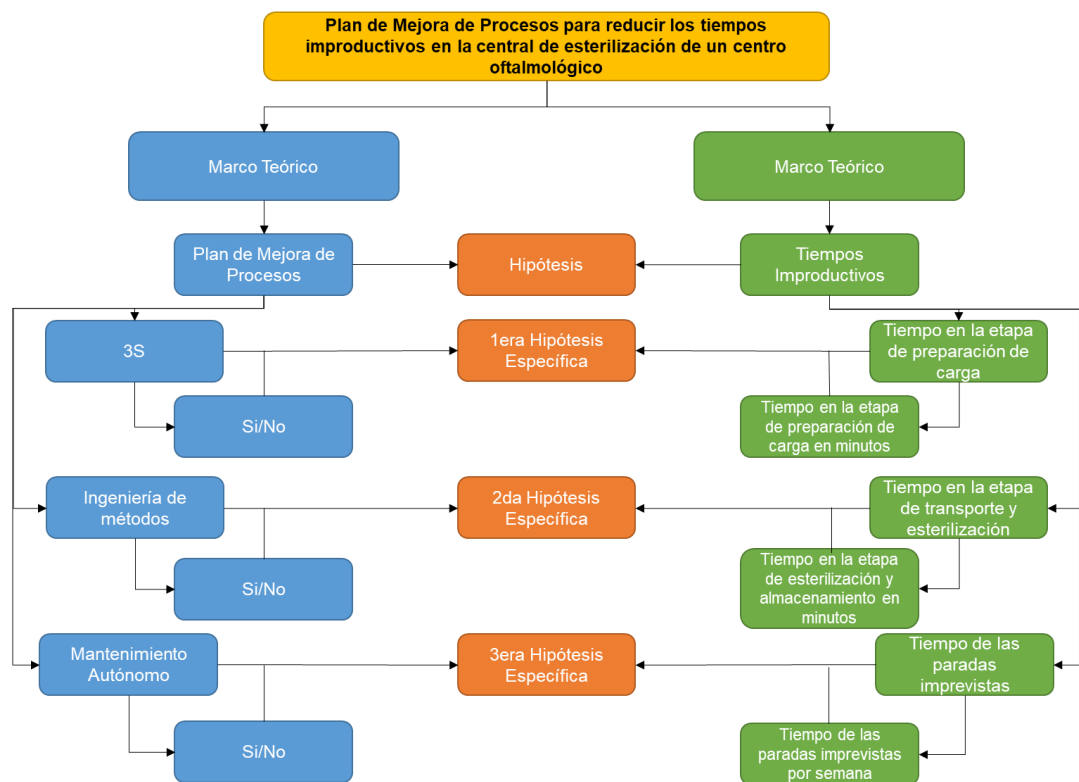


Figura N 10: Justificación de la hipótesis
Fuente: Elaboración Propia

2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis general

Si se aplica un Plan de mejora de procesos, entonces se podrá reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico

2.6.2 Hipótesis específicas

- a) Si se aplica las 3S entonces se reducirá el tiempo en la etapa de preparación de carga.
- b) Si se aplica la Ingeniería de métodos, entonces se reducirá el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento.
- c) Si se aplica el Mantenimiento autónomo entonces se reducirá el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.

2.7 Variables

Hipótesis general:

Variable independiente

- Plan de mejora de procesos

Variable dependiente

- Tiempos improductivos

Hipótesis secundarias:

Variables independientes

- 3S
- Ingeniería de métodos
- Mantenimiento autónomo

Variables dependientes

- Tiempo en la etapa de preparación de carga
- Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento
- Tiempo de las paradas imprevistas

Indicadores

- Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos
- Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos
- Tiempo de las paradas imprevistas por semana

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación

Enfoque

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.”. El trabajo de investigación tiene un enfoque Cuantitativo ya que se utiliza la recolección de datos y el análisis de indicadores con el fin de reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización.

Tipo

Vargas (2009) define la investigación aplicada como: “La utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general, además del bagaje de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina.”

La presente investigación es de tipo Aplicada, porque se propone un plan de mejora de procesos para reducir los tiempos improductivos mediante el uso de herramientas de ingeniería y siguiendo una metodología. Como el mantenimiento autónomo, las 3S, la Ingeniería de métodos, entre otros, a fin de eliminar los parones de equipos esterilizadores, reducir los tiempos de la etapa de preparación de carga y la etapa esterilización y almacenamiento.

Nivel

Según Bernal (2010): “Las investigaciones en que el investigador se plantea como objetivos estudiar el porqué de las cosas, los hechos, los fenómenos o las situaciones, se denominan explicativas.”

Esta investigación es de nivel Explicativa porque se tiene como objetivo de establecer una relación causa-efecto con respecto a la solución de los problemas planteados.

Diseño

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014):

Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasiexperimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan,

sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos.

La presente investigación es de diseño Cuasiexperimental porque se aplicaron las variables independientes, 3S, Ingeniería de métodos y mantenimiento autónomo, para observar su efecto en las variables dependientes, tiempo en la etapa de preparación de carga, tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento, y tiempos de paradas imprevistas. Asimismo, para el análisis de las variables dependientes se realizaron 2 pruebas un pre test y un post test.

3.2 Población y muestra

Población

“La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados.” (Arias, Miranda & Villasís, 2016)

Muestra

Según Bernal (2010) la muestra: “Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio”.

Según Manterola & Otzen (2017) una muestra puede ser obtenida de dos tipos: probabilística y no probabilística. Las técnicas de muestreo probabilísticas, permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar. En cambio, en las técnicas de muestreo de tipo no probabilísticas, la selección de los sujetos a estudio dependerá de ciertas características, criterios, etc. que él (los) investigador (es) considere (n) en ese momento.

Asimismo, el muestreo por conveniencia “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.” (Manterola & Otzen, 2017)

Para la presente investigación se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia en relación al tiempo con el que se contó al realizar la investigación.

Población de la investigación

La población de la investigación estuvo conformada por:

- Los ciclos de los procesos de esterilización a vapor y a gas realizados durante el año 2022.

A continuación, se detallan las unidades de análisis y las muestra pre test y post test para cada una de las variables dependientes.

➤ Tiempo en la etapa de preparación de carga

- Unidad de análisis

Los ciclos de la etapa de preparación de carga realizados del 04 de julio del 2022 al 11 de setiembre del 2022.

- Muestra Pre test

Los ciclos de la etapa de preparación de carga realizados durante el periodo del 04 de julio al 17 de julio.

- Muestra Post test

Los ciclos de la etapa de preparación de carga realizados durante el periodo del 29 de agosto al 11 de setiembre.

➤ Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento

- Unidad de análisis

Los ciclos de la etapa de esterilización y almacenamiento realizados del 04 de julio del 2022 al 11 de setiembre del 2022.

- Muestra Pre test

Los ciclos de la etapa de esterilización y almacenamiento realizados durante el periodo del 04 de julio al 17 de julio.

- Muestra Post test

Los ciclos de la etapa de esterilización y almacenamiento realizados durante el periodo del 29 de agosto al 11 de setiembre.

➤ Tiempo de las paradas imprevistas

- Unidad de análisis

Las paradas imprevistas ocurridas del 04 de julio del 2022 al 11 de setiembre del 2022.

- Muestra Pre test

Las paradas imprevistas ocurridas durante el periodo del 04 julio al 31 julio.

- Muestra Post test

Las paradas imprevistas ocurridas durante el periodo del 15 agosto al 11 setiembre.

En la tabla N° 3 se muestran las unidades de análisis y las muestras en una situación de pre test y post test.

Tabla N° 3

Unidad de análisis y muestras pre test y post test

Variable dependiente	Indicador	Unidad de análisis y Periodos	Muestra PRE	Muestra POST
Tiempo en la etapa de preparación de carga	Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos	Ciclos de la etapa de preparación de carga realizados Del 04 de julio al 17 de julio y Del 29 de agosto al 11 de setiembre	Ciclos de la etapa de preparación de carga realizados Del 04 de julio al 17 de julio	Del 29 de agosto al 11 de setiembre
Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos	Ciclos de la etapa de esterilización y almacenamiento realizados Del 04 de julio al 17 de julio y Del 29 de agosto al 11 de setiembre	Ciclos de la etapa de esterilización y almacenamiento realizados Del 04 de julio al 17 de julio.	Del 29 de agosto al 11 de setiembre.
Tiempo de las paradas imprevistas	Tiempo de las paradas imprevistas por semana	Paradas imprevistas ocurridas Del 04 julio al 31 julio y Del 15 agosto al 11 setiembre	Paradas imprevistas ocurridas Del 04 julio al 31 julio	Del 15 agosto al 11 setiembre

Fuente: Elaboración propia

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas e instrumentos

Técnicas de recolección de datos

Según Arias (2012) “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”.

Según Mejía (2005) “instrumentos de acopio de datos se denomina a todos los instrumentos que pueden servir para medir las variables, recopilar información con respecto a ellas o simplemente observar su comportamiento”.

En la presente investigación la técnica de recolección de datos usada para las 3 variables fue la de observación.

Según Hernández, Fernández & Baptista (2014) la observación “consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías”

El instrumento utilizado para la recolección de datos de las 3 variables fue el Registro de contenido.

La ficha de registro permite recolectar datos e información de las fuentes que se están consultando, las fichas se elaboran y diseñan teniendo en cuenta la información que se desea obtener para el estudio; es decir, no existe un modelo estable (Arias, 2020).

En la Tabla N° 4 se detallan las técnicas e instrumentos utilizados para cada variable.

Tabla N° 4
Técnicas e instrumentos utilizados para cada variable

Variable dependiente	Indicador	Técnica	Instrumento
Tiempo en la etapa de preparación de carga	Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos	Observación directa	Registro de observación de tiempo en la etapa de preparación de carga
Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos	Observación directa	Registro de observación de tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento
Tiempo de las paradas imprevistas	Tiempo de las paradas imprevistas por semana	Observación directa	Registro de observación de tiempo de paradas imprevistas

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Criterios de Validez

Según Bernal (2010) “La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos”.

Confiabilidad

“Es la capacidad del mismo instrumento para producir resultados congruentes cuando se aplica por segunda vez, en condiciones tan parecidas como sea posible” (McDaniel & Gates, 1992, como se citó en Bernal, 2010).

A continuación, se presenta los criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos:

- Tiempo en la etapa de preparación de carga
 - a. La validez del instrumento fue dada por la empresa.
 - b. La confiabilidad fue dada por la empresa.
- Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento
 - a. La validez del instrumento fue dada por la empresa.
 - b. La confiabilidad fue dada por la empresa.
- Paradas Imprevistas
 - a. La validez del instrumento fue dada por la empresa.
 - b. La confiabilidad fue dada por la empresa.

3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

1° Se grabó videos de los procesos de esterilización a vapor y a gas. Así como también, se realizaron tomas de tiempos a las actividades de ambos procesos, se calcularon los tiempos estándar y se elaboraron sus diagramas de análisis del proceso.

2° Se registraron los tiempos de paradas inesperadas en un lapso de un mes en la hoja de registro de paradas de máquina.

3° Se aplicó la Ingeniería de métodos, las 3S y el mantenimiento autónomo en la central de esterilización del centro oftalmológico.

4° Se realizó una segunda toma de tiempos tras la aplicación de las mejoras al proceso y se halló el nuevo tiempo estándar.

5° Tras la aplicación del mantenimiento autónomo se volvió a registrar los tiempos de paradas inesperadas en un lapso de un mes en la hoja de registro de paradas de máquina.

6° Se contrastaron y analizaron los resultados obtenidos en el software SPSS para determinar si hubo una mejora en los tiempos tras la aplicación del plan de mejora.

3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos

Para la presente investigación se realizó el análisis e interpretación de datos mediante el software SPSS. En la Tabla N° 5 se muestra a detalle.

Tabla N° 5
Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Variable dependiente	Indicador	Escala de Medición	Estadísticos descriptivos	Análisis Inferencial
Tiempo en la etapa de preparación de carga	Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda). Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student para muestras relacionadas
Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda). Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student para muestras relacionadas
Tiempo de las Paradas imprevistas	Tiempo de las Paradas Imprevistas por mes	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda). Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student para muestras relacionadas

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Generalidades

El centro oftalmológico, brinda atenciones en el campo de la salud oftalmológica para la atención clínica quirúrgica de patologías oculares, con tecnología de punta y profesionales especializados en oftalmología para el fortalecimiento de las acciones destinadas a mejorar la salud ocular comunitaria. Actualmente cuenta con 300 personas contratadas en planilla y 150 locadores de servicio.

Misión

Mejorar la calidad de vida de la población desarrollando investigación e innovación tecnológica, docencia y atención oftalmológica de la patología de mayor complejidad, proponiendo normas a la autoridad nacional de salud.

Visión

Una población peruana que goce de buena salud ocular a través de una óptima respuesta institucional en los niveles de prevención, investigación y docencia en salud ocular; contribuyendo en la construcción de políticas públicas para el desarrollo nacional.

En la central de esterilización se realizan dos tipos de procesos de esterilización uno a vapor (equipo Matachana) y otro a gas (equipo Sterivac). El primer proceso se realizaba para materiales, accesorios de equipos biomédicos o instrumental médico, y el segundo para materiales y accesorios de equipos biomédicos que son más sensibles al calor o la humedad. Estos procesos tienen diferentes frecuencias de esterilización debido a la diferencia de tiempos en sus operaciones.

El proceso esterilización al vapor tiene una duración de entre 30 a 40 minutos aproximadamente, a diferencia de la operación de esterilización a gas la cual tarda 9 horas, siendo esta la situación que ha llevado a que se haya adquirido un mayor stock de material que únicamente es esterilizable a gas.

Por todo lo expuesto, a fin de facilitar el análisis estos procesos de esterilización en vapor y gas, se optó por dividirlos en dos etapas; siendo estas: la Etapa de Preparación de Carga y Etapa de Esterilización y almacenamiento. La primera etapa, inicia desde la recepción de la carga hasta su empaquetado; el cual se acumulará hasta alcanzar una cantidad mínima de acuerdo a la necesidad del centro quirúrgico. Por otro lado, en la segunda etapa se procede a transportar la carga hacia los equipos e iniciar el

ciclo de esterilización. Posteriormente, se retira el material esterilizado de los equipos y se transporta hacia la zona de almacenaje. En la Figura N 11 se muestra las etapas del proceso de esterilización.

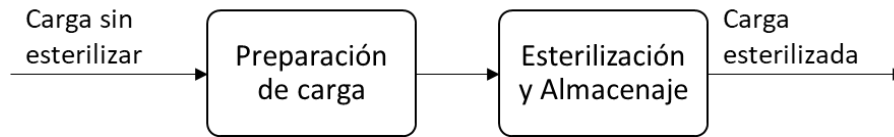


Figura N 11: Etapas del proceso de esterilización
Fuente: Elaboración Propia

Actualmente, en el centro oftalmológico hay una serie de problemas presentes, uno de ellos es que el método de trabajo actual ha sido formado en base a la experiencia de los usuarios, sin haber abordado un análisis adecuado, variable de acuerdo a criterio de los operadores. Por otro lado, los materiales que requieren de esterilización, son diversos, con propiedades especiales que requieren algunos procedimientos complejos de limpieza y esterilización por lo cual los usuarios y el proceso debe ser el adecuado, el no seguir estas medidas pueden generar demoras en el proceso.

El personal que actualmente labora, no ha sido capacitado ni se les ha reforzado sus conocimientos, es por ello que las operaciones que realicen pueden generar errores. Asimismo, las maquinas esterilizadoras, tiene características de condiciones de trabajo, mantenimiento y operación especiales que al no ser tomadas en cuenta o ignoradas pueden generar fallas que generen tiempos improductivos.

Otro factor que influye son las condiciones del medio ambiente internas y externas como el agua, la luz y la infraestructura, ya que de verse comprometido alguno de estos factores ocasionaría que el proceso se detenga inesperadamente.

En la figura N 12 se muestra un diagrama causa-efecto con la problemática previamente descrita.

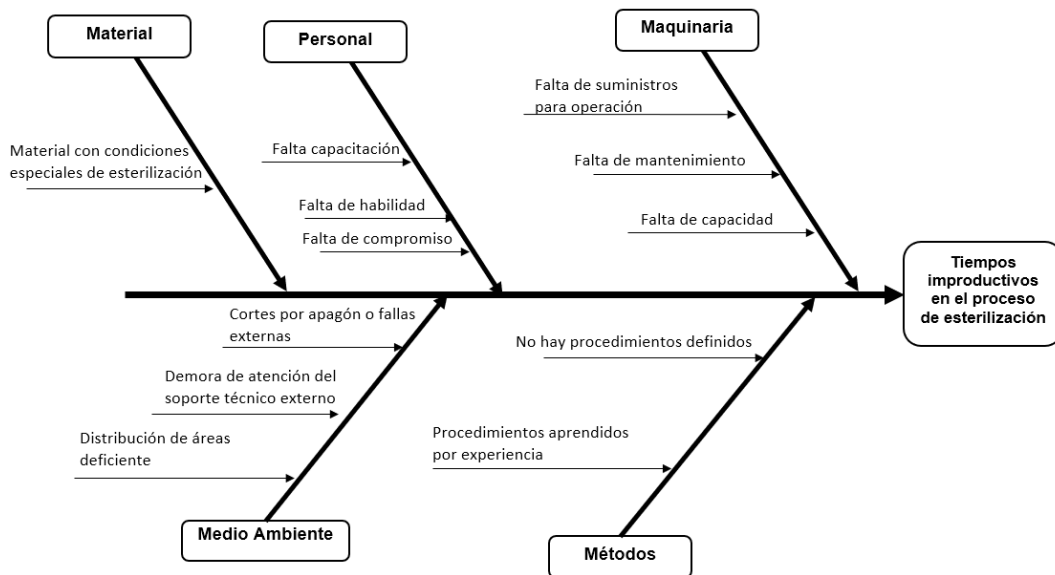


Figura N 12: Diagrama de causa-efecto – Tiempos improductivos
 Fuente: Elaboración Propia

En la presente investigación se desarrolló la aplicación de las herramientas y metodologías del plan de mejora de procesos, conformado por la Ingeniería de métodos, las 3S y el mantenimiento autónomo con el objetivo de reducir los tiempos improductivos presentes en la central de esterilización. A continuación, se detalla cómo fueron aplicadas.

Objetivo específico 1: Aplicar las 3S para reducir el tiempo en la etapa de preparación de carga.

Situación antes (Pre test)

La aplicación de las 3S se realizó en la central de esterilización del centro oftalmológico, debido principalmente a que el área se encontraba muy desordenada y sobrecargada con elementos que no se requerían durante la etapa de preparación de carga. Ocasionando la confusión del personal y reduciendo el espacio de trabajo. Por otro lado, la falta de controles visuales, señalizaciones, delimitaciones de las zonas de trabajo y que no hubiera una zona de guardado predeterminada para cada herramienta o utensilio provocaba que se incrementara el tiempo del proceso y que con frecuencia ocurriesen más errores y reprocesos.

A continuación, se muestra algunas fotos de la situación antes de las 3S en las figuras N 13 hasta la 17.



Figura N 13: Foto 1 zona de empaquetado auxiliar antes de 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 14: Foto 2 zona de empaquetado auxiliar antes de 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 15: Foto 1 zona de empaquetado antes de 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 16: Foto área de lavado antes de 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 17: Foto zona de etiquetado y almacenamiento antes de 3S
Fuente: Centro oftalmológico

Muestra antes

Para la realización del pre test de esta variable durante 2 semanas se realizó la toma de tiempos en las etapas de preparación de carga de los procesos de esterilización. Cabe recalcar que hay dos tipos de proceso de esterilización uno a vapor y otro a gas, por lo que se realizó la toma de tiempos para cada tipo de proceso. En la tabla N° 6 se muestran los tiempos observados en el proceso de esterilización a vapor y en la tabla N° 7 se muestran los datos para el proceso a gas.

Tabla N° 6
Muestra objetivo 1 pre test – Vapor

Semana	Días	Pre Test
Semana 1	Lunes	28.90
	Martes	28.86
	Miércoles	28.49
	Jueves	28.65
	Viernes	28.46
Semana 2	Lunes	28.76
	Martes	28.73
	Miércoles	28.64
	Jueves	28.86
	Viernes	28.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7
Muestra objetivo 1 pre test – Gas

Semana	Días	Pre Test
Semana 1	Lunes	28.35
	Martes	28.27
	Miércoles	28.32
	Jueves	28.15
	Viernes	28.51
Semana 2	Lunes	28.22
	Martes	28.15
	Miércoles	28.43
	Jueves	28.07
	Viernes	28.09

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la teoría

El objetivo de aplicar las 3S fue mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas para reducir los tiempos en las etapas de preparación de carga. A continuación, en la figura N 18 se muestran los pasos que fueron realizados durante la aplicación de esta herramienta.

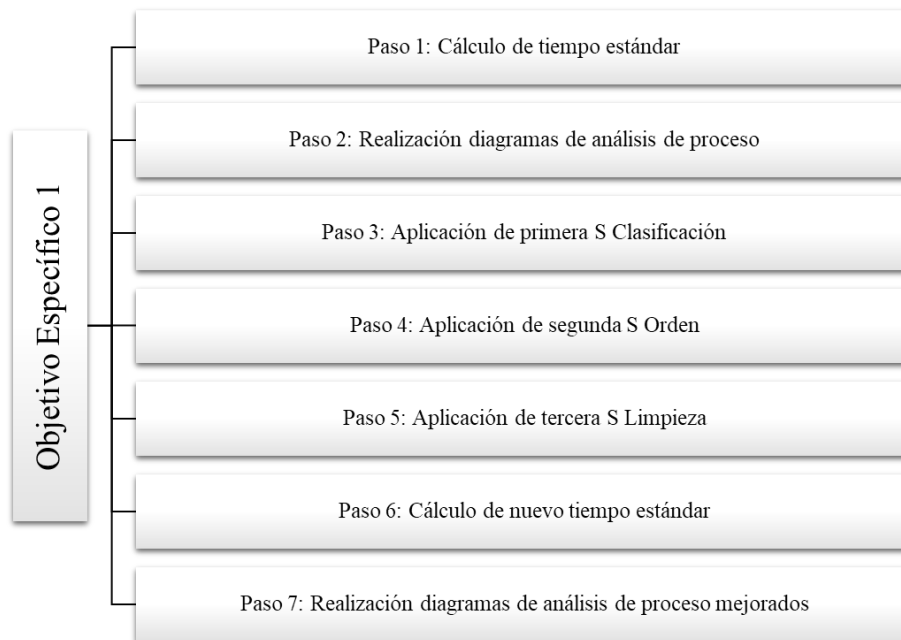


Figura N 18: Secuencia de pasos para aplicar 3S
Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Cálculo de tiempo estándar

Con los tiempos observados registrados que se obtuvieron del pre test se calculó el tiempo normal. Para el cálculo se consideró una valorización de 100% debido a que las tomas de tiempos se realizaron con personal capacitado y con experiencia. Seguidamente, se calcularon las holguras para ello se seleccionaron las que más se adecuaban de acuerdo a las condiciones de trabajo del proceso.

Los componentes de la holgura que se utilizaron en el cálculo del tiempo estándar se muestran en la tabla N° 8.

Tabla N° 8
Cálculo de holguras

Holgura	%
Holgura personal	4
Holgura por fatiga básica	5
Estar de pie	2
Total	11

Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos observados y los cálculos del tiempo estándar obtenidos para el proceso de esterilización a vapor se encuentran en las Tablas N° 9 y 10. Por otro lado, los datos obtenidos para el proceso de esterilización a gas se muestran en las tablas N° 11 y 12.

Tabla N° 9
 Tiempos observados pre test etapa de preparación de carga – Vapor

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	TPromedio
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.88	0.85	0.83	0.88	0.82	0.87	0.85	0.80	0.90	0.82	0.85
Trasladar a área roja	0.27	0.32	0.28	0.27	0.23	0.33	0.30	0.27	0.32	0.25	0.28
Verificar material	0.88	0.87	0.80	0.85	0.88	0.78	0.82	0.85	0.92	0.85	0.85
Lavar	4.22	4.17	4.13	4.17	4.15	4.22	4.18	4.15	4.12	4.17	4.17
Enjuagar	9.25	9.32	9.33	9.30	9.28	9.27	9.25	9.37	9.33	9.30	9.30
Secar	3.63	3.70	3.68	3.62	3.67	3.68	3.65	3.63	3.63	3.60	3.65
Registrar material quirúrgico (carga) - área roja	1.25	1.28	1.18	1.22	1.15	1.17	1.23	1.22	1.25	1.22	1.22
Trasladar a área de empacado	0.30	0.22	0.23	0.27	0.25	0.27	0.25	0.22	0.23	0.27	0.25
Empacar	5.55	5.58	5.53	5.50	5.48	5.57	5.55	5.50	5.53	5.53	5.53
Etiquetar	2.25	2.17	2.18	2.15	2.22	2.17	2.27	2.23	2.28	2.25	2.22
Guardar carga	0.42	0.38	0.32	0.42	0.33	0.43	0.38	0.40	0.35	0.40	0.38
Total	28.90	28.86	28.49	28.65	28.46	28.76	28.73	28.64	28.86	28.66	28.70

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 10
 Tiempos estándar pre test etapa de preparación de carga – Vapor

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.85	100	0.85	11	0.94
Trasladar a área roja	0.28	100	0.28	11	0.31
Verificar material	0.85	100	0.85	11	0.94
Lavar	4.17	100	4.17	11	4.63
Enjuagar	9.30	100	9.30	11	10.32
Secar	3.65	100	3.65	11	4.05
Registrar material quirúrgico (carga) - área roja	1.22	100	1.22	11	1.35
Trasladar a área de empacado	0.25	100	0.25	11	0.28
Empacar	5.53	100	5.53	11	6.14
Etiquetar	2.22	100	2.22	11	2.46
Guardar carga	0.38	100	0.38	11	0.42
Total	28.70		28.70		31.86

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 11

Tiempos observados pre test etapa de preparación de carga - Gas

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	TPromedio
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.87	0.88	0.83	0.82	0.92	0.87	0.95	0.92	0.88	0.90	0.88
Trasladar a área roja	0.37	0.45	0.42	0.38	0.37	0.40	0.43	0.42	0.40	0.37	0.40
Verificar de material	0.80	0.75	0.82	0.83	0.88	0.78	0.78	0.90	0.82	0.80	0.82
Lavar	3.75	3.78	3.72	3.70	3.80	3.70	3.75	3.78	3.75	3.77	3.75
Enjuagar	9.42	9.47	9.40	9.38	9.45	9.35	9.45	9.38	9.35	9.35	9.40
Secar	3.75	3.73	3.67	3.68	3.77	3.70	3.75	3.70	3.68	3.73	3.72
Registrar de material quirúrgico (carga) - área roja	1.40	1.47	1.50	1.48	1.52	1.50	1.43	1.47	1.48	1.42	1.47
Trasladar a área azul	0.27	0.20	0.25	0.23	0.27	0.22	0.18	0.23	0.25	0.23	0.23
Registrar de material quirúrgico (carga) - área azul	0.62	0.63	0.60	0.58	0.58	0.63	0.55	0.60	0.58	0.62	0.60
Empacar	2.65	2.60	2.63	2.68	2.60	2.67	2.65	2.63	2.62	2.60	2.63
Etiquetar	0.98	0.97	0.93	0.92	0.95	0.97	0.92	0.95	0.98	0.93	0.95
Trasladar a zona de sellado	0.22	0.17	0.27	0.25	0.20	0.22	0.18	0.25	0.22	0.20	0.22
Sellar bolsas	2.67	2.62	2.68	2.65	2.60	2.63	2.58	2.70	2.58	2.62	2.63
Guardar carga	0.58	0.55	0.60	0.57	0.60	0.58	0.55	0.50	0.48	0.55	0.56
Total	28.35	28.27	28.32	28.15	28.51	28.22	28.15	28.43	28.07	28.09	28.26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 12

Tiempos estándar pre test etapa de preparación de carga - Gas

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.88	100	0.88	11	0.98
Trasladar a área roja	0.40	100	0.40	11	0.44
Verificar de material	0.82	100	0.82	11	0.91
Lavar	3.75	100	3.75	11	4.16
Enjuagar	9.40	100	9.40	11	10.43
Secar	3.72	100	3.72	11	4.13
Registrar de material quirúrgico (carga) - área roja	1.47	100	1.47	11	1.63
Trasladar a área azul	0.23	100	0.23	11	0.26
Registrar de material quirúrgico (carga) - área azul	0.60	100	0.60	11	0.67
Empacar	2.63	100	2.63	11	2.92
Etiquetar	0.95	100	0.95	11	1.05
Trasladar a zona de sellado	0.22	100	0.22	11	0.24
Sellar bolsas	2.63	100	2.63	11	2.92
Guardar carga	0.56	100	0.56	11	0.62
Total	28.26		28.26		31.37

Fuente: Elaboración Propia

Paso 2: Elaboración diagramas de análisis de proceso

Seguidamente, tras realizar la toma de tiempos y el cálculo de los tiempos estándar para la etapa de preparación de carga en los dos tipos de proceso, vapor y gas. Se continuó con la elaboración de los diagramas de análisis de procesos con los datos obtenidos en el paso 1. El DAP de la etapa de preparación de carga a vapor se muestra en figuras N 19 y para el proceso a gas en la figura N 20.

DAP PREPARACIÓN DE CARGA- EQUIPO ESTERILIZADOR DE VAPOR								
PRE TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	30.33						
Equipo: Matachana	Inspección	0.94						
	Transporte	0.59						
	Espera	0.00						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	31.86						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇒	D	▽	
RECIBIR Y REGISTRAR MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA)		0.94	X					
TRASLADAR A ÁREA ROJA	2.4	0.31			X			
VERIFICAR MATERIAL		0.94		X				
LAVAR		4.63	X					
ENJUAGAR		10.32	X					DETERGENTE, LUBRICANTES, REMOVEDOR DE ÓXIDO Y ENZIMÁTICOS
SECAR		4.05	X					SECADO MANUAL
REGISTRAR MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA) - ÁREA ROJA		1.35	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA AREA ROJA
TRASLADAR A AREA DE EMPACADO	0.8	0.28			X			
EMPACAR		6.14	X					
ETIQUETAR		2.46	X					TIRAS REACTIVAS Y ETIQUETADO
GUARDAR CARGA		0.42	X					
TOTAL	3.2	31.86						

Figura N 19: DAP pre test preparación de carga - Vapor
Fuente: Elaboración propia

DAP PREPARACIÓN DE CARGA - EQUIPO ESTERILIZADOR GAS								
PRE TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	29.51						
Equipo: Sterivac	Inspección	0.91						
	Transporte	0.94						
	Espera	0.00						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	31.37						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	→	D	▽	
RECIBIR Y REGISTRAR MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA)		0.98	X					CUADERNO DE INGRESO DE CARGA AREA ROJA
TRASLADAR A AREA ROJA	2.4	0.44			X			
VERIFICAR DE MATERIAL		0.91		X				
LAVAR		4.16	X					
ENJUAGAR		10.43	X					DETERGENTE, LUBRICANTES, REMOVEDOR DE ÓXIDO Y ENZIMÁTICOS
SECAR		4.13	X					SECADO MANUAL
REGISTRAR DE MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA) - AREA ROJA		1.63	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA AREA ROJA
TRASLADAR A AREA AZUL	4.7	0.26			X			
REGISTRAR DE MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA) - AREA AZUL		0.67	X					
EMPACAR		2.92	X					BOLSAS ESTERILES
ETIQUETAR		1.05	X					TIRAS REACTIVAS Y ETIQUETADO
TRASLADAR A ZONA DE SELLADO	2.54	0.24			X			
SELLAR BOLSAS		2.92	X					
GUARDAR CARGA		0.62	X					
TOTAL	9.64	31.37						

Figura N 20: DAP pre test preparación de carga - Gas
Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Aplicación de primera S Clasificación

En la primera etapa de las 3S, primero se identificaron las zonas críticas a mejorar y luego se clasificó todo elemento que no se consideraba necesario o que se usaba con poca frecuencia en las zonas de trabajo de la central de esterilización para ello se aplicaron las tarjetas rojas.

Las tarjetas rojas son un tipo de ayuda visual, que consisten en pequeñas fichas de cartón de un color rojo brillante que ayudan a clasificar todo elemento del área que no es útil o no genera valor al proceso. Para su posterior eliminación total o su reubicación en otro en ambiente.

A continuación, en la Tabla N° 13 se muestra un resumen de las tarjetas rojas aplicadas en las zonas de trabajo de la central de esterilización del centro oftalmológico.

Tabla N° 13
Resumen de tarjetas rojas

N°	Descripción	Área	Acción sugerida
1	Exceso de dispensadores de bolsas de plásticos	Zona de empaquetado	Reubicar
2	Material residual de dispensadores de bolsas de plástico	Zona de empaquetado	Eliminar
3	Archivador junto a insumos	Zona de empaquetado	Agrupar en espacio separado
4	Coche de esterilizador a vapor fuera de lugar	Área Azul	Reubicar
5	Silla innecesaria	Área Azul	Eliminar
6	Insumos fuera de lugar	Zona empaquetado auxiliar	Eliminar
7	Elementos defectuosos	Zona empaquetado auxiliar	Eliminar
8	Elementos innecesarios	Zona empaquetado auxiliar	Reubicar
9	Envases de plásticos fuera de lugar	Área de lavado	Reubicar
10	Coche de curaciones fuera de lugar	Área de lavado	Reubicar
11	Silla innecesaria	Área Verde	Eliminar
12	Coches de esterilizador de vapor fuera de lugar	Área Verde	Reubicar
13	Cajas innecesarias	Pasillo	Reciclar

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 4 se muestran fotos de los hallazgos encontrados.

Paso 4: Aplicación de segunda S Orden

Esta segunda etapa se reorganizó y estableció lugares de guardado para las herramientas e insumos del proceso. Asimismo, se elaboraron distintos tipos de controles visuales para las máquinas, pasillos, herramientas y zonas de trabajo, con información importante como aspectos a considerar para cada máquina, letreros de ubicación para las áreas y máquinas, entre otros. Con el fin de hacer las áreas de trabajo más agradables a la vista, más organizadas y más eficientes al poder ubicar todo elemento con una mayor facilidad.

En esta investigación, los controles visuales aplicados fueron la demarcación de pisos, carteles con información de uso de las máquinas, factores a inspeccionar, etc. A continuación, se muestra algunos ejemplos de los controles visuales colocados en las zonas de trabajo.

En las Figuras N 21 hasta la 27 se muestran las etiquetas que fueron utilizadas para facilitar la búsqueda de materiales y la delimitación de las ubicaciones de los equipos auxiliares y materiales.



Figura N 21: Control Visual de selladora de bolsas
Fuente: Centro oftalmológico

En la Figura N 22 se muestra un ejemplo de la clasificación materiales realizado mediante el uso de las etiquetas. En este caso es el de los rollos de bolsas que se usan para empaquetar los utensilios e instrumentos que van al esterilizador de vapor.



Figura N 22: Etiquetas para clasificar rollo de bolsas
Fuente: Centro oftalmológico

Otro de los usos que se les dio a las etiquetas fue para la clasificación de los cajones de las mesas de trabajo como se muestra en la Figura N 23.



Figura N 23: Control Visual de cajones de mesa de trabajo
Fuente: Centro oftalmológico

En la Figura N 24 se muestra el esterilizador de vapor Matachana con un cartel que indica su nombre y una cartilla de control visual de color rojo en el que se señala el botón de paro de emergencia.



Figura N 24: Controles Visuales de Esterilizador de vapor
Fuente: Centro oftalmológico

En la Figura N 25 se muestra la delimitación de las zonas donde se deben dejar los coches del esterilizador de vapor Matachana cuando no se esté utilizando.



Figura N 25: Delimitación de zonas de coches - Matachana
Fuente: Centro oftalmológico

Asimismo, para coche de esterilización se colocó un cartel en el que indica para que esterilizador se utiliza dicho coche. En la Figura N 26 se muestra el control visual aplicado.



Figura N 26: Control visual coche de transporte - Matachana
Fuente: Centro oftalmológico

Por otro lado, en la Figura N 27 se muestra el esterilizador a gas de óxido de etileno Sterivac en el cual se le colocó un cartel con su nombre.



Figura N 27: Controles visuales de esterilizador a gas
Fuente: Centro oftalmológico

Paso 5: Aplicación de tercera S Limpieza

Para la aplicación de la tercera S de limpieza se elaboraron formatos de estándares de limpieza para ambos esterilizadores en los cuales se describió los puntos en los que usualmente se acumula la suciedad y que requiere una limpieza frecuente. En estos se detallaron los criterios de limpieza, los utensilios a utilizar y la frecuencia con la que se realizaría esta tarea. Asimismo, este formato se colocó a la vista para que todo aquel que use el esterilizador pueda consultarlo y esté al tanto de los elementos que requieran limpieza.

En la tabla N° 14 se muestra el formato de estándar de limpieza elaborado para el proceso a vapor.

Tabla N° 14
Estándar de limpieza del proceso a vapor

N°	Elemento	Criterio	Utensilio	Frecuencia
1	Ruedas de carros de transporte de carga	Debe estar libre de suciedad	Trapo industrial	Semanal
2	Carros de transporte de carga	Debe estar libre de suciedad	Trapo industrial	Diario
3	Puerta de Esterilizadores	Verificar limpieza de los empaques	Alcohol Isopropílico	Diario
4	Superficie de esterilizadores	Debe estar libre de suciedad	Trapo industrial	Diario
5	Piso	No haya suciedad ni humedad	Escoba / Trapeador	Diario

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla N° 15 se muestra el formato de estándar de limpieza elaborado para el proceso a gas.

Tabla N° 15
Estándar de limpieza del proceso a gas

N°	Elemento	Criterio	Utensilio	Frecuencia
1	Ruedas de carros de transporte de carga	Debe estar libre de suciedad	Trapo industrial	Semanal
2	Carros de transporte de carga	Debe estar libre de suciedad	Trapo industrial	Diario
2	Puerta de Esterilizadores	Verificar limpieza de los empaques	Alcohol Isopropílico	Diario
4	Superficie de esterilizadores	Debe estar libre de suciedad	Trapo industrial	Diario
5	Piso	No haya suciedad	Escoba	Diario

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se estableció que después de cada ciclo durante un tiempo aproximado de 5 minutos el personal se encargue de limpiar las zonas de trabajo utilizadas a fin de eliminar los desperdicios producidos durante el proceso, así como también secar los suelos ya que durante las operaciones de lavado y secado se suele derramar agua. De esta manera el área queda limpia y lista para el siguiente ciclo de trabajo.

Para el cumplimiento de estos estándares de limpieza y estas nuevas medidas aplicadas se designó a un responsable que se encarga de supervisar que se realice con frecuencia y de manera adecuada las tareas de limpieza.

Paso 6: Cálculo de nuevo tiempo estándar

Tras los cambios efectuados en las áreas se realizó el post test para ello durante 2 semanas se realizó una nueva toma de tiempos para determinar en qué medida se redujeron los tiempos en las actividades de la etapa de preparación de carga de los procesos de esterilización a vapor y gas.

Con los tiempos observados obtenidos se procedió a realizar los cálculos del tiempo estándar para los procesos de esterilización a vapor y a gas. Los tiempos observados y el cálculo del tiempo estándar del proceso de esterilización de vapor se encuentran en las Tablas N° 16 y 17 respectivamente. Por otro lado, los datos obtenidos para el proceso de esterilización a gas se muestran en las tablas N° 18 y 19.

Tabla N° 16

Tiempos observados post test etapa de preparación de carga - Vapor

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	Tpromedio
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.87	0.88	0.80	0.85	0.78	0.83	0.88	0.82	0.78	0.83	0.83
Trasladar a área roja	0.28	0.23	0.27	0.25	0.30	0.27	0.25	0.32	0.27	0.23	0.27
Verificar material	0.88	0.83	0.85	0.92	0.77	0.83	0.87	0.78	0.80	0.80	0.83
Lavar	3.77	3.72	3.78	3.75	3.80	3.68	3.77	3.72	3.78	3.73	3.75
Enjuagar	7.77	7.75	7.80	7.72	7.77	7.75	7.70	7.78	7.77	7.70	7.75
Secar	3.65	3.58	3.67	3.70	3.63	3.60	3.63	3.70	3.57	3.60	3.63
Registrar material quirúrgico (carga) - área roja	1.30	1.25	1.23	1.20	1.30	1.22	1.25	1.23	1.17	1.18	1.23
Trasladar a área de empacado	0.27	0.23	0.28	0.25	0.20	0.23	0.22	0.25	0.18	0.22	0.23
Empacar	5.42	5.48	5.43	5.53	5.50	5.48	5.55	5.47	5.52	5.45	5.48
Etiquetar	2.20	2.13	2.22	2.25	2.18	2.17	2.13	2.17	2.15	2.23	2.18
Guardar carga	0.37	0.42	0.38	0.32	0.42	0.33	0.37	0.38	0.33	0.35	0.37
Total	26.78	26.50	26.71	26.74	26.65	26.39	26.62	26.62	26.32	26.32	26.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17

Tiempos estándar post test etapa de preparación de carga - Vapor

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.83	100	0.83	11	0.92
Trasladar a área roja	0.27	100	0.27	11	0.30
Verificar material	0.83	100	0.83	11	0.92
Lavar	3.75	100	3.75	11	4.16
Enjuagar	7.75	100	7.75	11	8.60
Secar	3.63	100	3.63	11	4.03
Registrar material quirúrgico (carga) - área roja	1.23	100	1.23	11	1.37
Trasladar a area de empackado	0.23	100	0.23	11	0.26
Empacar	5.48	100	5.48	11	6.08
Etiquetar	2.18	100	2.18	11	2.42
Guardar carga	0.37	100	0.37	11	0.41
Total	26.55		26.55		29.47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 18

Tiempos observados post test etapa de preparación de carga - Gas

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	TPromedio
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.88	0.83	0.83	0.87	0.85	0.87	0.88	0.85	0.90	0.90	0.87
Trasladar a área roja	0.43	0.42	0.35	0.38	0.45	0.42	0.43	0.40	0.47	0.42	0.42
Verificar de material	0.78	0.80	0.83	0.80	0.87	0.80	0.87	0.88	0.88	0.82	0.83
Lavar	3.25	3.20	3.10	3.20	3.12	3.17	3.07	3.20	3.17	3.20	3.17
Enjuagar	7.75	7.82	7.87	7.73	7.80	7.82	7.88	7.83	7.78	7.72	7.80
Secar	3.75	3.70	3.68	3.73	3.73	3.72	3.77	3.73	3.67	3.68	3.72
Registrar de material quirúrgico (carga) - área roja	1.48	1.45	1.53	1.42	1.57	1.47	1.50	1.48	1.48	1.45	1.48
Trasladar a área azul	0.27	0.20	0.25	0.23	0.22	0.28	0.18	0.22	0.22	0.27	0.23
Registrar de material quirúrgico (carga) - área azul	0.60	0.63	0.55	0.57	0.62	0.58	0.55	0.63	0.53	0.57	0.58
Empacar	2.58	2.60	2.58	2.63	2.65	2.53	2.60	2.63	2.58	2.60	2.60
Etiquetar	0.95	0.98	0.88	0.93	0.92	0.95	0.97	0.87	0.93	0.95	0.93
Trasladar a zona de sellado	0.22	0.18	0.23	0.18	0.17	0.15	0.20	0.18	0.13	0.18	0.18
Sellar bolsas	2.10	2.12	2.17	2.15	2.17	2.08	2.13	2.15	2.18	2.08	2.13
Guardar carga	0.53	0.58	0.47	0.48	0.52	0.57	0.53	0.55	0.57	0.53	0.53
Total	25.57	25.51	25.32	25.30	25.66	25.41	25.56	25.60	25.49	25.37	25.47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 19

Tiempos estándar post test etapa de preparación de carga - Gas

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Recibir y registrar material quirúrgico (carga)	0.87	100	0.87	11	0.97
Trasladar a área roja	0.42	100	0.42	11	0.47
Verificar de material	0.83	100	0.83	11	0.92
Lavar	3.17	100	3.17	11	3.52
Enjuagar	7.80	100	7.80	11	8.66
Secar	3.72	100	3.72	11	4.13
Registrar de material quirúrgico (carga) - área roja	1.48	100	1.48	11	1.64
Trasladar a área azul	0.23	100	0.23	11	0.26
Registrar de material quirúrgico (carga) - área azul	0.58	100	0.58	11	0.64
Empacar	2.60	100	2.60	11	2.89
Etiquetar	0.93	100	0.93	11	1.03
Trasladar a zona de sellado	0.18	100	0.18	11	0.20
Sellar bolsas	2.13	100	2.13	11	2.36
Guardar carga	0.53	100	0.53	11	0.59
Total	25.47		25.47		28.27

Fuente: Elaboración Propia

Paso 7: Elaboración diagramas de análisis de proceso mejorados

Por último, tras realizar la toma de tiempos y el cálculo de los tiempos estándar para la etapa de preparación de carga en los dos tipos de proceso, vapor y gas. Se continuó con la elaboración de los diagramas de análisis de procesos mejorados con los datos obtenidos en el paso 6. El DAP de la etapa de preparación de carga a vapor se muestra en figuras N 28 y para el proceso a gas en la figura N 29.

DAP PREPARACIÓN DE CARGA- EQUIPO ESTERILIZADOR DE VAPOR								
POST TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	27.99						
Equipo: Matachana	Inspección	0.92						
	Transporte	0.56						
	Espera	0.00						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	29.47						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇒	D	▽	
RECIBIR Y REGISTRAR MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA)		0.92	X					
TRASLADAR A ÁREA ROJA	2.4	0.30			X			
VERIFICAR MATERIAL		0.92		X				
LAVAR		4.16	X					
ENJUAGAR		8.60	X					DETERGENTE, LUBRICANTES, REMOVEDOR DE ÓXIDO Y ENZIMÁTICOS
SECAR		4.03	X					SECADO MANUAL
REGISTRAR MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA) - ÁREA ROJA		1.37	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA AREA ROJA
TRASLADAR A AREA DE EMPACADO	0.8	0.26			X			
EMPACAR		6.08	X					
ETIQUETAR		2.42	X					TIRAS REACTIVAS Y ETIQUETADO
GUARDAR CARGA		0.41	X					
TOTAL	3.2	29.47						

Figura N 28: DAP post test preparación de carga - Vapor
Fuente: Elaboración propia

DAP PREPARACIÓN DE CARGA - EQUIPO ESTERILIZADOR GAS								
POST TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	26.43						
Equipo: Sterivac	Inspección	0.92						
	Transporte	0.92						
	Espera	0.00						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	28.27						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇒	D	▽	
RECIBIR Y REGISTRAR MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA)		0.97	X					CUADERNO DE INGRESO DE CARGA AREA ROJA
TRASLADAR A AREA ROJA	2.4	0.47			X			
VERIFICAR DE MATERIAL		0.92		X				
LAVAR		3.52	X					
ENJUAGAR		8.66	X					DETERGENTE, LUBRICANTES, REMOVEDOR DE ÓXIDO Y ENZIMÁTICOS
SECAR		4.13	X					SECADO MANUAL
REGISTRAR DE MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA) - AREA ROJA		1.64	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA AREA ROJA
TRASLADAR A AREA AZUL	4.7	0.26			X			
REGISTRAR DE MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA) - AREA AZUL		0.64	X					
EMPACAR		2.89	X					BOLSAS ESTERILES
ETIQUETAR		1.03	X					TIRAS REACTIVAS Y ETIQUETADO
TRASLADAR A ZONA DE SELLADO	2.54	0.20			X			
SELLAR BOLSAS		2.36	X					
GUARDAR CARGA		0.59	X					
TOTAL	9.64	28.27						

Figura N 29: DAP post test preparación de carga - Gas
Fuente: Elaboración propia

Situación después (Post test)

Tras la aplicación de las 3S se logró tener áreas más ordenadas, limpias y despejadas. La aplicación de las tarjetas rojas permitió seleccionar y eliminar todo elemento innecesario de las áreas involucradas en el proceso lo que permitió liberar espacio en las zonas de trabajo y mejorar su aspecto visual. Por otro lado, los controles visuales permitieron organizar mejor las zonas de trabajo y por lo tanto reducir los tiempos de búsqueda de los insumos y materiales que se utilizan durante la etapa de preparación de carga. Por otro lado, la aplicación de la tercera S permitió mantener los pisos secos, las áreas impecables y libres de desperdicios.

En las figuras N 30 hasta la 36 se muestran los resultados de la aplicación de las 3S en las áreas de trabajo.



Figura N 30: Foto 1 zona de empaquetado auxiliar tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 31: Foto 2 zona de empaquetado auxiliar tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 32: Foto 1 zona de empaquetado tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 33: Foto 2 zona de empaquetado tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 34: Foto 1 área de lavado tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 35: Foto 2 área de lavado tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 36: Foto zona de etiquetado y almacenamiento tras 3S
Fuente: Centro oftalmológico

Muestra después

Al igual que la muestra pre test se realizaron tomas de tiempo para los dos tipos de proceso, a gas y a vapor. Los tiempos obtenidos tras la aplicación de las 3S para los procesos de esterilización a vapor y a gas se muestran en las tablas N° 20 y 21 respectivamente.

Tabla N° 20

Muestra objetivo 1 post test – Vapor

Semana	Días	Post Test
Semana 1	Lunes	26.78
	Martes	26.50
	Miércoles	26.71
	Jueves	26.74
	Viernes	26.65
Semana 2	Lunes	26.39
	Martes	26.62
	Miércoles	26.62
	Jueves	26.32
	Viernes	26.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21
Muestra objetivo 1 post test – Gas

Semana	Días	Post Test
Semana 1	Lunes	25.57
	Martes	25.51
	Miércoles	25.32
	Jueves	25.3
	Viernes	25.66
Semana 2	Lunes	25.41
	Martes	25.56
	Miércoles	25.6
	Jueves	25.49
	Viernes	25.37

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 2: Aplicar la ingeniería de métodos para reducir el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento.

Situación antes (Pre Test)

En la central de esterilización del centro oftalmológico se pudo observar que las distancias entre las zonas de trabajo eran bastante largas debido principalmente a que la zona en donde se preparaba la carga y almacenaba el material esterilizado se encontraba en el tercer piso mientras que los equipos esterilizadores en el primer piso. Razón por la cual durante el proceso el personal tenía que transportar la carga entre los diferentes pisos a través de un montacargas incrementando la cantidad de actividades a realizar durante el proceso y por ende también los tiempos en la etapa de esterilización y almacenamiento

Muestra antes

Para esta variable, el pre test se realizó mediante la toma de tiempos de 10 ciclos completos para las etapas de esterilización y almacenamiento en los procesos de gas y vapor, así como también se grabaron videos de las actividades realizadas a fin de analizar las demoras generadas. Al igual que el objetivo específico 1 se realizaron dos tomas de tiempos para cada uno de los tipos de proceso, a vapor y a gas. Los tiempos registrados para los procesos de esterilización a vapor y a gas se muestran en las tablas N° 22 y 23 respectivamente.

Tabla N° 22
Muestra objetivo 2 prest test – Vapor

Semana	Días	Pre Test
Semana 1	Lunes	65.10
	Martes	65.37
	Miércoles	63.58
	Jueves	63.67
	Viernes	64.45
Semana 2	Lunes	64.16
	Martes	65.33
	Miércoles	65.23
	Jueves	63.69
	Viernes	64.51

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23

Muestra objetivo 2 pre test – Gas

Semana	Días	Pre Test
Semana 1	Lunes	568.05
	Martes	567.54
	Miércoles	567.42
	Jueves	567.21
	Viernes	567.47
Semana 2	Lunes	567.47
	Martes	567.6
	Miércoles	567.24
	Jueves	567.73
	Viernes	567.67

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de la teoría

El objetivo de aplicar la ingeniería de métodos fue para determinar la causa que generaba las demoras los tiempos en la etapa de esterilización y almacenamiento. Y así poder elaborar una propuesta de mejora del proceso. A continuación, en la figura N 37 se muestran los pasos que fueron realizados durante la aplicación.

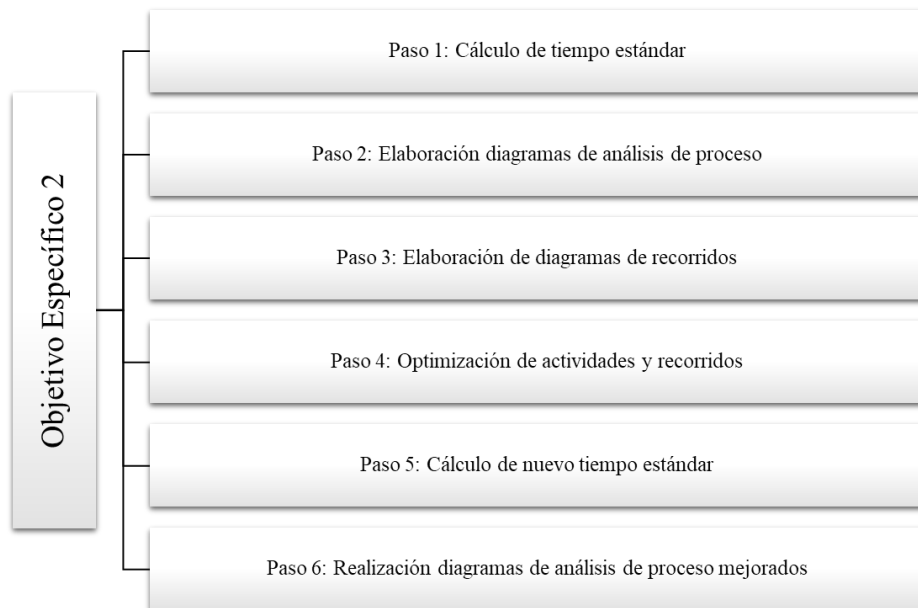


Figura N 37: Secuencia de pasos para aplicar la ingeniería de métodos
Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Cálculo de tiempo estándar

El cálculo del tiempo estándar se realizó de la misma forma que en el primer objetivo específico. Los tiempos observados y los cálculos del tiempo estándar para el proceso de esterilización a vapor se encuentran en las Tablas N° 24 y 25. Por otro lado, los datos obtenidos para el proceso de esterilización a gas se muestran en las tablas N° 26 y 27.

Tabla N° 24

Tiempos observados pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	TPromedio
Colocar en bandejas	0.87	0.92	0.97	0.95	0.97	0.97	0.93	0.93	0.95	0.88	0.93
Mover bandejas hacia mesa de trabajo frente al de monta cargas 3er piso	0.38	0.47	0.40	0.45	0.42	0.33	0.47	0.43	0.33	0.48	0.42
Revisión del material quirúrgico	0.87	0.87	0.82	0.85	0.77	0.87	0.80	0.87	0.80	0.83	0.84
Registro del material quirúrgico (carga - vapor)	2.15	2.07	2.17	2.12	2.08	2.20	2.18	2.05	2.05	2.10	2.12
Colocar carga en monta cargas del 3er piso	1.22	1.13	1.12	1.17	1.20	1.15	1.20	1.18	1.12	1.18	1.17
Enviar montacargas al primer piso	0.08	0.12	0.07	0.07	0.08	0.05	0.10	0.10	0.10	0.07	0.08
Desplazamiento operario a primer piso - puerta montacargas	2.77	2.67	2.72	2.70	2.73	2.70	2.73	2.77	2.65	2.73	2.72
Traer coche metálico hacia el montacargas 1er piso	0.33	0.37	0.28	0.30	0.30	0.35	0.40	0.23	0.28	0.32	0.32
Transbordar carga del montacargas hacia el coche metálico	1.00	1.07	1.03	1.00	0.98	1.00	1.05	1.00	1.03	1.00	1.02
Mover coche metálico con carga hacia mesa de trabajo	2.08	2.00	2.03	2.10	2.03	2.08	2.08	2.02	1.98	2.08	2.05
Transbordar carga hacia mesa de trabajo	1.67	1.62	1.60	1.63	1.65	1.62	1.58	1.62	1.72	1.63	1.63
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.92	1.85	1.83	1.93	1.88	1.92	1.85	1.93	1.90	1.82	1.88
Mover coche metálico hacia el esterilizador	0.88	0.83	0.85	0.82	0.78	0.88	0.80	0.87	0.77	0.85	0.83
Abrir puerta de esterilizador	0.15	0.18	0.12	0.17	0.13	0.18	0.13	0.18	0.13	0.12	0.15
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.43	0.38	0.40	0.47	0.40	0.38	0.35	0.50	0.50	0.35	0.42
Accionar ciclo de esterilización	0.20	0.25	0.22	0.23	0.27	0.23	0.32	0.18	0.18	0.25	0.23
Esterilizar Carga	36.50	36.87	35.38	34.97	36.00	35.55	36.62	36.73	35.62	36.07	36.03
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.45	1.35	1.38	1.43	1.47	1.45	1.38	1.42	1.47	1.37	1.42
Mover coche de esterilizador hacia el montacargas del área verde	1.80	1.83	1.73	1.78	1.77	1.75	1.87	1.78	1.70	1.82	1.78
Transbordar carga hacia el montacargas del área verde	0.95	1.02	0.98	0.93	1.03	1.07	0.93	0.92	0.97	1.03	0.98

Enviar carga al 3er piso	0.17	0.22	0.13	0.15	0.17	0.13	0.20	0.22	0.15	0.13	0.17
Desplazamiento operario a 3er piso - puerta montacargas área verde	2.83	2.87	2.98	2.97	2.93	2.93	2.88	2.88	2.93	2.95	2.92
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	0.65	0.58	0.67	0.63	0.63	0.62	0.63	0.65	0.63	0.63	0.63
Guardar material estéril	3.75	3.83	3.70	3.85	3.78	3.75	3.85	3.77	3.73	3.82	3.78
Total	65.10	65.37	63.58	63.67	64.45	64.16	65.33	65.23	63.69	64.51	64.52

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 25

Tiempos estándar pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Colocar en bandejas	0.93	100	0.93	11	1.03
Mover bandejas hacia mesa de trabajo frente al de monta cargas 3er piso	0.42	100	0.42	11	0.47
Revisión del material quirúrgico	0.84	100	0.84	11	0.93
Registro del material quirúrgico (carga - vapor)	2.12	100	2.12	11	2.35
Colocar carga en monta cargas del 3er piso	1.17	100	1.17	11	1.30
Enviar montacargas al primer piso	0.08	100	0.08	11	0.09
Desplazamiento operario a primer piso - puerta montacargas	2.72	100	2.72	11	3.02
Traer coche metálico hacia el montacargas 1er piso	0.32	100	0.32	11	0.36
Transbordar carga del montacargas hacia el coche metálico	1.02	100	1.02	11	1.13
Mover coche metálico con carga hacia mesa de trabajo	2.05	100	2.05	11	2.28
Transbordar carga hacia mesa de trabajo	1.63	100	1.63	11	1.81
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.88	100	1.88	11	2.09
Mover coche metálico hacia el esterilizador	0.83	100	0.83	11	0.92
Abrir puerta de esterilizador	0.15	100	0.15	11	0.17
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.42	100	0.42	11	0.47
Accionar ciclo de esterilización	0.23	100	0.23	11	0.26
Esterilizar Carga	36.03	100	36.03	0	36.03
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.42	100	1.42	11	1.58
Mover coche de esterilizador hacia el montacargas del área verde	1.78	100	1.78	11	1.98
Transbordar carga hacia el montacargas del área verde	0.98	100	0.98	11	1.09

Enviar carga al 3er piso	0.17	100	0.17	11	0.19
Desplazamiento operario a 3er piso - puerta montacargas área verde	2.92	100	2.92	11	3.24
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	0.63	100	0.63	11	0.70
Guardar material estéril	3.78	100	3.78	11	4.20
Total	64.52		64.52		67.65

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 26

Tiempos observados pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	Tpromedio
Colocar en bandejas	1.17	1.22	1.18	1.15	1.20	1.15	1.22	1.18	1.17	1.20	1.18
Mover bandejas hacia mesa de trabajo frente al de monta cargas del 3er piso	0.50	0.42	0.52	0.47	0.43	0.48	0.47	0.42	0.52	0.45	0.47
Revisar el material quirúrgico	0.52	0.57	0.48	0.55	0.47	0.58	0.60	0.43	0.50	0.47	0.52
Registrar el material quirúrgico (carga - gas)	1.93	1.85	1.88	1.87	1.88	1.87	1.90	1.83	1.87	1.95	1.88
Colocar las bandejas en monta cargas del 3er piso	1.93	1.97	1.88	1.92	1.88	1.92	1.95	1.92	1.93	1.87	1.92
Enviar montacargas al primer piso	0.08	0.05	0.07	0.05	0.08	0.03	0.08	0.10	0.05	0.07	0.07
Desplazamiento operario hacia puerta montacargas 1er piso	2.83	2.93	2.78	2.87	2.92	2.93	2.82	2.87	2.87	2.85	2.87
Traer coche metálico hacia el montacargas	0.43	0.43	0.33	0.37	0.35	0.38	0.33	0.47	0.42	0.32	0.38
Transbordar carga del montacargas hacia el coche metálico	0.87	0.90	0.92	0.82	0.92	0.83	0.90	0.82	0.90	0.97	0.89
Mover coche metálico con carga hacia mesa de trabajo	0.28	0.22	0.23	0.27	0.25	0.30	0.27	0.25	0.18	0.25	0.25
Transbordar carga a mesa de trabajo	2.77	2.70	2.73	2.65	2.73	2.67	2.67	2.72	2.77	2.77	2.72
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.93	1.88	1.98	1.92	1.95	1.88	1.95	1.92	1.95	1.97	1.93
Mover coche metálico hacia el esterilizador	0.18	0.22	0.13	0.17	0.13	0.20	0.17	0.13	0.20	0.13	0.17
Encender equipo	0.27	0.25	0.22	0.18	0.17	0.30	0.20	0.20	0.23	0.15	0.22
Esperar a que equipo esté listo para usar	0.63	0.53	0.55	0.57	0.63	0.57	0.52	0.65	0.53	0.65	0.58
Abrir puerta de esterilizador	0.33	0.37	0.27	0.30	0.32	0.33	0.28	0.28	0.35	0.33	0.32
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.77	0.72	0.70	0.78	0.78	0.83	0.72	0.73	0.78	0.68	0.75
Cerrar puerta de esterilizador	0.28	0.32	0.37	0.33	0.28	0.28	0.38	0.35	0.30	0.27	0.32

Accionar ciclo de esterilización	0.22	0.17	0.18	0.15	0.20	0.10	0.18	0.22	0.20	0.22	0.18
Esterilizar Carga	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.47	1.42	1.48	1.47	1.42	1.40	1.43	1.45	1.47	1.50	1.45
Mover coche de esterilizador hacia el montacargas del área verde	0.37	0.40	0.32	0.33	0.33	0.40	0.37	0.30	0.37	0.32	0.35
Transbordar carga hacia el montacargas del área verde	1.10	1.02	1.07	1.00	1.07	1.02	1.08	1.07	0.98	1.10	1.05
Enviar carga al 3er piso	0.22	0.13	0.20	0.20	0.17	0.17	0.22	0.15	0.20	0.18	0.18
Desplazamiento operario a 3er piso - puerta montacargas área verde	3.10	3.15	3.17	3.08	3.08	3.12	3.07	3.05	3.15	3.20	3.12
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	0.57	0.50	0.53	0.52	0.55	0.48	0.57	0.50	0.52	0.60	0.53
Guardar material estéril	3.30	3.20	3.25	3.22	3.28	3.25	3.25	3.23	3.32	3.20	3.25
Total	568.05	567.54	567.42	567.21	567.47	567.47	567.60	567.24	567.73	567.67	567.55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 27

Tiempos estándar pre test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Colocar en bandejas	1.18	100	1.18	11	1.31
Mover bandejas hacia mesa de trabajo frente al de monta cargas del 3er piso	0.47	100	0.47	11	0.52
Revisar el material quirúrgico	0.52	100	0.52	11	0.58
Registrar el material quirúrgico (carga - gas)	1.88	100	1.88	11	2.09
Colocar las bandejas en monta cargas del 3er piso	1.92	100	1.92	11	2.13
Enviar montacargas al primer piso	0.07	100	0.07	11	0.08
Desplazamiento operario hacia puerta montacargas 1er piso	2.87	100	2.87	11	3.19
Traer coche metálico hacia el montacargas	0.38	100	0.38	11	0.42
Transbordar carga del montacargas hacia el coche metálico	0.89	100	0.89	11	0.99
Mover coche metálico con carga hacia mesa de trabajo	0.25	100	0.25	11	0.28
Transbordar carga a mesa de trabajo	2.72	100	2.72	11	3.02
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.93	100	1.93	11	2.14
Mover coche metálico hacia el esterilizador	0.17	100	0.17	11	0.19
Encender equipo	0.22	100	0.22	11	0.24
Esperar a que equipo esté listo para usar	0.58	100	0.58	0	0.58
Abrir puerta de esterilizador	0.32	100	0.32	11	0.36
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.75	100	0.75	11	0.83
Cerrar puerta de esterilizador	0.32	100	0.32	11	0.36
Accionar ciclo de esterilización	0.18	100	0.18	11	0.20
Esterilizar Carga	540.00	100	540.00	0	540.00
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.45	100	1.45	11	1.61

Mover coche de esterilizador hacia el montacargas del área verde	0.35	100	0.35	11	0.39
Transbordar carga hacia el montacargas del área verde	1.05	100	1.05	11	1.17
Enviar carga al 3er piso	0.18	100	0.18	11	0.20
Desplazamiento operario a 3er piso - puerta montacargas área verde	3.12	100	3.12	11	3.46
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	0.53	100	0.53	11	0.59
Guardar material estéril	3.25	100	3.25	11	3.61
Total	567.55		567.55		570.52

Fuente: Elaboración Propia

Paso 2: Elaboración diagramas de análisis de proceso

Seguidamente, tras realizar la toma de tiempos y el cálculo de los tiempos estándar para la etapa de esterilización y almacenamiento en los dos tipos de proceso, vapor y gas. Se continuó con la elaboración de los diagramas de análisis de procesos con los datos obtenidos en el paso 1. El DAP de la etapa de esterilización y almacenamiento a vapor se muestra en figuras N 38 y para el proceso a gas en la figura N 39.

DAP ESTERILIZACIÓN Y ALMACENAJE - EQUIPO ESTERILIZADOR DE VAPOR								
PRE TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	50.27						
Equipo: Matachana	Inspección	0.93						
	Transporte	9.83						
	Espera	6.62						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	67.65						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇒	D	▽	
COLOCAR EN BANDEJAS		1.03	X					
MOVER BANDEJAS HACIA MESA DE TRABAJO FRENTE AL DE MONTA CARGAS 3ER PISO	8.83	0.47			X			
REVISAR DEL MATERIAL QUIRÚRGICO		0.93		X				FORMATO DE REGISTRO DE CARGA ESTERILIZADOR A VAPOR
REGISTRO DEL MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA - VAPOR)		2.35	X					
COLOCAR BANDEJAS EN MONTA CARGAS DEL 3ER PISO		1.30	X					
ENVIAR MONTACARGAS AL PRIMER PISO		0.09	X					
DESPLAZAMIENTO OPERARIO A PRIMER PISO - PUERTA MONTACARGAS		3.02				X		DEMORA DE OPERARIO EN BAJAR DEL 3ER PISO AL 1ER PISO
TRAER COCHE METALICO HACIA EL MONTACARGAS		0.36				X		DEMORA EN TRAER EL COCHE METÁLICO
TRANSBORDAR CARGA DEL MONTACARGAS HACIA EL COCHE METALICO		1.13	X					
MOVER COCHE METALICO CON CARGA HACIA MESA DE TRABAJO	3.45	2.28			X			
TRANSBORDAR CARGA HACIA MESA DE TRABAJO		1.81	X					
COLOCAR LA CARGA EN CANASTILLAS DEL COCHE METÁLICO		2.09	X					
MOVER COCHE METALICO HACIA EL ESTERILIZADOR	2.2	0.92			X			
ABRIR PUERTA DE ESTERILIZADOR		0.17	X					
COLOCAR CANASTILLAS CARGADAS DENTRO DE ESTERILIZADOR		0.47	X					
ACCIONAR CICLO DE ESTERILIZACIÓN		0.26	X					
ESTERILIZAR LA CARGA		36.03	X					
RETIRAR CARGA DEL ESTERILIZADOR Y COLOCARLA EN COCHE METALICO		1.58	X					
MOVER COCHE DE ESTERILIZADOR HACIA EL MONTACARGAS DEL AREA VERDE	7.4	1.98			X			
TRANSBORDAR CARGA HACIA EL MONTACARGAS DEL AREA VERDE		1.09	X					
ENVIAR CARGA AL 3ER PISO		0.19	X					
DESPLAZAMIENTO OPERARIO A 3ER PISO - PUERTA MONTACARGAS AREA VERDE		3.24				X		
MOVER CARGA ESTERILIZADA HACIA EL ALMACÉN DE MATERIAL ESTERILIZADO	4.2	0.70	X					
GUARDAR MATERIAL ESTERIL		4.20			X			
TOTAL	26.08	67.65						

Figura N 38: DAP pre test esterilización y almacenamiento - Vapor
Fuente: Elaboración propia

DAP ESTERILIZACIÓN Y ALMACENAJE - EQUIPO ESTERILIZADOR GAS								
PRE TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	560.32						
Equipo: Sterivac	Inspección	0.58						
	Transporte	1.96						
	Espera	7.65						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	570.52						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇒	D	▽	
COLOCAR EN BANDEJAS		1.31	X					
MOVER BANDEJAS HACIA MESA DE TRABAJO FRENTE AL DE MONTA CARGAS DEL 3ER PISO	6.13	0.52			X			
REVISAR EL MATERIAL QUIRÚRGICO		0.58		X				
REGISTRAR EL MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA - GAS)		2.09	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA ESTERILIZADOR A VAPOR
COLOCAR LAS BANDEJAS EN MONTA CARGAS DEL 3ER PISO		2.13	X					
ENVIAR MONTACARGAS AL PRIMER PISO		0.08	X					
DESPLAZAMIENTO OPERARIO HACIA PUERTA MONTACARGAS 1ER PISO		3.19				X		DEMORA DE OPERARIO EN BAJAR DEL 3ER PISO AL 1ER PISO
TRAER COCHE METALICO HACIA EL MONTACARGAS		0.42				X		DEMORA EN TRAER EL COCHE METÁLICO
TRANSBORDAR CARGA DEL MONTACARGAS HACIA EL COCHE METALICO		0.99	X					
MOVER COCHE METALICO CON CARGA HACIA MESA DE TRABAJO	3.22	0.28			X			
TRANSBORDAR CARGA A MESA DE TRABAJO		3.02	X					
COLOCAR LA CARGA EN CANASTILLAS DEL COCHE METÁLICO		2.14	X					
MOVER COCHE METALICO HACIA EL ESTERILIZADOR	1.2	0.19			X			
ENCENDER EQUIPO		0.24	X					
ESPERAR A QUE EQUIPO ESTE LISTO PARA USAR		0.58				X		
ABRIR PUERTA DE ESTERILIZADOR		0.36	X					
COLOCAR CANASTILLAS CARGADAS DENTRO DE ESTERILIZADOR		0.83	X					
CERRAR PUERTA DE ESTERILIZADOR		0.36	X					
ACCIONAR CICLO DE ESTERILIZACIÓN		0.20	X					
ESTERILIZAR LA CARGA		540.00	X					
RETIRAR CARGA DEL ESTERILIZADOR Y COLOCARLA EN COCHE METALICO		1.61	X					
MOVER COCHE DE ESTERILIZADOR HACIA EL MONTACARGAS DEL AREA VERDE	4.9	0.39			X			
TRANSBORDAR CARGA HACIA EL MONTACARGAS DEL AREA VERDE		1.17	X					
ENVIAR CARGA AL 3ER PISO		0.20	X					
DESPLAZAMIENTO OPERARIO A 3ER PISO - PUERTA MONTACARGAS AREA VERDE		3.46				X		
MOVER CARGA ESTERILIZADA HACIA EL ALMACÉN DE MATERIAL ESTERILIZADO	4.2	0.59			X			
GUARDAR MATERIAL ESTERIL		3.61	X					
TOTAL	19.65	570.52						

Figura N 39: DAP pre test esterilización y almacenamiento - Gas
Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Elaboración de diagramas de recorridos

Tras el análisis de las actividades y los videos grabados previamente se logró identificar que la mayor parte de los tiempos improductivos se encuentran en las esperas ocasionadas debido a que los equipos esterilizadores se encuentran en un piso distinto al de la zona de preparación de carga, razón por la el personal tiene que transportar la carga a través de los diferentes pisos mediante el montacargas generando demoras en el proceso y fatiga al personal que tiene que ir rápidamente a un piso distinto del edificio.

Por tales razones se elaboró el diagrama de Recorridos para cada proceso con el fin de identificar, analizar y optimizar los recorridos de los trabajadores. En los Anexos 5 y 6 se muestran los diagramas elaborados para los procesos de esterilización a vapor y a gas respectivamente.

Para ambos diagramas se puede apreciar que la principal causa de que los tiempos de recorrido sean largos es que el área en la que se prepara la carga y la zona de almacenamiento se encuentran en el tercer piso mientras que la zona de esterilización donde se encuentran ambos equipos esterilizadores de vapor y gas se encuentran en la tercera planta teniendo que utilizar un montacargas para transportar la carga entre los diferentes pisos del centro oftalmológico. Por otro lado, el personal tiene que usar las escaleras para llegar a las diferentes áreas generando tiempos improductivos.

Paso 4: Optimización de actividades y recorridos

Por estas razones se planteó una nueva distribución de las áreas que permite reducir las distancias entre las áreas y en consecuencia también los tiempos de transporte de materiales. En los Anexos 7 y 8 se muestran las propuestas de los diagramas de Recorridos para los procesos de esterilización a vapor y gas respectivamente.

De acuerdo a la propuesta planteada, se procedió a eliminar las actividades que no generaban valor a fin de mejorar los tiempos de ambos procesos. En las Figura N 40 y 41 se muestran cuadros comparativos con las actividades que fueron eliminadas en los procesos mejorados.

Actividades pre test	Actividades post test
Colocar en bandejas	Se elimina
Mover bandejas hacia mesa de trabajo frente al de monta cargas 3er piso	Se elimina
Revisar del material quirúrgico	Revisar el material quirúrgico
Registrar del material quirúrgico (carga - vapor)	Registrar el material quirúrgico (carga - vapor)
Colocar bandejas en monta cargas del 3er piso	Se elimina
Enviar montacargas al primer piso	Se elimina
Desplazamiento operario a primer piso - puerta montacargas	Se elimina
Traer coche metálico hacia el montacargas	Se elimina
Transbordar carga del montacargas hacia el coche metálico	Se elimina
	Se elimina
Mover coche metálico con carga hacia mesa de trabajo	
Transbordar carga hacia mesa de trabajo	Se elimina
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	Colocar la carga en canastillas del coche metálico
Mover coche metálico hacia el esterilizador	Mover coche metálico hacia el esterilizador
Abrir puerta de esterilizador	Abrir puerta de esterilizador
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador
Accionar ciclo de esterilización	Accionar ciclo de esterilización
Esterilizar la carga	Esterilizar la carga
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico
Mover coche de esterilizador hacia el montacargas del área verde	Se elimina
	Se elimina
Transbordar carga hacia el montacargas del área verde	
Enviar carga al 3er piso	Se elimina
Desplazamiento operario a 3er piso - puerta montacargas área verde	Se elimina
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado
Guardar material estéril	Guardar material estéril

Figura N 40: Cuadro comparativo de actividades esterilización y almacenamiento - Vapor
Fuente: Elaboración propia

Actividades pre test	Actividades post test
Colocar en bandejas	Se elimina
Mover bandejas hacia mesa de trabajo frente al de monta cargas del 3er piso	Se elimina
Revisar el material quirúrgico	Revisar el material quirúrgico
Registrar el material quirúrgico (carga - gas)	Registrar el material quirúrgico (carga - gas)
Colocar las bandejas en monta cargas del 3er piso	Se elimina
Enviar montacargas al primer piso	Se elimina
Desplazamiento operario hacia puerta montacargas 1er piso	Se elimina
Traer coche metálico hacia el montacargas	Se elimina
Transbordar carga del montacargas hacia el coche metálico	Se elimina
Mover coche metálico con carga hacia mesa de trabajo	Se elimina
Transbordar carga a mesa de trabajo	Se elimina
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	Colocar la carga en canastillas del coche metálico
Mover coche metálico hacia el esterilizador	Mover coche metálico hacia el esterilizador
Encender equipo	Encender equipo
Esperar a que equipo esté listo para usar	Esperar a que equipo esté listo para usar
Abrir puerta de esterilizador	Abrir puerta de esterilizador
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador
Cerrar puerta de esterilizador	Cerrar puerta de esterilizador
Accionar ciclo de esterilización	Accionar ciclo de esterilización
Esterilizar la carga	Esterilizar la carga
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico
Mover coche de esterilizador hacia el montacargas del área verde	Se elimina
Transbordar carga hacia el montacargas del área verde	Se elimina
Enviar carga al 3er piso	Se elimina
Desplazamiento operario a 3er piso - puerta montacargas área verde	Se elimina
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	Mover coche metálico hacia el almacén de material esterilizado
Guardar material estéril	Guardar material estéril

Figura N 41: Cuadro comparativo de actividades esterilización y almacenamiento - Gas
Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Cálculo de nuevo tiempo estándar

Por último, para comprobar en qué medida se mejoraron los tiempos con las nuevas ubicaciones de las zonas de trabajo en la realización del Post Test se simuló la etapa de esterilización y almacenamiento para los procesos de vapor y gas. Para ello, se hizo que el personal recorriera las distancias propuestas con un coche que se encuentra en el tercer piso. A fin de medir los tiempos que demorarían en desplazarse de un área a otra.

Con los tiempos observados obtenidos se realizaron los cálculos del tiempo estándar para el proceso de esterilización a vapor se encuentran en las Tablas N° 28 y 29. Por otro lado, los datos obtenidos para el proceso de esterilización a gas se muestran en las tablas N° 30 y 31.

Tabla N° 28

Tiempos observados post test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	TPromedio
Revisar del material quirúrgico	0.92	0.83	0.85	0.88	0.93	0.95	0.80	0.80	0.93	0.93	0.88
Registro del material quirúrgico (carga - vapor)	2.07	1.97	2.00	2.02	2.03	2.00	2.00	1.98	2.08	2.02	2.02
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.93	1.88	1.97	1.87	1.93	1.83	1.97	1.92	1.93	1.93	1.92
Mover coche metálico hacia el esterilizador	1.47	1.42	1.45	1.43	1.40	1.42	1.42	1.42	1.52	1.40	1.44
Abrir puerta de esterilizador	0.20	0.17	0.15	0.13	0.18	0.22	0.12	0.20	0.17	0.13	0.17
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.48	0.37	0.42	0.47	0.43	0.50	0.35	0.38	0.52	0.42	0.43
Accionar ciclo de esterilización	0.18	0.25	0.20	0.17	0.20	0.20	0.15	0.23	0.23	0.18	0.20
Esterilizar Carga	36.33	35.00	36.55	35.33	34.70	35.77	36.27	35.42	36.22	35.80	35.74
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.50	1.50	1.48	1.43	1.50	1.57	1.48	1.50	1.45	1.42	1.48
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	0.62	0.55	0.57	0.60	0.58	0.65	0.62	0.57	0.52	0.57	0.59
Guardar material estéril	3.65	3.52	3.60	3.55	3.60	3.55	3.65	3.55	3.62	3.55	3.58
Total	49.35	47.46	49.24	47.88	47.48	48.66	48.83	47.97	49.19	48.35	48.45

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 29

Tiempos estándar post test etapa de esterilización y almacenamiento - Vapor

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Revisar el material quirúrgico	0.88	100	0.88	11	0.98
Registro del material quirúrgico (carga - vapor)	2.02	100	2.02	11	2.24
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.92	100	1.92	11	2.13
Mover coche metálico hacia el esterilizador	1.44	100	1.44	11	1.60
Abrir puerta de esterilizador	0.17	100	0.17	11	0.19
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.43	100	0.43	11	0.48
Accionar ciclo de esterilización	0.20	100	0.20	11	0.22
Esterilizar Carga	35.74	100	35.74	0	35.74
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.48	100	1.48	11	1.64
Mover carga esterilizada hacia el almacén de material esterilizado	0.59	100	0.59	11	0.65
Guardar material estéril	3.58	100	3.58	11	3.97
Total	48.45		48.45		49.85

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 30

Tiempos observados post test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas

Actividades	To1	To2	To3	To4	To5	To6	To7	To8	To9	To10	TPromedio
Revisar el material quirúrgico	0.58	0.50	0.53	0.52	0.53	0.48	0.55	0.50	0.58	0.55	0.53
Registrar el material quirúrgico (carga - gas)	1.93	1.88	1.85	1.87	1.97	1.88	1.82	1.83	1.80	1.83	1.87
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.93	1.87	1.90	1.95	1.93	1.85	1.93	1.97	1.88	1.95	1.92
Mover coche metálico hacia el esterilizador	0.55	0.45	0.50	0.57	0.52	0.48	0.45	0.55	0.53	0.57	0.52
Encender equipo	0.27	0.23	0.25	0.20	0.22	0.27	0.18	0.27	0.25	0.20	0.23
Esperar a que equipo esté listo para usar	0.65	0.57	0.58	0.62	0.67	0.65	0.57	0.63	0.60	0.63	0.62
Abrir puerta de esterilizador	0.32	0.27	0.33	0.30	0.28	0.32	0.35	0.25	0.28	0.30	0.30
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.82	0.73	0.82	0.77	0.78	0.82	0.73	0.73	0.78	0.85	0.78
Cerrar puerta de esterilizador	0.32	0.33	0.25	0.23	0.28	0.32	0.25	0.32	0.27	0.27	0.28
Accionar ciclo de esterilización	0.22	0.17	0.22	0.20	0.20	0.25	0.15	0.17	0.20	0.23	0.20
Esterilizar Carga	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00	540.00
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.48	1.38	1.43	1.47	1.40	1.47	1.42	1.35	1.48	1.45	1.43
Mover coche metálico hacia el almacén de material esterilizado	0.47	0.43	0.37	0.42	0.40	0.43	0.48	0.37	0.43	0.37	0.42
Guardar material estéril	3.27	3.25	3.17	3.28	3.20	3.27	3.18	3.27	3.22	3.23	3.23
Total	552.81	552.06	552.20	552.40	552.38	552.49	552.06	552.21	552.30	552.43	552.33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31

Tiempos estándar post test etapa de esterilización y almacenamiento - Gas

Actividades	TPromedio	Valorización %	TNormal	Holguras %	TEstándar
Revisar el material quirúrgico	0.53	100	0.53	11	0.59
Registrar el material quirúrgico (carga - gas)	1.87	100	1.87	11	2.08
Colocar la carga en canastillas del coche metálico	1.92	100	1.92	11	2.13
Mover coche metálico hacia el esterilizador	0.52	100	0.52	11	0.58
Encender equipo	0.23	100	0.23	11	0.26
Esperar a que equipo esté listo para usar	0.62	100	0.62	0	0.62
Abrir puerta de esterilizador	0.30	100	0.30	11	0.33
Colocar canastillas cargadas dentro de esterilizador	0.78	100	0.78	11	0.87
Cerrar puerta de esterilizador	0.28	100	0.28	11	0.31
Accionar ciclo de esterilización	0.20	100	0.20	11	0.22
Esterilizar Carga	540.00	100	540.00	0	540.00
Retirar carga del esterilizador y colocarla en coche metálico	1.43	100	1.43	11	1.59
Mover coche metálico hacia el almacén de material esterilizado	0.42	100	0.42	11	0.47
Guardar material estéril	3.23	100	3.23	11	3.59
Total	552.33		552.33		553.62

Fuente: Elaboración Propia

Paso 6: Realización diagramas de análisis de proceso mejorados

Por último, tras realizar la toma de tiempos y el cálculo de los tiempos estándar para la etapa de esterilización y almacenamiento en los dos tipos de proceso, vapor y gas. Se continuó con la elaboración de los diagramas de análisis de procesos mejorados con los datos obtenidos en el paso 5. El DAP de la etapa de esterilización y almacenamiento a vapor se muestra en figuras N 42 y para el proceso a gas en la figura N 43.

DAP ESTERILIZACIÓN Y ALMACENAJE - EQUIPO ESTERILIZADOR DE VAPOR								
POST TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	46.62						
Equipo: Matachana	Inspección	0.98						
	Transporte	2.25						
	Espera	0.00						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	49.85						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
								
REVISAR DEL MATERIAL QUIRÚRGICO		0.98		X				
REGISTRO DEL MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA - VAPOR)		2.24	X					
COLOCAR LA CARGA EN CANASTILLAS DEL COCHE METÁLICO		2.13	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA ESTERILIZADOR A VAPOR
MOVER COCHE METALICO HACIA EL ESTERILIZADOR	7.8	1.60			X			
ABRIR PUERTA DE ESTERILIZADOR		0.19	X					
COLOCAR CANASTILLAS CARGADAS DENTRO DE ESTERILIZADOR		0.48	X					
ACCIONAR CICLO DE ESTERILIZACIÓN		0.22	X					
ESTERILIZAR LA CARGA		35.74	X					
RETIRAR CARGA DEL ESTERILIZADOR Y COLOCARLA EN COCHE METALICO		1.64	X					
MOVER CARGA ESTERILIZADA HACIA EL ALMACÉN DE MATERIAL ESTERILIZADO	7.4	0.65			X			
GUARDAR MATERIAL ESTERIL		3.97	X					
TOTAL	15.2	49.85						

Figura N 42: DAP post test esterilización y almacenamiento - Vapor
Fuente: Elaboración propia

DAP ESTERILIZACIÓN Y ALMACENAJE - EQUIPO ESTERILIZADOR GAS								
POST TEST	ACTIVIDAD	TIEMPO(min)						
Empresa: Centro Oftalmológico	Operación	551.37						
Equipo: Sterivac	Inspección	0.59						
	Transporte	1.04						
	Espera	0.62						
	Almacenamiento	0.00						
	Total	553.62						
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
			○	□	⇒	D	▽	
REVISAR EL MATERIAL QUIRÚRGICO		0.59		X				
REGISTRAR EL MATERIAL QUIRÚRGICO (CARGA - GAS)		2.08	X					FORMATO DE REGISTRO DE CARGA ESTERILIZADOR A VAPOR
COLOCAR LA CARGA EN CANASTILLAS DEL COCHE METÁLICO		2.13	X					
MOVER COCHE METALICO HACIA EL ESTERILIZADOR	6.2	0.58			X			
ENCENDER EQUIPO		0.26	X					
ESPERAR A QUE EQUIPO ESTE LISTO PARA USAR		0.62				X		
ABRIR PUERTA DE ESTERILIZADOR		0.33	X					
COLOCAR CANASTILLAS CARGADAS DENTRO DE ESTERILIZADOR		0.87	X					
CERRAR PUERTA DE ESTERILIZADOR		0.31	X					
ACCIONAR CICLO DE ESTERILIZACIÓN		0.22	X					
ESTERILIZAR LA CARGA		540.00	X					
RETIRAR CARGA DEL ESTERILIZADOR Y COLOCARLA EN COCHE METALICO		1.59	X					
MOVER COCHE METALICO HACIA EL ALMACÉN DE MATERIAL ESTERILIZADO	5.3	0.47			X			
GUARDAR MATERIAL ESTERIL		3.59	X					
TOTAL	11.5	553.62						

Figura N 43: DAP post test esterilización y almacenamiento - Gas
Fuente: Elaboración propia

Situación después (Post test)

Con la realización de la simulación del proceso mejorado se logró determinar que hubo una mejora en los tiempos de la etapa de esterilización y almacenamiento para los procesos de esterilización a vapor y a gas. Ya que al contar con las zonas preparación de carga, esterilización y almacenamiento en el mismo piso se redujo en gran medida los recorridos que el operario tenía que realizar, se eliminó el uso del montacargas y las actividades ligadas al mismo.

Muestra después

Al igual que el pre test, el post test se realizó para los dos tipos de proceso de esterilización, a vapor y a gas, mediante la toma de tiempos de 10 ciclos completos para las etapas de esterilización y almacenamiento. Los tiempos registrados para los procesos de esterilización a vapor y a gas se muestran en las tablas N° 32 y 33 respectivamente.

Tabla N° 32

Muestra objetivo 2 Post test – Vapor

Semana	Días	Post Test
Semana 1	Lunes	49.35
	Martes	47.46
	Miércoles	49.24
	Jueves	47.88
	Viernes	47.48
Semana 2	Lunes	48.66
	Martes	48.83
	Miércoles	47.97
	Jueves	49.19
	Viernes	48.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 33

Muestra objetivo 2 Post test – Gas

Semana	Días	Post Test
Semana 1	Lunes	552.81
	Martes	552.06
	Miércoles	552.2
	Jueves	552.4
	Viernes	552.38
Semana 2	Lunes	552.49
	Martes	552.06
	Miércoles	552.21
	Jueves	552.3
	Viernes	552.43

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 3: Aplicar el Mantenimiento autónomo para reducir el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.

Situación antes (Pre test)

Se pudo observar que en la central de esterilización de forma muy frecuente se presentaban incidentes y fallas relacionadas al correcto funcionamiento de los equipos esterilizadores que generaban reprocesos y tiempos prolongados en los cuales los equipos se quedaban totalmente inoperativos. Asimismo, el desconocimiento del personal del cómo atender estos incidentes y del cómo manejar y darles cuidado a los equipos conllevó a que la situación se agrave. En tal medida, que durante la realización de la investigación 2 de los 4 equipos esterilizadores se encontraban inoperativos. Todo este conjunto de problemas provocaba a que muchas cirugías se reprogramaran o cancelaran debido a la falta de material estéril.

Muestra antes

Durante el pre test se recopiló en un lapso de 4 semanas la cantidad de minutos en que los esterilizadores estuvieron sin funcionar. En la tabla N° 34 se puede apreciar un cuadro resumen con la cantidad de minutos que las máquinas estuvieron inoperativas por cada semana. En las 4 semanas los equipos estuvieron detenidos durante 279 min.

Tabla N° 34
Muestra objetivo 3 pre Test

Semana	Tiempo de paradas inesperadas (min)
1	72
2	63
3	60
4	84
Total	279

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en el Anexo 9 se muestra el detalle de las incidencias que se presentaron en ese lapso de tiempo.

Aplicación de la teoría

Como complemento de las 3S se aplicó el mantenimiento autónomo con el fin de reducir los tiempos improductivos causados por las paradas de máquina inesperadas ya sea por fallas del equipo o fallas externas. A continuación, en la figura N 44 se muestran los pasos que fueron realizados durante la aplicación.

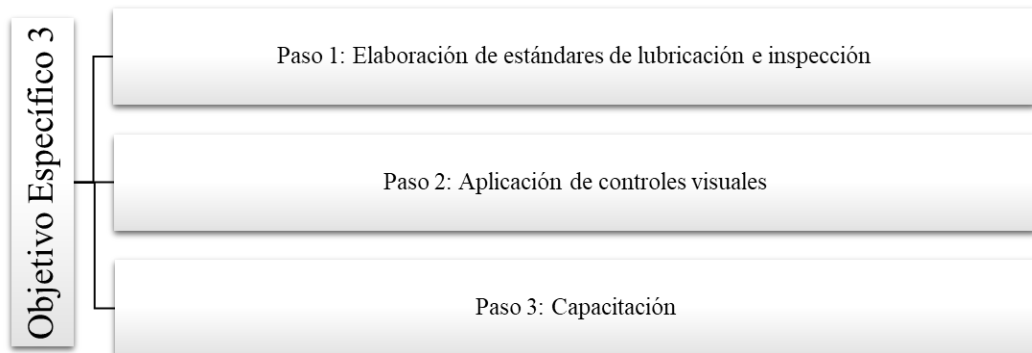


Figura N 44: Secuencia de pasos para aplicar el mantenimiento autónomo

Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Elaboración de estándares de lubricación e inspección

Se elaboró un estándar de limpieza, lubricación e inspección para cada uno de los elementos involucrados en el proceso que requieren alguna inspección limpieza o mantenimiento como los son los coches de transporte de material, los esterilizadores, los equipos complementarios, entre otros.

A continuación, en la tabla N° 35 se muestra el estándar lubricación e inspección para el esterilizador a vapor – Matachana.

Tabla N° 35

Estándar de lubricación e inspección del esterilizador a vapor

N°	Elemento	Criterio	Método	Herramienta	Frecuencia
1	Ruedas de carros de transporte de carga	Deben estar lubricadas	Lubricar	Aceite lubricante	Semanal
2	Puerta de Esterilizadores	Verificar buen estado de empaques	Inspeccionar y lubricar	Lubricante WD40	Diario
3	Manómetros de presión de aire comprimido	Mayor a 2.5 Bar	Inspección	-	Diario
4	Medidor de agua	Como mínimo 80%	Inspección	-	Diario
5	Tubería de agua	No debe haber fugas	Inspección	-	Inter diario
6	Cables eléctricos	En buen estado	Inspección	-	Semanal
7	Tablero Eléctrico	Revisar llave termomagnética	Inspección técnica	-	Inter diario
8	Esterilizador de vapor	No debe producir ruidos extraños	Inspección	-	Diario
9	Caldero y zona de drenaje	Verificar olores extraños	Inspección	-	Inter diario
10	Manómetro bomba de agua	Verificar que la presión se mantenga entre 30 a 60 Kg/cm ²	Inspección	-	Semanal
11	Planta de Osmosis	Verificar Interruptor, panel de control este encendido, Válvulas de tuberías y Bomba de agua del equipo	Inspección técnica	-	Inter diario

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla N° 36 se muestra el estándar de lubricación e inspección que se elaboró para el esterilizador por óxido de etileno – Sterivac.

Tabla N° 36

Estándar de lubricación e inspección del esterilizador Sterivac

N°	Elemento	Criterio	Método	Herramienta	Frecuencia
1	Ruedas y palanca de carros de transporte de carga	Deben estar lubricadas	Lubricar	Aceite lubricante	Semanal
2	Puerta de Esterilizadores	Verificar buen estado de empaques	Inspeccionar y lubricar	Lubricante WD40	Diario

3	Manómetros de presión de aire comprimido	Entre 80 PSI y 110 PSI	Inspección	-	Diario
4	Cables eléctricos	En buen estado	Inspección	-	Semanal
5	Tablero Eléctrico	Revisar llave termomagnética	Inspección técnica	-	Inter diario
6	Esterilizador de óxido de etileno	No debe producir ruidos extraños	Inspección	-	Diario
7	Tubería de drenaje de gas residual	Verificar que esté en buen estado	Inspección	-	Diario
8	Estabilizador de estado sólido	No debe producir ruidos extraños	Inspección	-	Diario
9	Filtros	No debe producir zumbidos	Inspección	-	Diario
10	Compresor	Verificar funcionamiento y que no produzcas ruidos fuertes	Inspección	-	Semanal

Fuente: Elaboración propia

En ambas tablas se detalla el elemento a inspeccionar o lubricar, y la frecuencia con la que realizará dicha tarea. Además, se detallan los criterios a considerar en cada tarea y las herramientas que se requerirán al efectuarse.

Esta herramienta permitió tener identificadas y organizadas todas las tareas de mantenimiento y lubricación de los elementos implicados en los procesos de esterilización. Facilitando el entendimiento del cómo realizar las tareas de mantenimiento y cuidado de los equipos.

Paso 2: Aplicación de controles visuales

Asimismo, se elaboraron cartillas de controles visuales de colores resaltantes y con información relevante sobre los aspectos a verificar, lo que permitió su fácil visualización, facilitar las tareas de inspección y disminuir los errores. A continuación, en las Figuras N° 45 hasta la 50 se muestran algunos ejemplos de los controles visuales utilizados en los equipos esterilizadores.



Figura N 45: Control visual de válvula de planta de tratamiento de agua
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 46: Control visual de presión de bomba de agua
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 47: Control visual de llave de paso
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 48: Control visual de nivel del agua
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 49: Control visual de presión de aire comprimido - Matachana
Fuente: Centro oftalmológico



Figura N 50: Control visual de presión de llegada de aire comprimido - Sterivac
Fuente: Centro oftalmológico

Para facilitar la tarea de verificación elaboré una lista con todos los aspectos a verificar para cada equipo esterilizador. En esta lista se puede marcar si se presenta alguna anomalía o se encuentra en buen estado. Además, cuenta con una columna de observaciones en la cual se puede detallar cualquier anomalía que no considere la lista o algún incidente. En el Anexo 10 se muestra el formato utilizado.

Paso 3: Capacitación

Para el correcto uso de los nuevos formatos creados y la correcta ejecución de las nuevas tareas de inspección y lubricación, se realizó una capacitación al personal sobre el mantenimiento autónomo y se concientizo su importancia en el trabajo con el fin de que estén preparados y tengan conocimiento de cómo actuar ante cualquier tipo incidente que pueda detener el correcto funcionamiento de los equipos esterilizadores. O en caso de cualquier comportamiento atípico de las maquinas reportarlo para que se pueda programar una inspección técnica a fin de prevenir una posible falla o incluso un accidente. En la figura N 51 se muestra la hoja de capacitación.

HOJA DE CAPACITACIÓN	
Fecha: 12/08/2022	
Tema	Duración
Capacitación mantenimiento autónomo	90 minutos
Objetivos	
Capacitar al personal sobre la importancia del mantenimiento autónomo y el uso correcto de los equipos esterilizadores a gas y a vapor.	
Contenido	
- ¿Qué es el mantenimiento autónomo?	
-¿Cómo utilizar los equipos esterilizadores?	
- Estándares de lubricación e inspección	
- Controles visuales	
- Lista de verificación	
- ¿Cómo actuar frente a incidentes?	
Conclusiones	
Se logró el objetivo de la capacitación.	

Figura N 51: Hoja de capacitación
Fuente: Elaboración propia

Situación después (Post test)

Tras la aplicación del mantenimiento autónomo se pudo observar que se redujeron el número incidencias relacionados a los errores del personal gracias a los controles visuales implementados y la capacitación del personal. Asimismo, el personal

empezó a reportar síntomas de fallas de los equipos como ruidos, vibraciones, goteos, etc. Además de darle un mejor cuidado a los equipos realizando inspecciones y limpieza a los esterilizadores y equipos auxiliares. Debido a la aplicación de todas estas medidas fue posible reducir tiempos en los cuales los equipos permanecían sin funcionar.

Muestra después

Para finalizar, se realizó el post test poniendo a prueba los cambios efectuados tras la aplicación del mantenimiento autónomo. Para ello, de la misma manera que el pre test se midió en un lapso de 4 semanas las incidencias ocurridas y el tiempo perdido que generaron por paradas inesperadas de los equipos. En la tabla N° 37 se muestran los tiempos perdidos semanales por paradas de maquina inesperadas para cada esterilizador. En las 4 semanas los equipos estuvieron detenidos durante 193 min.

Tabla N° 37

Muestra objetivo 3 post test

Semana	Tiempo de paradas inesperadas (min)
1	45
2	50
3	39
4	59
Total	193

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 11 se muestran las incidencias que se presentaron en las 4 semanas que se realizó la prueba.

Resumen de resultados

En la tabla N° 38 se muestra el resumen de resultados de la aplicación de las 3 variables independientes.

Tabla N° 38
Resumen de resultados

Hipótesis	Variable independiente	Variable dependiente	Indicador VD	Proceso	Pre test	Post test	Variación	%
1	3S	Tiempo en la etapa de preparación de carga	Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos	Vapor	28.7	26.57	-2.13	-7.4
				Gas	28.26	25.48	-2.78	-9.8
2	Ingeniería de métodos	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos	Vapor	64.51	48.44	-16.07	-24.9
				Gas	567.5	552.33	-15.21	-2.7
3	Mantenimiento autónomo	Tiempo de las paradas imprevistas	Tiempo de las paradas imprevistas por semana	Ambos	69.75	48.25	-21.5	-30.8

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis de resultados

Generalidades

En esta sección se presentan los planteamientos y los resultados de las pruebas de normalidad y de las pruebas de hipótesis de esta investigación, donde se expone el detalle de la información levantada de las muestras en situación pre test y en situación post test, de manera que se pueda comprobar y verificar el contraste de las muestras, a través del análisis de la estadística inferencial planteadas en la investigación para cada una de las hipótesis específicas.

Para todos los resultados de las pruebas se ha utilizado el software estadístico SPSS, versión 26.

Pruebas de normalidad (para las tres hipótesis)

Para las pruebas de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

H₀: Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

H₁: Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀)
Por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.
- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. =< 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H₁)
Por lo tanto, los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal.

Contrastación de hipótesis (para las tres hipótesis)

Para la contrastación de hipótesis se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

H₀: Hipótesis Nula – NO existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

H₁: Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀), o lo que es lo mismo, se rechaza la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: NO se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. $\leq 0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H_1), o lo que es lo mismo, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

Primera hipótesis específica

Para la hipótesis específica 1 se tomaron como muestras del pre test y post test los tiempos de la etapa de preparación de la carga de los dos procesos de esterilización, vapor y gas.

Pruebas de normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 1

a) Esterilización a vapor

La prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 6, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 52.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PreTestVapor	,154	10	,200 [*]	,934	10	,486

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 52: Prueba de normalidad H1 – Vapor pre test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del pre test un nivel de significancia de 0.486. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

b) Esterilización a gas

Para el proceso de esterilización a gas, la prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 7, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 53.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PreTestGas	,165	10	,200 [*]	,954	10	,716

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 53: Prueba de normalidad H1 – Gas pre test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del pre test un nivel de significancia de 0.716. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

Post test: Muestra variable dependiente 1

a) Esterilización a vapor

La prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 20, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 54.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PostTestVapor	,225	10	,161	,899	10	,214

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 54: Prueba de normalidad H1 – Vapor post test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del post test un nivel de significancia de 0.214. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

b) Esterilización a gas

Para el proceso de esterilización a gas, la prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 21, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 55.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PostTestGas	,144	10	,200*	,948	10	,643

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 55: Prueba de normalidad H1 – Gas post test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del post test un nivel de significancia de 0.643. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

Contrastación de la hipótesis

Resultados de la contrastación

a) Esterilización a vapor

H₀: Si se aplica las 3S entonces no se reducirá el tiempo en la etapa de preparación de carga en el proceso de esterilización a vapor.

H₁: Si se aplica las 3S entonces se reducirá el tiempo en la etapa de preparación de carga en el proceso de esterilización a vapor.

Dado que los datos son de naturaleza numérica y se distribuyen normalmente para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de T de Student, la cual es una prueba que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística significativa. Los resultados se muestran en la Figura N 56.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PreTestVapor - PostTestVapor	2,13600	,25997	,08221	1,95003	2,32197	26,0	9	,000

Figura N 56: Prueba de Hipótesis H1 - Vapor
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba T de Student dio como resultado un nivel de significancia de 0.00 que es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁). Es decir, se concluye que la aplicación de las 3S si redujo el tiempo en la etapa de preparación de carga en el proceso de esterilización a vapor.

b) Esterilización a gas

H_0 : Si se aplica las 3S entonces no se reducirá el tiempo en la etapa de preparación de carga en el proceso de esterilización a gas.

H_1 : Si se aplica las 3S entonces se reducirá el tiempo en la etapa de preparación de carga en el proceso de esterilización a gas.

Dado que los datos son de naturaleza numérica y se distribuyen normalmente para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de T de Student, la cual es una prueba que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística significativa. Los resultados se muestran en la Figura N 57.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	PreTestGas - PostTestGas	2,77700	,12544	,03967	2,68727	2,86673	70,0	9	,000

Figura N 57: Prueba de Hipótesis H1 - Gas

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba T de Student dio como resultado un nivel de significancia de 0.00 que es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1). Es decir, se concluye que la aplicación de las 3S si redujo el tiempo en la etapa de preparación de carga en el proceso de esterilización a gas.

Estadísticos descriptivos

a) Esterilización a vapor

En la Figura N 58 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test de los tiempos de preparación de carga para el proceso de esterilización a vapor.

Descriptivos		
		Estadístico
PreTestVapor	Media	28,7010
	Mediana	28,6950
	Varianza	,023
	Desv. típ.	,15096
PostTestVapor	Media	26,5650
	Mediana	26,6200
	Varianza	,030
	Desv. típ.	,17193

Figura N 58: Estadísticos descriptivos H1 - Vapor
Fuente: SPSS – Elaboración propia

b) Esterilización a gas

En la Figura N 59 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test de los tiempos de preparación de carga para el proceso de esterilización a gas.

Descriptivos		
		Estadístico
PreTestGas	Media	28,2560
	Mediana	28,2450
	Varianza	,022
	Desv. típ.	,14676
PostTestGas	Media	25,4790
	Mediana	25,5000
	Varianza	,015
	Desv. típ.	,12351

Figura N 59: Estadísticos descriptivos H1 - Gas
Fuente: SPSS – Elaboración propia

Hipótesis Específica 2

Para la hipótesis específica 2 se tomaron como muestras del pre test y post test los tiempos de la etapa de esterilización y almacenamiento de los dos procesos de esterilización, vapor y gas.

Pruebas de normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 2

a) Esterilización a vapor

La prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 22, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 60.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PreTestVapor	,195	10	,200 [*]	,879	10	,126

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 60: Prueba de normalidad H2 – Vapor pre test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del pre test un nivel de significancia de 0.126. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

b) Esterilización a gas

Para el proceso de esterilización a gas, la prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 23, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 61.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PreTestGas	,119	10	,200 [*]	,948	10	,649

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 61: Prueba de normalidad H2 – Gas pre test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del pre test un nivel de significancia de 0.649. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

Post test: Muestra variable dependiente 2

a) Esterilización a vapor

La prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 32, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 62.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PostTestVapor	,151	10	,200 [*]	,913	10	,305

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 62: Prueba de normalidad H2 – Vapor post test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del post test nivel de significancia de 0.305. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

b) Esterilización a gas

Para el proceso de esterilización a gas, la prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 33, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 63.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PostTestGas	,143	10	,200 [*]	,929	10	,442

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 63: Prueba de normalidad H2 – Gas post test
Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del post test un nivel de significancia de 0.442. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

Contrastación de la hipótesis

Resultados de la contrastación

a) Esterilización a vapor

H₀: Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces no se reducirá el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso de esterilización a vapor.

H₁: Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces se reducirá el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso de esterilización a vapor.

Dado que los datos son de naturaleza numérica y se distribuyen normalmente para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de T de Student, la cual es una prueba que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística significativa. Los resultados se muestran en la Figura N 64.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	PreTestVapor - PostTestVapor	16,06800	1,1435	,36160	15,25000	16,8860	44,435	9	,000

Figura N 64: Prueba de Hipótesis H2 - Vapor

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba T de Student dio como resultado un nivel de significancia de 0.00 que es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1). Se concluye que la aplicación de la ingeniería de métodos si redujo el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso de esterilización a vapor.

b) Esterilización a gas

H_0 : Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces no se reducirá el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso de esterilización a gas.

H_1 : Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces se reducirá el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso de esterilización a gas.

Dado que los datos son de naturaleza numérica y se distribuyen normalmente para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de T de Student, la cual es una prueba que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística significativa. Los resultados se muestran en la figura N 65.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	PreTestGas - PostTestGas	15,206	,23372	,07391	15,03880	15,37320	205,737	9	,000

Figura N 65: Prueba de Hipótesis H2 - Gas

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba T de Student dio como resultado un nivel de significancia de 0.00 que es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la

hipótesis alterna (H_1). Se concluye que la aplicación de la ingeniería de métodos si redujo el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en el proceso de esterilización a gas.

Estadísticos descriptivos

a) Esterilización a vapor

En la Figura N 66 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test de los tiempos de esterilización y almacenamiento para el proceso de esterilización a vapor.

Descriptivos		
		Estadístico
PreTestVapor	Media	64,5090
	Mediana	64,4800
	Varianza	,516
	Desv. típ.	,71860
PostTestVapor	Media	48,4410
	Mediana	48,5050
	Varianza	,517
	Desv. típ.	,71923

Figura N 66: Estadísticos descriptivos H2 - Vapor
Fuente: SPSS – Elaboración propia

b) Esterilización a gas

En la Figura N 67 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras Pre Test y Post Test de los tiempos de esterilización y almacenamiento para el proceso de esterilización a gas.

Descriptivos		
		Estadístico
PreTestGas	Media	567,5400
	Mediana	567,5050
	Varianza	,060
	Desv. típ.	,24490
PostTestGas	Media	552,3340
	Mediana	552,3400
	Varianza	,050
	Desv. típ.	,22391

Figura N 67: Estadísticos descriptivos H2 - Gas
Fuente: SPSS – Elaboración propia

Hipótesis Específica 3

Para la hipótesis específica 3 se tomaron como muestras del Pres Test y Post Test los tiempos de paradas de máquina inesperadas de los equipos esterilizadores de vapor y gas.

Pruebas de Normalidad

Pre test: Muestra variable dependiente 3

La prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 34, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 68.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PreTest	,234	4	.	,928	4	,584

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 68: Prueba de normalidad H3 – Pre test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del pre test nivel de significancia de 0.584. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

Post test: Muestra variable dependiente 3

Esterilización a vapor

La prueba de normalidad se realizó con los datos de la tabla N° 37, al ser el tamaño de la muestra menor a 50, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. El resultado se muestra en la Figura N 69.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PostTest	,168	4	.	,989	4	,955

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura N 69: Prueba de normalidad H3 – Post test

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba de Shapiro-Wilk dio como resultado en la muestra del post test nivel de significancia de 0.955. Valor que está por encima de 0.05, es decir la muestra se distribuyen normalmente.

Contrastación de la hipótesis

Resultados de la contrastación

H₀: Si se aplica el Mantenimiento Autónomo entonces no se reducirá el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.

H₁: Si se aplica el Mantenimiento Autónomo entonces se reducirá el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.

Dado que los datos son de naturaleza numérica y se distribuyen normalmente para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de T de Student, la cual es una prueba que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística significativa. Los resultados se muestran en la figura N 70.

Prueba de muestras relacionadas									
		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PreTest-PostTest	21,50000	6,1914	3,09570	11,64811	31,35189	6,945	3	,006

Figura N 70: Prueba de hipótesis H3

Fuente: SPSS – Elaboración propia

La prueba T de Student dio como resultado un nivel de significancia de 0.006 que es menor a 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁). Se concluye que la aplicación del mantenimiento autónomo si redujo el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos esterilizadores.

Estadísticos descriptivos

En la figura N 71 se muestran los estadísticos descriptivos de las muestras pre test y post test de los tiempos de paradas inesperadas.

Descriptivos		
		Estadístico
PreTest	Media	69,7500
	Mediana	67,5000
	Varianza	116,250
	Desv. típ.	10,78193
PostTest	Media	48,2500
	Mediana	47,5000
	Varianza	71,583
	Desv. típ.	8,46069

Figura N 71: Estadísticos descriptivos H3
Fuente: SPSS – Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Tras la aplicación de las 3 primeras S de la metodología 5S ayudó a mantener las áreas limpias y ordenadas por lo cual se pudo reducir los tiempos en la etapa de preparación de carga para los procesos de esterilización a vapor en un 7.4% y para el proceso de esterilización de gas en un 9.8%.
2. La aplicación de la ingeniería de métodos permitió identificar que gran parte de los tiempos improductivos de la etapa de esterilización y almacenamiento se encontraban en los largos recorridos que el personal realizaba al desplazarse del primer piso al tercero durante las actividades del proceso. Por tal motivo la nueva disposición de las áreas permitió reducir los tiempos en 24.9% para el proceso a vapor y en un 2.7% para el proceso a gas.
3. La aplicación del mantenimiento autónomo permitió identificar todos los posibles problemas que se pueden presentar en los equipos esterilizadores de vapor y gas. Y gracias a ello se pudo capacitar al personal en cómo actuar en cada caso e incluso poder prevenir posibles errores al contar con controles visuales que indican los parámetros correctos para cada elemento de los equipos esterilizadores. En consecuencia, se pudo reducir los tiempos en que los equipos se encontraban inoperativos por semana en un 30.8%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar la cuarta y quinta S para completar la metodología 5S a fin de que el personal adquiera como hábito la cultura 5S, los cambios aplicados durante la investigación perduren y no se vuelva a recaer en los problemas iniciales que tenía el centro oftalmológico.
2. Aplicar el mantenimiento autónomo para los otros dos equipos, que actualmente siguen inoperativos durante la realización del estudio. Con el objetivo de que el personal adquiera los conocimientos de cómo mantener en buen estado estos equipos y en consecuencia se pueda reducir las incidencias que interrumpen su funcionamiento.
3. Se recomienda realizar capacitaciones periódicamente sobre las 5s, la ingeniería de métodos y el mantenimiento autónomo. A fin de que el personal mantenga estas metodologías que favorecen el rendimiento del proceso.
4. En caso la demanda de material a esterilizar se incremente, se recomienda aumentar los turnos de trabajo del personal para poder aprovechar al máximo la capacidad de los equipos esterilizadores.

REFERENCIAS

- Alarcón, E., Lopez, J., Rocha, M. (2014). *Estudio del trabajo. Una nueva visión*. Grupo Editorial Patria. Recuperado de https://www.academia.edu/45122657/ESTUDIO_DEL_TRABAJO_Juli%20C3%A1n_L%20B3pez_Peralta_Enrique_Alarc%C3%B3n_Jim%C3%A9nez_Mario_Antonio_Rocha_P%C3%A9rez
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- Arias, J. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica*. Enfoques Consulting EIRL. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj2s7TlhaL4AhXHEbkGHRqhBQcQFnoECD8QAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.concytec.gob.pe%2Fbitstream%2F20.500.12390%2F2238%2F1%2FAriasGonzales_TecnicasEInstrumentosDeInvestigacion_libro.pdf&usq=AOvVaw3iRKtXRMo_f0GA2mTJNoKK
- Arias, J., Miranda, M., Villasís, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2),201-206. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Arroyo, M., Torres, J. (2010). *Organización de plantas industriales. Apuntes de estudio*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado de <https://issuu.com/maxarroyo/docs/plantasindustriales/3>
- Bellido, Y., La Rosa, A. (2018). *Modelo de Optimización de Desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las Mypes del 133 Sector Textil* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624995>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson. Recuperado de

<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

Bocángel, G., Bocángel, G., Hilario, J., Perales, R., Rosas, C. (2021). *Ingeniería Industrial - Ingeniería de Métodos I*. Recuperado de <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/09/LIBRO-INGENIERIA-DE-METODOS-I.pdf>

Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., Noriega, M. (2010). *Mejora continua de los procesos. Herramientas y técnicas*. Universidad de Lima. Recuperado de https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10832/Bonilla_Diaz_kleeberg_Noriega_Mejora_continua.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cabrera, R. (2014). *Manual de Lean Manufacturing: TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=gvwRAwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=manufactura+esbelta&hl=es419&sa=X&sqi=2&pj=1&ved=0ahUKEwipo8vx1sXTAhUKJiYKHRKfAtgQ6AEIITAA#v=onepage&q=smed&f=false>

Cáceres, O., Gamez, J. (2019). *Aplicación de la herramienta TPM para mejorar la productividad en el proceso de granallado, Empresa JCB Estructuras S.A.C., 2019*. (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Recuperado de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2619/IND_T030_74450211_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Criado, J., Peláez, B., Fereres, J. (2017). *ESTERILIZACIÓN EN CENTROS SANITARIOS*. FISCAM. Recuperado de <https://elautoclave.files.wordpress.com/2017/05/manuel-completo-fiscam.pdf>

Cruelles, J. (2011). *Productividad e Incentivos. Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. (1ª ed.). Marcombo. Recuperado de <https://www.perlego.com/book/2152618/productividad-e-incentivos-cmo-hacer-que-los-tiempos-de-fabricacin-se-cumplan-pdf>

- Cruz, J. (2010). *Manual para la Implementación Sostenible de las 5s*. Recuperado de https://www.academia.edu/39965536/Manual_para_la_implementaci%C3%B3n_sostenible_de_las_5s
- Durán, F. (2007). *Ingeniería de métodos. Globalización: Técnicas para el manejo eficiente de recursos en organizaciones fabriles, de servicios y hospitalarias*. Recuperado de https://www.academia.edu/34727817/Libro_INGENIERIA_DE_METODOS_Freddy_Alfonso_Dur%C3%A1n
- Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala (2020). *Árbol de problemas aplicado a Gestión de Riesgos*. Recuperado de <https://fuvg.org.gt/attach/BoletinDGGRAI01-2020.pdf>
- Galván, D. (2012). *Análisis de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante el modelo de opciones reales*. (Tesis Postgrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.-México. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5393/Tesis%20.pdf?sequence=1>
- García, R. (2005). *Estudio de trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo* (Segunda ed.). Mc Graw Hill. Recuperado de https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf
- Garza, E., Abreu, J., Garza, H. (2009). Impacto de la capacitación en una empresa del ramo eléctrico. *International Journal of Good Conscience*, 4(1), 194-249. Recuperado de <http://www.spentamexico.org/v4-n1/4%281%29%20194-249.pdf>
- Gómez, J., Domínguez, D. (2018). *Implementación de la metodología 5S en el área de logística del hospital Teodoro Maldonado Carbo*. (Tesis Pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34221/1/BINGQ-ISCE-18P42.pdf>
- Gutarra, F. (2016). *Introducción a la ingeniería Industrial*. Universidad Continental. Recuperado de

http://119.8.154.77/bitstream/20.500.12394/2192/1/DO_FIN_108_MAI_UC0516_20162.pdf

Hernández, N., Garnica, J. (2015). Árbol de Problemas del Análisis al Diseño y Desarrollo de Productos. *Revista Conciencia Tecnológica*, (50), 38-46. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/944/94443423006.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill Education. Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Laguna, A., Obregón, E., Quijada, R. (2019). *Propuesta de mejora del proceso de atención en el servicio de emergencia del Instituto Nacional De Ciencias Neurológicas*. (Tesis de Postgrado). Universidad del Pacífico, Lima-Perú. Recuperado de https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2523/Alfredo_Tesis_Maestria_2019.pdf?sequence=1

López, E. (2009). *El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación*. (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Mejía, E. (2005). *Técnicas e Instrumentos de Investigación*. Recuperado de <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>

Mendoza, M. (2018). *Implementación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total*. (Tesis Postgrado). Instituto Tecnológico de Matamoros, Tamaulipas-México. Recuperado de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/1354/1/Mendoza%20Espinoza%20Marco%20Antonio.pdf>

MINSA, (2002) *Manual de Desinfección y Esterilización Hospitalaria*. Recuperado de <http://bvs.minsae.gob.pe/local/MINSA/1444.pdf>

Niebel, B., Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mc Graw Hill. Recuperado de

https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds

Olarte, W., Botero, M., Cañon, B. (2010). Importancia del Mantenimiento Industrial dentro de los Procesos de Producción. *Scientia Et Technica*, 16(44), 354-356. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>

Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario (ISO 9000)*. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

Orozco, E. (2016). *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas Todo Sport. Chiclayo – 2015* (Tesis pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel-Perú. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2312/Orozco%20Cardozo%20Eduard.pdf;jsessionid=1716878FAD65819AECD8FD1767BC0D50?sequence=1>

Pachón, P., Lagos, C. (2020). *Plan de capacitación para la organización SEMEDICAL S.A.S.* (Tesis Postgrado). Universidad EAN, Bogotá D.C.-Colombia. Recuperado de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/10181/LagosCesar2020.pdf?sequence=1>

Padilla, R., Juárez, M. (2006). *Efectos de la capacitación en la competitividad de la industria manufacturera*. CEPAL, Sede Subregional de la CEPAL en México. México D.F.: Naciones Unidas. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4970/1/S2006611_es.pdf

Pardi, G., Guilarte, C., De Stefano, A. (2004). Algunas consideraciones sobre el control de las infecciones en el consultorio Odontológico. *Acta Odontológica Venezolana*, 42(3), 232-233. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652004000300016#:~:text=La%20esterilizaci%C3%B3n%20se%20define%20como,de%20diversos%20m%C3%A9todos%20y%20agentes.

- Proaño, D., Gisbert, V., Pérez, E. (2017). Metodología para elaborar un Plan de Mejora Continua. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial*, 50-56. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.50-56>
- Rajadell, M., Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de https://www.academia.edu/28685140/Lean_Manufacturing_La_Evidencia_de_Una_Necesidad
- Rivas, C., Zamora, H. (2019). *Propuesta de un plan de mejora para optimizar la gestión del proceso de transporte de inversiones Zamcar S.A.C.* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.
- Sacristán, F. (2005). Las 5S orden y limpieza en el puesto de trabajo. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Saltos, V. (2020). *Análisis y propuesta de mejoramiento de procesos en la empresa "Restaurante la Cañita"*. (Tesis de Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Quito-Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7205/1/T3106-MAE-Saltos-Analisis.pdf>
- Serrano, L., Ortiz, N. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Estudios Gerenciales*, 28(125). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-59232012000400003
- Siliceo, A. (2004). *Capacitación y Administración de personal*. Editorial Limusa. Recuperado de [http://www.spentamexico.org/v4-n2/4\(2\)%2097-144.pdf](http://www.spentamexico.org/v4-n2/4(2)%2097-144.pdf)
- Snell, S., Bohlander, G., Morris, S. (2013). *Administración de Recursos Humanos*. (17va Edición). CENGAGE Learning. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4186/1/ADMINISTRACION%20ODE%20RECURSOS%20HUMANOS.pdf>
- Tirado, O. Hernández, A., Rivas, M., Linares, M. (2011). La ceguera desde la perspectiva de los estudios de Ciencia-Tecnología Sociedad. *Humanidades*

Médicas, 11(3), 413-432. Recuperado de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202011000300002

Manterola, C., Otzen, T. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Valdez, J. (2017). *Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar disponibilidad de equipos Trackless en Uchucchacua*. (Tesis de Postgrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo-Perú. Recuperada de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3937/Valdez%20%20Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas, L. (2016). *Implementación del pilar “Mantenimiento Autónomo” en el Centro de Proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S*. (Tesis Pregrado) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.-Colombia. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3162/VargasMonroyLisseth%20Camila2016.pdf;jsessionid=C74DFAA6C4CB5A880C13CA6E9EC60F35?sequence=3>

Vargas, Z. (2009). La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

Venegas, R. (2005). *Las 5S, manual teórico y de implantación*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/las-5s-manual-teorico-y-de-implantacion/>

Villacreses, G. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa Ecocampo*. (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2532/1/76809.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema Principal	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicador VI	Variable Dependiente	Indicador VD
¿Cómo reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico?	Aplicar un plan de mejora de procesos que permita reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico.	Si se aplica un plan de mejora de Procesos, entonces se podrá reducir los tiempos improductivos en la central de esterilización de un centro oftalmológico.	Plan de mejora de procesos	-----	Tiempos improductivos	
Problemas Secundarios	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
¿Cómo reducir el tiempo en la etapa de preparación de carga?	Aplicar las 3S para reducir el tiempo en la etapa de preparación de carga.	Si se aplica las 3S entonces se reducirá el tiempo en la etapa de preparación de carga.	3S	SI/NO	Tiempo en la etapa de preparación de carga	Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos
¿Cómo reducir el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento?	Aplicar la ingeniería de métodos para reducir el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento.	Si se aplica la ingeniería de métodos, entonces se reducirá el tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento.	Ingeniería de métodos	SI/NO	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos
¿Cómo reducir el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización?	Aplicar el Mantenimiento autónomo para reducir el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.	Si se aplica el Mantenimiento autónomo entonces se reducirá el tiempo de las paradas imprevistas de los equipos de esterilización.	Mantenimiento autónomo	SI/NO	Tiempo de las paradas imprevistas	Tiempo de las paradas Imprevistas por semana

Anexo 2: Matriz de operacionalización

Variable independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
3S	Si/No	Las 3S tienen como objetivo reducir tiempos de los procesos y eliminar los desperdicios que se puedan encontrar en el área de trabajo mediante la clasificación, orden y limpieza.	Aplicar las tarjetas rojas, controles visuales, ordenar y limpiar las zonas de trabajo que se utilizan durante el proceso de esterilización.
Ingeniería de métodos	Si/No	Metodología que se enfoca en la simplificación y mejora de los procesos sin perjudicar la calidad del producto.	Realizar análisis mediante estudio de tiempos, elaboración de DAP y diagramas de recorridos. Luego, optimizar actividades y elaborar DAP mejorado.
Mantenimiento autónomo	Si/No	Metodología que consiste en que el operario haga cuidado y verificación de las máquinas que utiliza con el fin de prevenir y reducir posibles fallas prolongando la vida útil del equipo.	Concientizar al personal sobre la importancia del mantenimiento, enseñarles a mantener los equipos en óptimas condiciones y colocar controles visuales de los parámetros correctos para cada elemento de los esterilizadores.
Variable dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tiempo en la etapa de preparación de carga	Tiempo en la etapa de preparación de carga en minutos	Tiempo en el que se prepara el material a esterilizar para cada máquina.	Tiempo en el que se lava, seca y empaqueta el material a esterilizar en los equipos de vapor y gas.
Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento	Tiempo en la etapa de esterilización y almacenamiento en minutos	Tiempo en el que se esteriliza el material y se guarda en una zona adecuada.	Tiempo en el que se transporta la carga hacia las zonas de esterilización, se ejecuta el ciclo de esterilización y por último se guarda el material estéril en la zona de almacenamiento.
Tiempo de las paradas imprevistas	Tiempo de las paradas imprevistas por semana	Tiempo en el cual una maquinaria se encuentra inoperativa por fallas mecánicas o causas externas.	Tiempo en el cual los equipos esterilizadores se detienen abruptamente por falta de mantenimiento, un mal uso de los equipos o incluso por falta de abastecimiento.

Anexo 3: Permiso de la empresa



Lima, 15 de julio de 2022

Por la presente, autorizamos al Sr. Johan Alejandro Rodríguez Cabanillas a fin de que pueda utilizar los datos, figuras, o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido

Atentamente,

A blue ink handwritten signature is written over a rectangular official stamp. The stamp contains the text: 'PERU Ministerio de Salud INSTITUTO NACIONAL DE OFTALMOLOGÍA Dr. Francisco Contreras Campos'. Below the signature, the text reads: 'ING. ISRAEL SALVADOR ALARCON QUISPE', 'Jefe de la Oficina de Servicios Generales', and 'Reg. GIP N° 128099'.

Anexo 4: Hallazgos tarjetas rojas





Tarjeta N°6
Insumos fuera de lugar



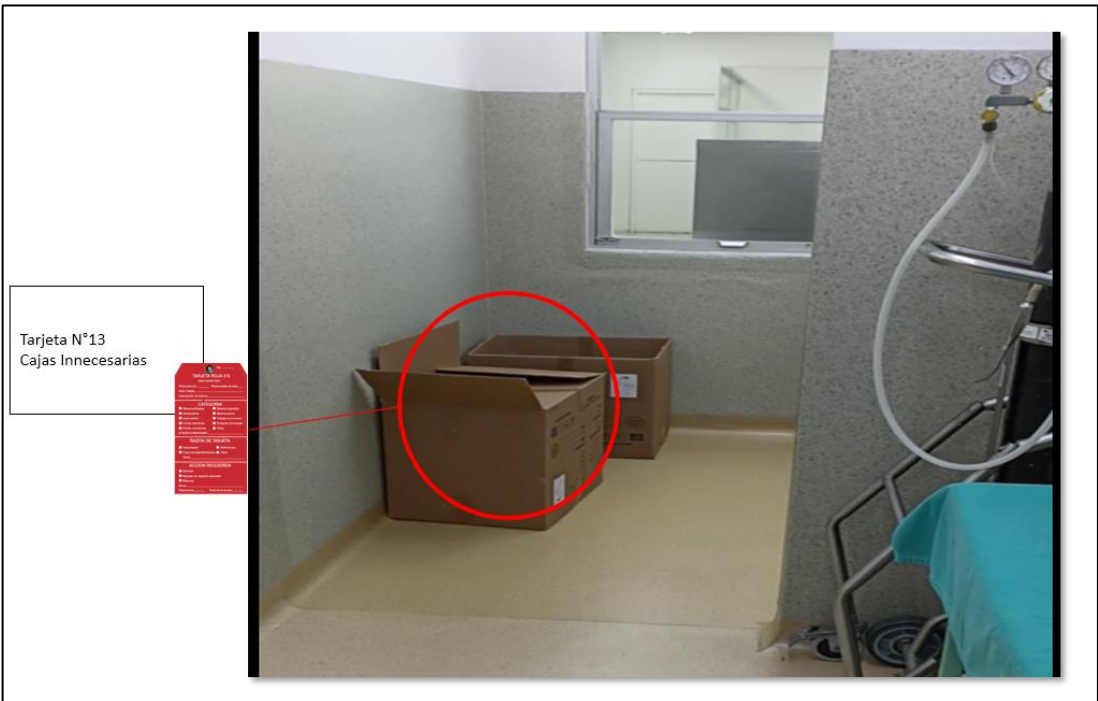
Tarjeta N°7
Elementos Defectuosos

Tarjeta N°8
Elemento Innecesarios

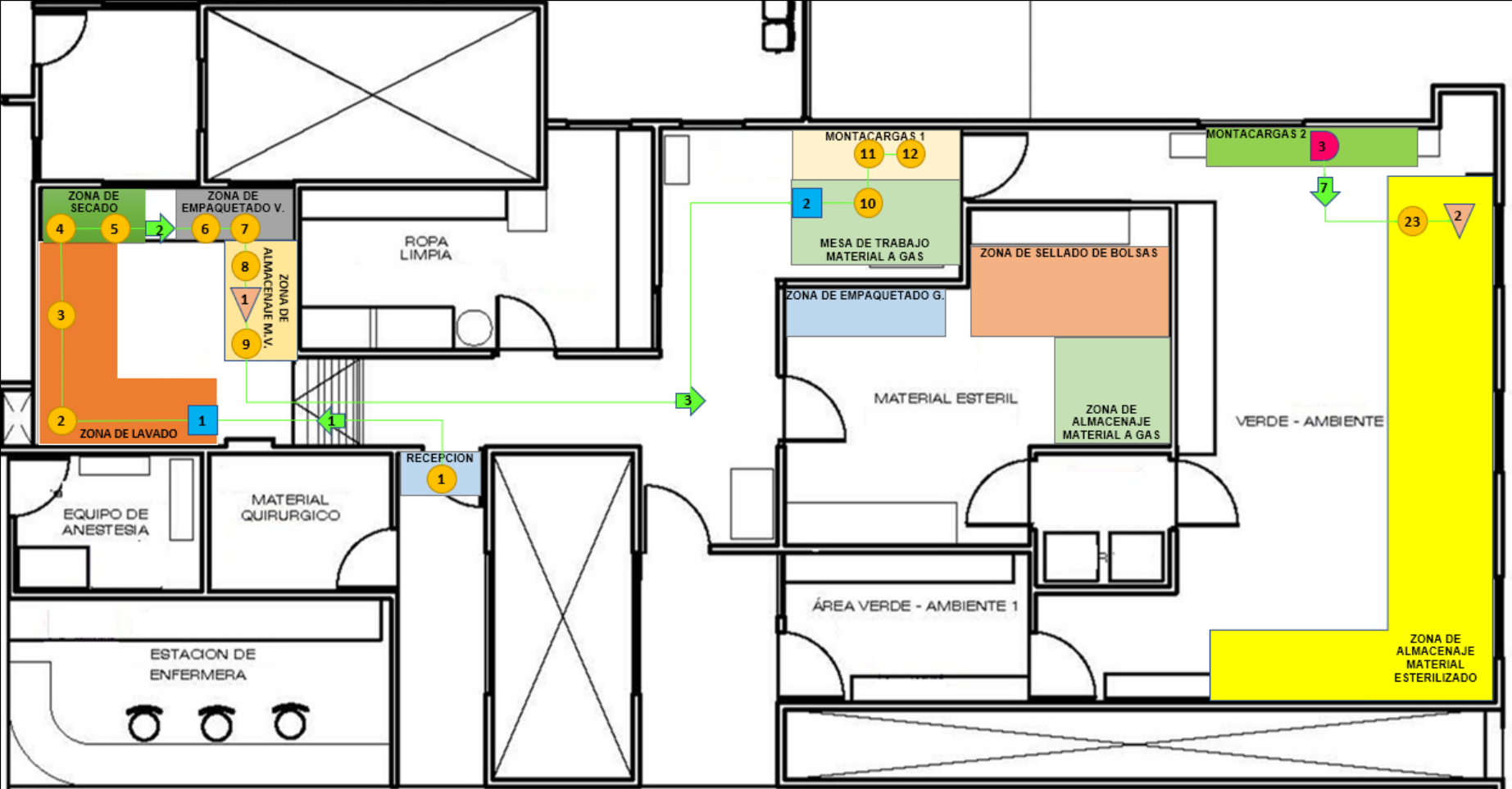


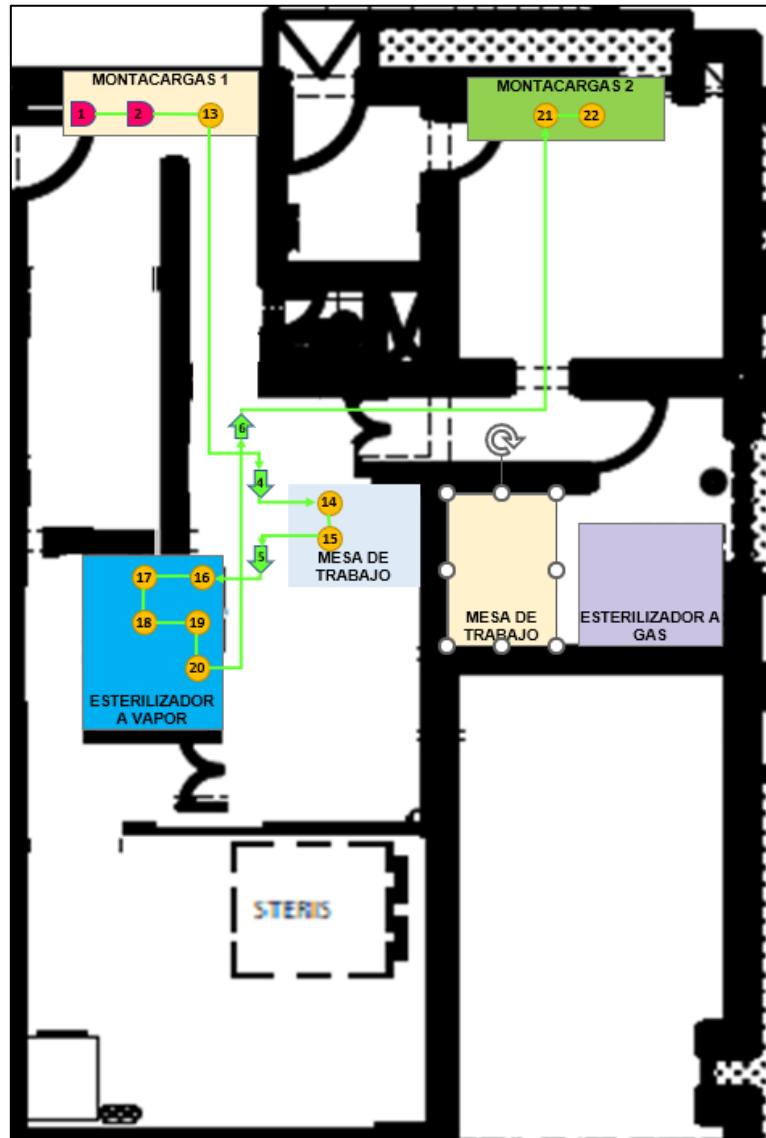
Tarjeta N°9
Envases de plástico fuera de lugar

Tarjeta N°10
Coche de curaciones fuera de lugar

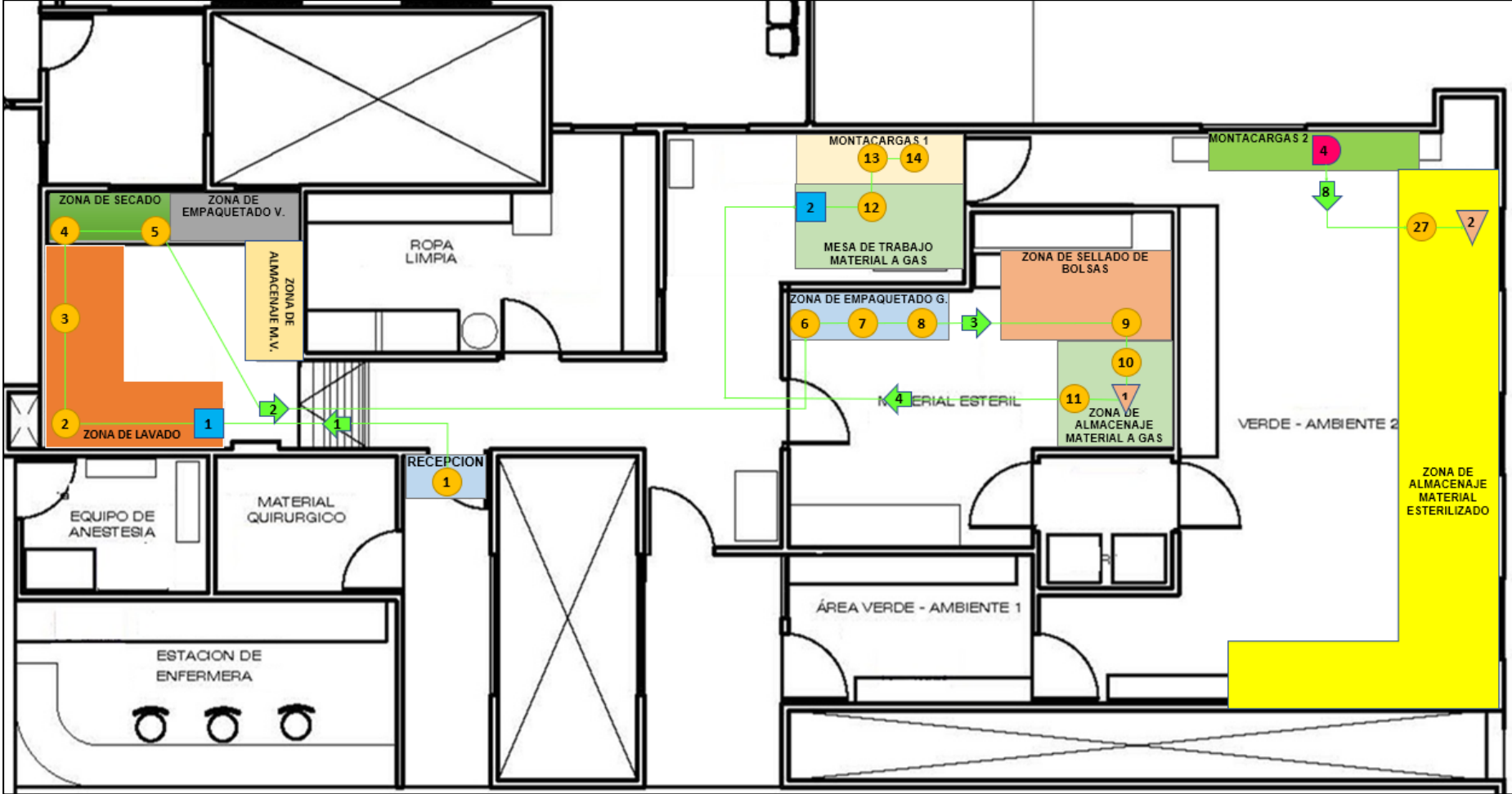


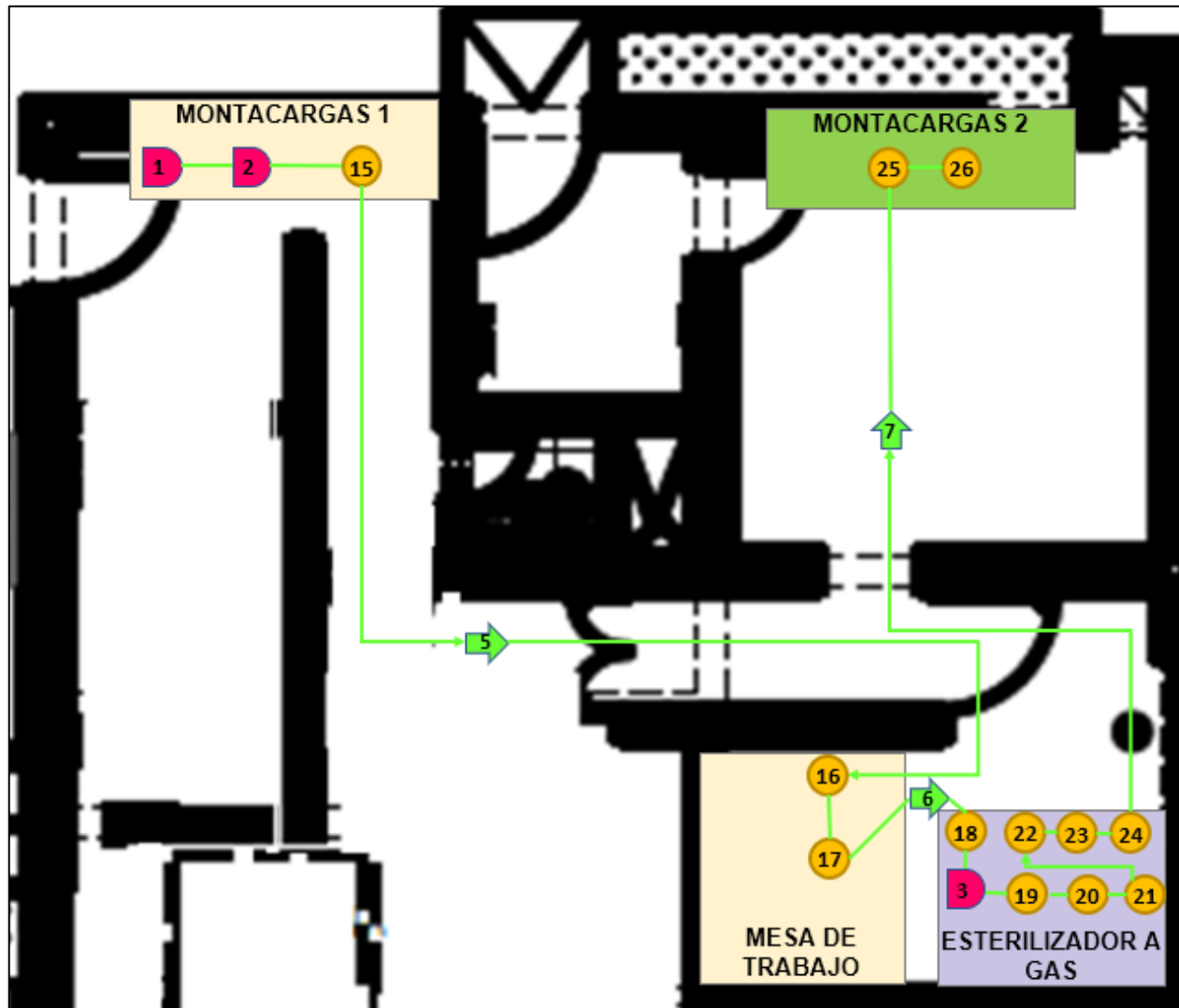
Anexo 5: Diagrama de Recorridos Inicial - Vapor



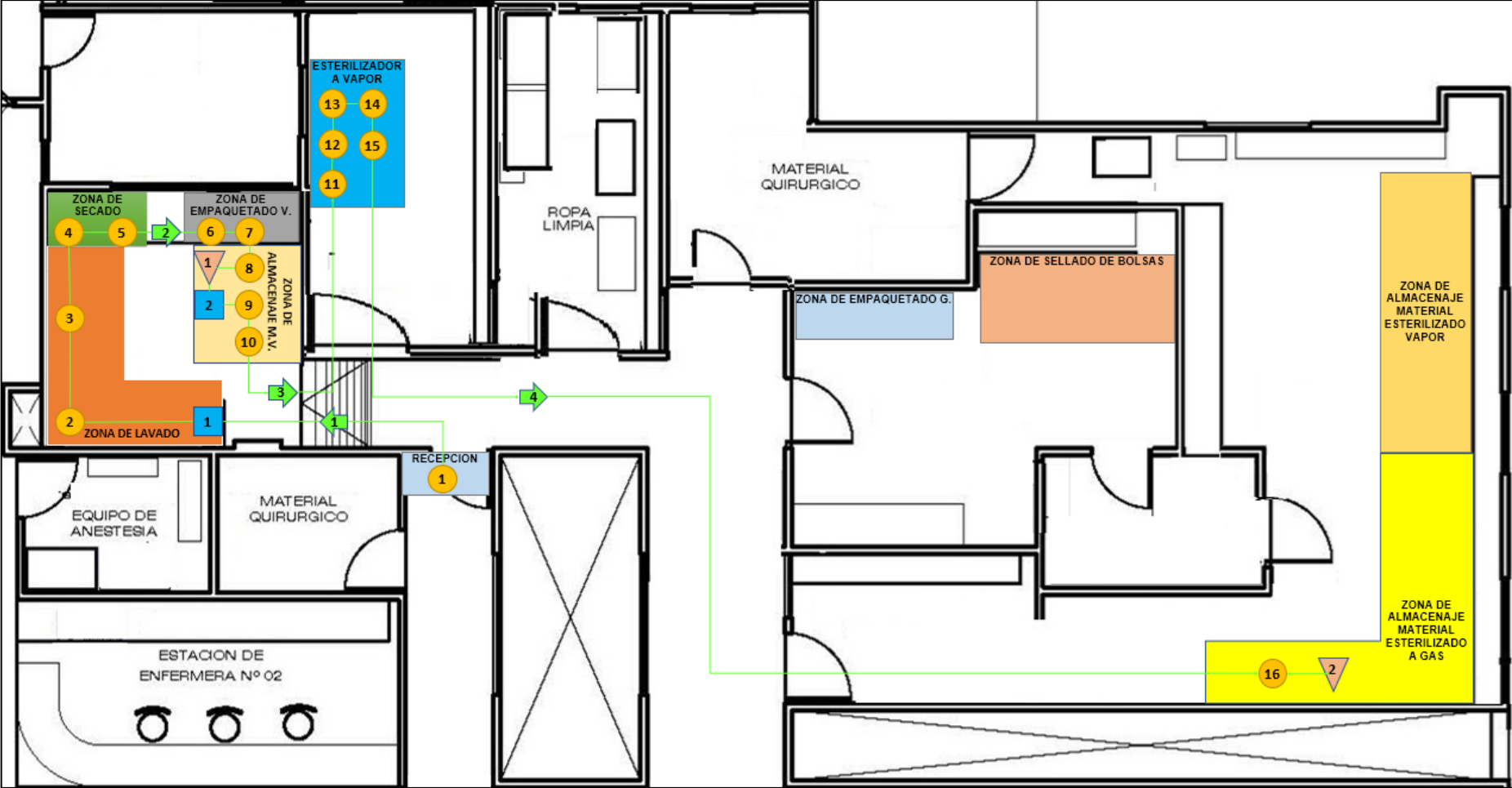


Anexo 6: Diagrama de Recorridos Inicial – Gas

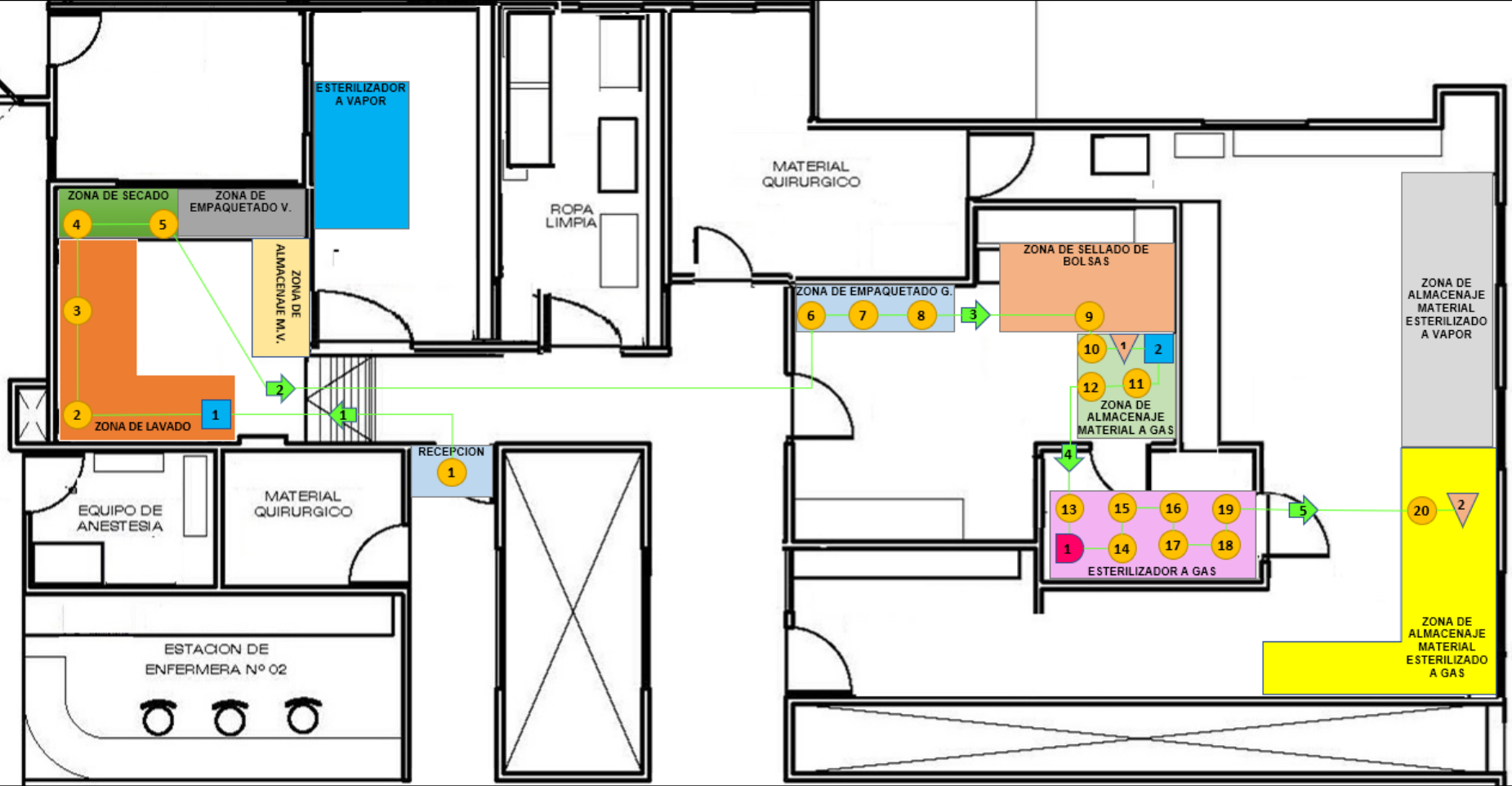




Anexo 7: Diagrama de Recorridos Propuesto - Vapor



Anexo 8: Diagrama de Recorridos Propuesto - Gas



Anexo 9: Registro de paradas imprevistas Pre Test

FORMATO DE REGISTRO DE INCIDENTES									
DATOS GENERALES									
AREA		CENTRAL DE ESTERILIZACION			PERIÓDO	04/07/2022 - 31/07/2022	PRUEBA	PRE-TEST	
N°	Fecha de Incidencia	Equipo	T. Inicio	T. Final	Tiempo de Parada (Minutos)	Descripción de Problema	Causa (Raíz)	Acciones	
1	4/07/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivac" (Oxido Etileno)	18:15	18:43	28	Equipo al accionar el proceso presenta mensaje de error numero 57	Se ha excedido el límite de carga en el equipo	Llamar al personal técnico	
2	5/07/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivac" (Oxido Etileno)	17:52	18:23	21	Equipo al accionar el proceso presenta mensaje de error numero 57	Se ha excedido el límite de carga en el equipo	Llamar al personal técnico	
3	6/07/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	12:57	13:20	23	Equipo en pleno ciclo presenta el mensaje de alarma numero 54 (parada de emergencia - fallo en fases)	Accionamiento de botón de parada de emergencia por descuido del usuario	Llamar al personal técnico	

4	14/07/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	11:20	11:49	29	Equipo en pleno ciclo presenta el mensaje de aviso numero 12 (fallo en suministro de agua)	Equipo al iniciar ciclo no cuenta con el mínimo nivel de agua para esterilizar o presión mínima	Llamar al personal técnico
5	16/07/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivac" (Oxido Etileno)	06:51	07:25	34	Equipo al prender y abrir las válvulas de aire comprimido presenta ruido irregular	Fuga de aire comprimido en el sistema	Llamar al personal técnico
6	20/07/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivac" (Oxido Etileno)	07:18	07:51	33	Equipo al encender presenta mensaje de error número 11 "no hay aire comprimido"	Sobrecalentamiento de compresor por descuido del usuario al dejar la llave de paso de aire abierta	Llamar al personal técnico
7	23/07/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	08:49	09:16	27	Equipo en pleno ciclo presenta el mensaje de aviso numero 12 (fallo en suministro de agua)	Equipo al iniciar ciclo no cuenta con el mínimo nivel de agua para esterilizar o presión mínima	Llamar al personal técnico
8	26/07/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivac" (Oxido Etileno)	06:11	07:10	59	Equipo no enciende	Llave térmica general de central baja	Llamar al personal técnico
9	28/07/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	09:08	09:33	25	Equipo no enciende	Tablero eléctrico acciona baja de llave térmica general causado por un presunto corto circuito en central de esterilización	Llamar al personal técnico

Anexo 10: Lista de Verificación Mantenimiento Autónomo

Equipo		OK	Ruido	Vibración	Sobrecalentamiento	Golpe	Rotura	Desgaste	Suciedad	Fuga de Aire	Fuga de agua	Cableado expuesto	Inoperativo	Otros	Observaciones
Matachana	1	Tablero Eléctrico - contactor y cables													
	2	Coche de curaciones													
	3	Carro de transporte													
	4	Superficie de equipo													
	5	Nivel del agua													
	6	Panel de control													
	7	Manómetro de presión de aire													
	8	Tubería de paso de agua ubicada en parte superior													
	9	Tubería de paso de aire ubicada en parte superior													
	10	Puerta de equipo													
	11	Bomba de Agua													
	12	Planta de Osmosis(Interruptor, Válvulas de tuberías y Bomba de agua del equipo)													
Sterivac	1	Tablero Eléctrico - contactor y cables													
	2	Coche de curaciones													
	3	Carro de transporte													
	4	Tubería de paso de aire													
	5	Manómetro de presión de aire y filtros													
	6	Interruptor de arranque													
	7	Estabilizador de Estado Sólido													
	8	Superficie de equipo													
	9	Panel de control													
	10	Puerta de equipo													
	11	Compresor de aire													

Anexo 11: Registro de paradas imprevistas Post Test

DATOS GENERALESFORMATO DE REGISTRO DE INCIDENTES								
ÁREA		CENTRAL DE ESTERILIZACION		PERIODO	15/08/2022 - 11/09/2022		PRUEBA	POST-TEST
N°	Fecha de Incidencia	Equipo	T. Inicio	T. Final	Tiempo de Parada (Minutos)	Descripción de Problema	Causa (Raíz)	Acciones
1	15/08/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	15:40	16:06	26	Equipo en pleno ciclo presenta el mensaje de alarma numero 54 (parada de emergencia - fallo en fases)	Accionamiento de botón de parada de emergencia por descuido del usuario	Verificar si hay más mensajes de error, de no haber verificado que los botones de parada, no hayan sido activados por error y remover parada con llave de equipo para continuar ciclo.
2	19/08/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivack" (Oxido Etileno)	18:01	18:20	19	Equipo al accionar el proceso presenta mensaje de error numero 57	Se ha excedido el límite de carga en el equipo	Reducir la carga y volver a accionar el equipo.
3	25/08/2022	Esterilizador a Gas - "Sterivack" (Oxido Etileno)	06:47	07:15	28	Equipo al encender presenta mensaje de error 11 "no hay aire comprimido"	Compresor apagado o vías de aire comprimido con fugas	Verificar si el compresor este prendido y si el manómetro de paso de aire comprimido indica una presión de aire mayor a 80 psi, reportar al personal técnico.

4	27/08/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	15:54	16:16	22	Equipo durante el ciclo de esterilización presenta el mensaje de aviso numero 12 (fallo en suministro de agua)	Usuario al haber accionado el ciclo de esterilización, el equipo no contaba con el mínimo nivel de agua o presión mínima de agua para su realización.	Verificar presión de manómetro de agua, verificar que el equipo no haya sido accionado cuando el nivel de agua está por debajo del mínimo. reiniciar y esperar a que cumpla.
5	31/08/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	08:58	09:37	39	Equipo en pleno ciclo, presenta el mensaje de aviso numero 12 (fallo en suministro de agua)	Equipo al iniciar ciclo no cuenta con el mínimo nivel de agua para esterilizar o presión mínima	Verificar el nivel de agua y presión de agua en el manómetro del equipo, llamar al personal técnico, y verificar si hay agua en la central de esterilización.
6	3/09/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	09:21	09:49	28	equipo no enciende	falta de suministro de energía eléctrica	Verificar suministro de energía, verificar y verificar tablero, manipular llave térmica correspondiente al esterilizador a fin de restablecer el suministro eléctrico, llamar al personal técnico.
7	7/09/2022	Esterilizador a Vapor "Matachana"	09:50	10:21	31	puerta atascada no cierra	Entrampamiento de empaque (junta) de puerta	Verificar el atascamiento por empaque, retirar el empaque de la puerta del esterilizador, realizar limpieza toda la superficie de la puerta y limpieza al empaque, volver a colocar el empaque y cerrar puerta.