



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Mantenimiento de esterilizador a vapor del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Centro, 2026

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Frank Michael HIDALGO ARIAS

ASESOR

Mg. Juan Francisco TISZA CONTRERAS

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Hidalgo, F. (2026). *Mantenimiento de esterilizador a vapor del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Centro, 2026*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Frank Michael Hidalgo Arias
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71031831
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Juan Francisco Tisza Contreras
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08596442
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2548-2686
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Elias Moscoso Sanchez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07206008
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Wilbert Chavez Irazabal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08121733
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Franklin Alfredo Cabezas Huerta
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	43809849
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.6.3 Instrumentación Biomédica
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: IREN CENTRO Pais: Peru Departamento: Junin Provincia : Concepcion Distrito: Concepcion Latitud: -11.90511 Longitud: -75.32566
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2025 – Marzo 2026
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Ingeniería médica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.06.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



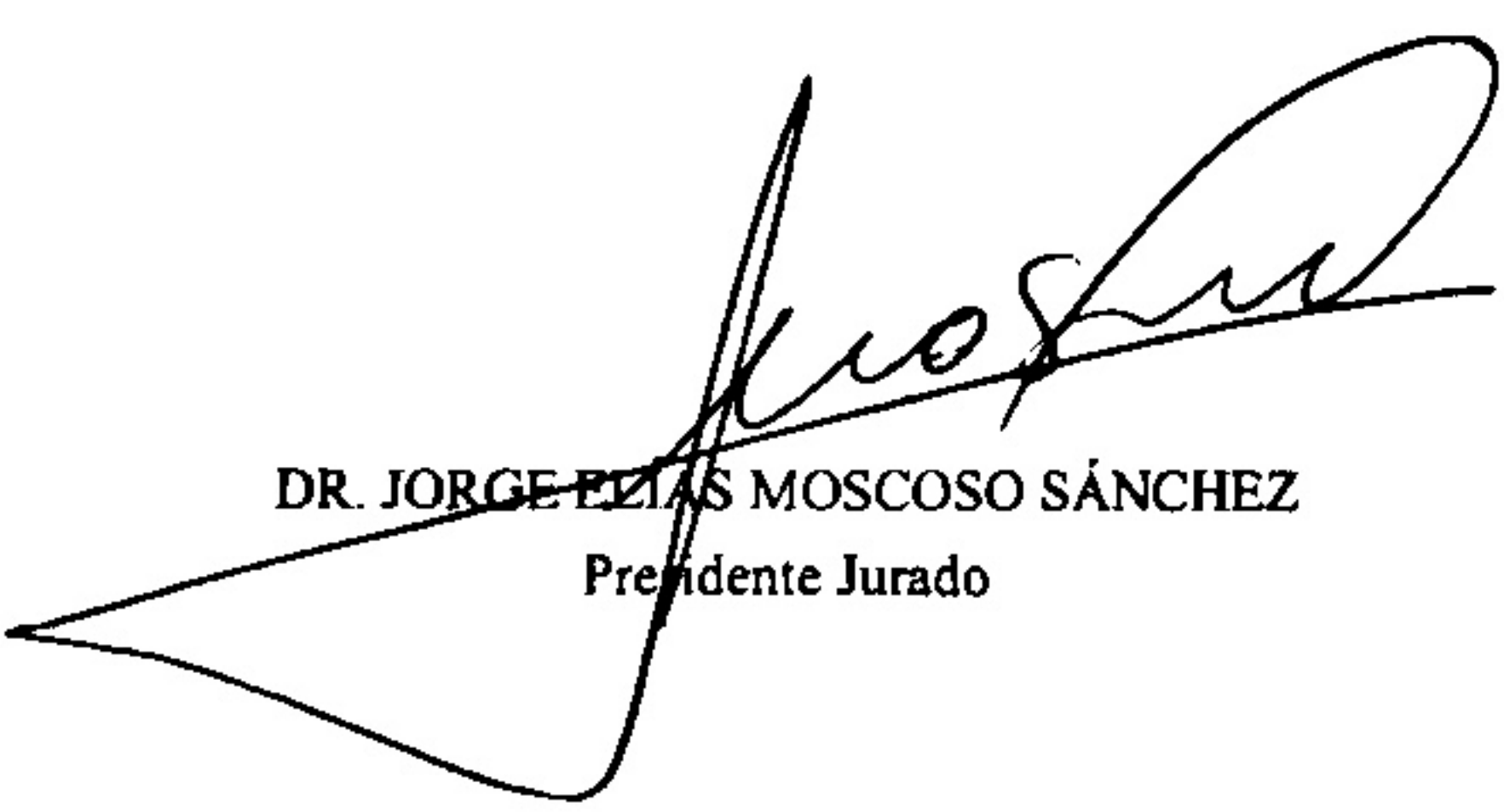
ACTA DE SUSTENTACIÓN
TRABAJO DE
SUFICIENCIA PROFESIONAL
ACTA N°43/FIEE-PPP/2026

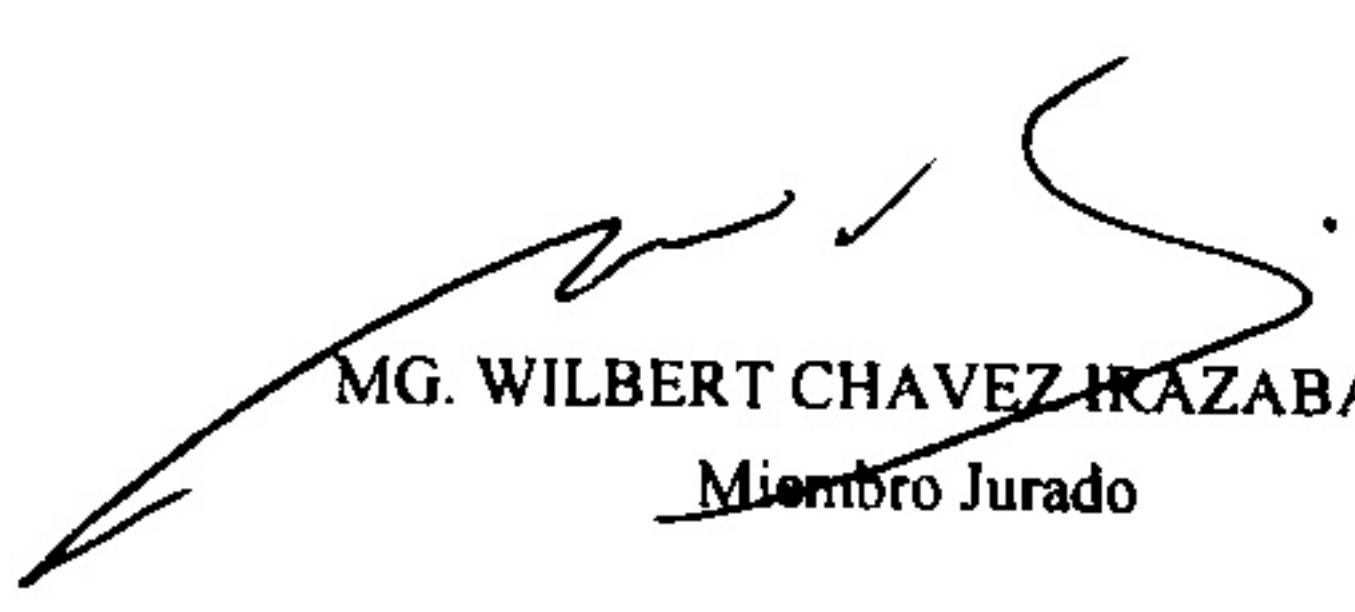
Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 26 de Junio del 2026, como presidente de Jurado el **DR. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ**, integrado por el Miembro de Jurado el **MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL**, el Miembro de Jurado el **DR. FRANKLIN ALFREDO CABEZAS HUERTA** y Miembro Asesor el **MG. JUAN FRANCISCO TISZA CONTRERAS**.

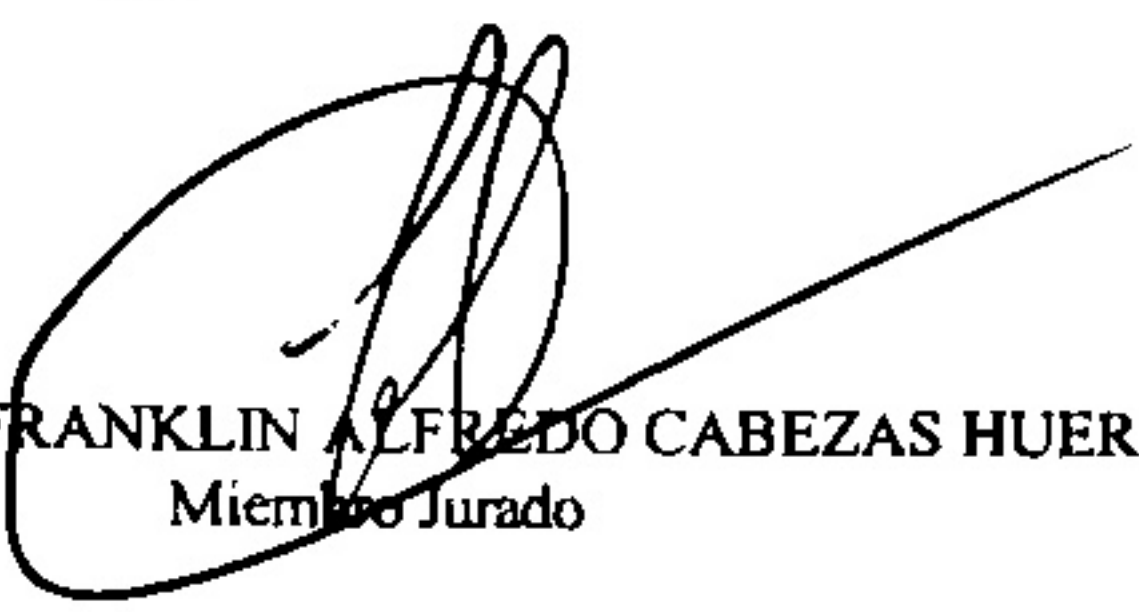
Después de escuchar la Sustentación Presencial del Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller **FRANK MICHAEL HIDALGO ARIAS** con código 10190239 que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **MANTENIMIENTO DE ESTERILIZADOR A VAPOR DEL INSTITUTO REGIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS DEL CENTRO, 2026**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió otorgarle el calificativo de 14 (catorce).

Ciudad Universitaria, 26 de junio del 2026


DR. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ
Presidente Jurado


MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL
Miembro Jurado


DR. FRANKLIN ALFREDO CABEZAS HUERTA
Miembro Jurado


MG. JUAN FRANCISCO TISZA CONTRERAS
Miembro Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **JUAN FRANCISCO TISZA CONTRERAS** en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N°45/FIEE-PPP/2026 del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **MANTENIMIENTO DE ESTERILIZADOR A VAPOR DEL INSTITUTO REGIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS DEL CENTRO, 2026** ., presentado por el bachiller **FRANK MICHAEL HIDALGO ARIAS**, para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 15% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de Ingeniero Electrónico.

Lima, 26 de Junio del 2026

Firma del Asesor

DNI:

08596442

Nombres y apellidos del asesor:

JUAN FRANCISCO TISZA CONTRERAS

DEDICATORIA

A mi alma mater, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que me brindó los conocimientos, valores y herramientas necesarias para mi formación profesional.

Gracias a su excelencia académica y al apoyo de sus docentes, fue posible fortalecer mis capacidades y desarrollar la presente investigación, contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento académico y personal.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional. Gracias por ser mi principal motivación, por sus enseñanzas, sacrificios y confianza permanente en cada etapa de mi vida. Este logro también les pertenece a ustedes, por haberme impulsado siempre a seguir adelante y alcanzar mis metas.

RESUMEN

El funcionamiento del equipo biomédico esterilizador a vapor resulta fundamental en la unidad de central de esterilización del IREN Centro, ya que este servicio es responsable de procesar, limpiar, desinfectar, preparar, esterilizar y almacenar el instrumental y material médico reutilizable, contribuyendo directamente a la seguridad del paciente.

En este contexto, se identificó la necesidad de describir los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo para el esterilizador a vapor.

El objetivo de la investigación fue describir los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo del esterilizador a vapor durante el año 2026.

La metodología incluyó la revisión del manual técnico, normas de esterilización y registros de fallas históricas, así como la elaboración de un cronograma de actividades periódicas de inspección, limpieza, calibración y pruebas de control.

Los resultados esperados comprenden la disminución de fallas, incremento de confiabilidad del proceso de esterilización y la prolongación de la vida útil del equipo.

Se concluye que la descripción de protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo constituye una herramienta importante para reducir fallas operativas y garantizar la disponibilidad del equipo.

Palabras clave: Esterilizador a vapor, equipo biomédico, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, seguridad del paciente

ABSTRACT

The operation of the biomedical steam sterilizer is essential in the Central Sterilization Unit of IREN Centro, as this service is responsible for processing, cleaning, disinfecting, preparing, sterilizing, and storing reusable medical instruments and materials, thereby directly contributing to patient safety.

In this context, the need was identified to describe the preventive and corrective maintenance protocols for the steam sterilizer.

The objective of the research was to describe the preventive and corrective maintenance protocols of the steam sterilizer during the year 2026.

The methodology included the review of the technical manual, sterilization standards, and historical failure records, as well as the development of a schedule of periodic activities for inspection, cleaning, calibration, and control testing.

The expected results include a reduction in failures, increased reliability of the sterilization process, and an extension of the equipment's service life.

It is concluded that the description of preventive and corrective maintenance protocols constitutes an important tool to reduce operational failures and ensure equipment availability.

Keywords: Steam sterilizer, biomedical equipment, preventive maintenance, corrective maintenance, patient safety

ÍNDICE GENERAL

CARATULA	I
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	13
2.1 Institución – Actividad que desarrolla	13
2.2 Periodo de duración de la actividad.	13
2.3.1 Finalidad	13
2.3.2 Objetivos	13
2.3.3 Organigrama	14
2.4 Razón social	14
2.5 Dirección postal	14
2.6 Nombre y correo electrónico del profesional a cargo	15
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	16
3.1 Organización de la actividad	16
3.2 Finalidad y Objetivos de la Actividad	16
3.2.1 Finalidad	16
3.2.2 Objetivos	16
3.2.2.1 Objetivo General	16
3.2.2.2 Objetivo Específicos	17
3.3 Problemática	17
3.3.1 Problema General	17
3.3.2 Problemas Específicos	17
3.3.3 Justificación e importancia de la investigación	18

3.4 Metodología	19
3.4.1 Bases Teóricas	19
3.4.1.1 Antecedentes Nacionales	19
3.4.1.2 Antecedentes Internacionales	21
3.4.2 Marco conceptual	22
3.5 Procedimiento	38
3.5.1 Tipo de Investigación	38
3.5.2 Población y Muestra	38
3.5.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	39
3.5.4 Mantenimiento de Esterilizador a Vapor	40
3.5.5 Mantenimiento Preventivo	40
3.5.6 Mantenimiento Correctivo	46
3.5.7 Instrumentos de Medición y Calibración	47
3.5.8 Herramientas	47
3.5.9 Equipos y Materiales de Limpieza	47
3.5.10 Equipos de Seguridad Personal	48
3.5.11 Documentación Técnica y Apoyo	48
3.6 Resultados de la actividad	48
CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66
4.1 Descripción de la implementación	66
4.2 Evaluación económica	66
CAPITULO V: CONCLUSIONES	67
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	68
CAPITULO VII: REFERENCIAS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de IREN Centro.	14
Figura 2 Parámetros observables en pantalla digital de equipo.	25
Figura 3 Parámetros observables en impresión de equipo.	25
Figura 4 Testigo de Bowie & Dick.	26
Figura 5 Incubadora Convencional.	26
Figura 6 Esterilizador a vapor marca MATACHANA modelo SC500.	27
Figura 7 Sistema de osmosis Inversa para suministro de generador de vapor.	28
Figura 8 Cámara de esterilizador a vapor.	29
Figura 9 Generador a Vapor.	30
Figura 10 Sistema de Aire Comprimido.	30
Figura 11 Menú selección de programa en pantalla digital.	31
Figura 12 Menú selección de test en pantalla digital.	32
Figura 13 Ejecutar test B&D en pantalla digital.	32
Figura 14 Ejecutar test de vacío.	33
Figura 15 Ejecutar precalentamiento en pantalla digital.	33
Figura 16 Esquema de fluidos de esterilizador a vapor.	34
Figura 17 Perfil de presión de programa de esterilización.	36
Figura 18 Plan de mantenimiento anual del equipamiento e infraestructura.	54
Figura 19 Cronograma de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos.	55
Figura 20 Orden de trabajo de mantenimiento IREN Centro.	55
Figura 21 Cartilla de control de mantenimiento IREN Centro.	56
Figura 22 Reporte impreso de programa de esterilización 134°C.	57
Figura 23 Reporte impreso de programa de esterilización 121°C.	58
Figura 24 Reporte impreso de test Bowie & Dick.	59
Figura 25 Reporte impreso de test de Vacío.	60
Figura 26 Sustitución de filtro de aire de igualación con impurezas.	61
Figura 27 Verificación de junta de puerta de cámara.	61

Figura 28 Reemplazo de junta de puerta de cámara.	62
Figura 29 Verificación de válvula de seguridad de generador de vapor.	62
Figura 30 Verificación de funcionamiento de Impresora de esterilizador a vapor.	63
Figura 31 Sustitución de contactores de resistencia de generador a vapor.	63
Figura 32 Verificación de cableado, conexión y configuración de servidor de Datos.	64
Figura 33 Reemplazo de mangueras de sistema de aire comprimido.	64
Figura 34 Reemplazo de compresor de sistema de aire comprimido.	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de esterilización.	24
Tabla 2. Datos de cámara.	29
Tabla 3. Datos de suministro de generador de vapor.	29
Tabla 4. Datos de suministro de aire comprimido.	30
Tabla 5. Datos de programas de esterilización.	31
Tabla 6. Datos de programas de test.	32
Tabla 7. Datos de ciclos automáticos.	34
Tabla 8. Protocolo de mantenimiento preventivo diario.	48
Tabla 9. Protocolo de mantenimiento preventivo semanal.	49
Tabla 10. Protocolo de mantenimiento preventivo semestral.	50
Tabla 11. Protocolo de mantenimiento preventivo anual.	51
Tabla 12. Protocolo de mantenimiento correctivo.	51

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivos del informe

La esterilización del instrumental y material médico reutilizable es un proceso fundamental, ya que garantiza la eliminación de microorganismos y previene infecciones asociadas al contacto del paciente; la esterilización mediante vapor es el método más utilizado en la unidad de central de esterilización de los hospitales debido a su alta eficacia, rapidez y compatibilidad.

El correcto funcionamiento del esterilizador a vapor obedece a la adecuada y oportuna ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo, una esterilización deficiente del instrumental y material médico es un riesgo significativo para la salud de los pacientes.

Las fallas más comunes del esterilizador a vapor son consecuencia de la ausencia de protocolos estandarizados, recursos técnicos limitados o escasa capacitación del personal encargado; esta situación motiva la necesidad de realizar un análisis detallado del mantenimiento de esterilizador a vapor y proponer medidas que aseguren su funcionamiento y prolongue la vida útil del equipo.

1.2 Estructura del informe

El presente trabajo de suficiencia profesional fue elaborado en cumplimiento de la directiva general establecida, conformada por siete capítulos. El segundo capítulo expone información de la institución donde se realizó la experiencia profesional. En el tercer capítulo se expone el objetivo principal y los objetivos

específicos, se plantea el problema general y los problemas específicos, además se describe la metodología y los protocolos de mantenimiento del equipo biomédico esterilizador a vapor de la marca MATACHANA modelo SC500. En el cuarto capítulo se describen las experiencias adquiridas en la institución donde se desarrolló la investigación, y finalmente en el capítulo cinco se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO II:

INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1 Institución – Actividad que desarrolla

Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Centro - IREN Centro.

2.2 Periodo de duración de la actividad

La actividad fue realizada desde el mes de setiembre de 2025 hasta marzo de 2026.

2.3 Finalidad y objetivos de la entidad

2.3.1 Finalidad

Diagnosticar, tratar e investigar enfermedades neoplásicas en la región centro del Perú, priorizando la atención integral de los pacientes con escasos recursos económicos. Además, el IREN Centro participa en actividades académicas e investigación, incluyendo la formación de profesionales de la salud.

2.3.2 Objetivos

Detectar, tratar y monitorear las enfermedades oncológicas aplicando trabajos de prevención, promoción y control de la salud para beneficio de la población de la región central del Perú.

Mejorar el acceso a la atención oncológica, conforme a las necesidades de la población de la macro región centro del país con equidad y calidez, priorizando a las personas de escasos recursos económicos.

Alcanzar el liderazgo en el ámbito oncológico enfocado en la investigación, docencia y aplicación de innovaciones científicas.

Promover una cultura de salud en la población.

2.3.3 Organigrama

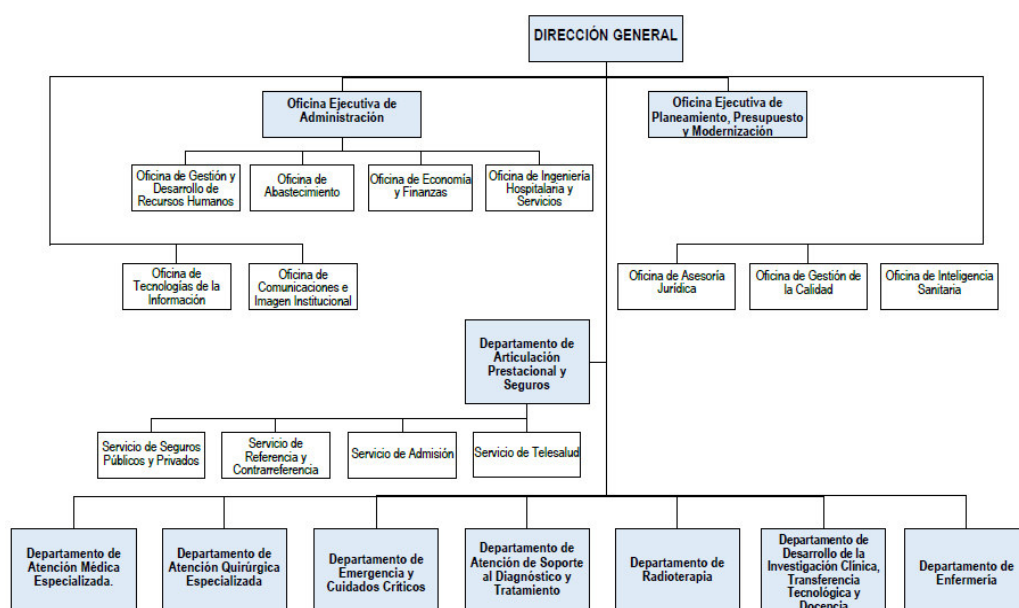


Figura 1 Organigrama de IREN Centro. Fuente. Elaboración propia

2.4 Razón social

Instituto Regional De Enfermedades Neoplásicas Del Centro – IREN Centro

RUC 20608738593

2.5 Dirección postal

Av. Progreso N° 1235 – 1237, Concepción, 12731 Junín – Perú.

2.6 Nombre y correo electrónico del profesional a cargo

La investigación fue realizada en IREN Centro, siendo el responsable de la Oficina de Ingeniería Hospitalaria, el Ing. Richard Laureano Molina con correo electrónico RICHARDLAUREANO2019@gmail.com

}

CAPITULO III:

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

Debido a la importancia que tiene el esterilizador a vapor para el proceso de esterilización de instrumental y material médico en la unidad de central de esterilización del IREN Centro, se debe priorizar su disponibilidad todo el tiempo mediante un efectivo mantenimiento correctivo y oportuno mantenimiento preventivo.

3.2 Finalidad y Objetivos de la Actividad

3.2.1 Finalidad

Contribuir al aseguramiento del funcionamiento eficiente, seguro y continuo del esterilizador a vapor mediante la ejecución efectiva de los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo, que garantice la calidad del proceso de esterilización y la seguridad del paciente en la unidad de central de esterilización del IREN Centro.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 Objetivo General

Describir los protocolos para ejecutar el mantenimiento de un esterilizador a vapor y las experiencias adquiridas de su aplicación.

3.2.2.2 Objetivo Específicos

Describir los protocolos para ejecutar el mantenimiento preventivo de un esterilizador a vapor.

Describir los protocolos para ejecutar el mantenimiento correctivo de un esterilizador a vapor.

Describir las experiencias adquiridas de la aplicación de protocolos.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿Cuáles son los protocolos para ejecutar el mantenimiento de un esterilizador a vapor y cuáles son las experiencias adquiridas a partir de su aplicación?

3.3.2 Problemas Específicos

¿Cuáles son protocolos para ejecutar el mantenimiento preventivo de un esterilizador a vapor?

¿Cuáles son protocolos para ejecutar el mantenimiento correctivo de un esterilizador a vapor?

¿Cuáles son las experiencias adquiridas a partir de la aplicación de los protocolos de mantenimiento?

3.3.3 Justificación e importancia de la investigación

3.3.3.1 Justificación por Conveniencia

La presente investigación se considera conveniente debido a que responde a la necesidad del hospital de mantener la operatividad continua y confiable del esterilizador a vapor, equipo esencial para el procesamiento de instrumental y médico.

3.3.3.2 Justificación social

La presente investigación posee una alta relevancia social, ya que el adecuado funcionamiento del esterilizador a vapor garantiza que el instrumental y material médico utilizados en la atención de los pacientes estén completamente libres de microorganismos. Esto contribuye directamente a la seguridad del paciente, reduciendo el riesgo de infecciones y mejorando la calidad del servicio brindado.

3.3.3.3 Justificación Práctica

La presente investigación tiene una justificación práctica, ya que permitirá aplicar los conocimientos teóricos y técnicos de mantenimiento en un equipo biomédico esencial como el esterilizador a vapor. A través de la ejecución de protocolos de mantenimiento se busca optimizar el funcionamiento del equipo, reducir tiempos de inactividad y asegurar la continuidad de los procesos fundamentales de esterilización dentro del IREN centro en la unidad de central de esterilización.

3.3.3.4 Justificación Teórica

La presente investigación contribuye al desarrollo del conocimiento técnico al integrar conceptos de mantenimiento adaptándolos a las condiciones específicas del entorno hospitalario. Además, permite validar la importancia de los protocolos demostrando teóricamente su impacto en la eficiencia, seguridad y vida útil.

3.3.3.5 Justificación Económica

La presente investigación señala que la ejecución de protocolos de mantenimiento en el esterilizador a vapor representa una estrategia económicamente viable y sostenible para el hospital, al anticipar y corregir posibles fallas antes de que se conviertan en averías mayores, se logra reducir los costos de reparación correctiva, disminuir el tiempo de inoperatividad del

equipo y evitar la necesidad de reemplazos prematuros de componentes costosos.

3.4 Metodología

Es de tipo descriptivo, ya que se enfoca en describir los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo del esterilizador a vapor, basándose en la información técnica proporcionada por el fabricante, manual técnico, normas nacionales e internacionales y las guías de mantenimiento biomédico, y además describir la experiencia adquirida a partir de la aplicación de protocolos.

3.4.1 Bases Teóricas

3.4.1.1 Antecedentes Nacionales

Bernedo, E. (2024) en su trabajo académico indica que la adecuada práctica del proceso de esterilización a vapor debe considerar los agentes: tiempo, temperatura, humedad, eliminación del aire y secado. En términos generales, el proceso de esterilización a vapor se realiza de manera rápida, efectiva, con total accesibilidad, facilidad para ejercer el control, no presente toxicidad y es de bajo costo. Además, para darle mayor seguridad a los procedimientos y que los productos puedan ser totalmente esterilizados, cada etapa del proceso a efectuar debe tener la validez de una serie de indicadores que deben ser físico, químico y biológico, que comprueben y confirmen la esterilización.

Espinoza, D. (2023) en su tesis indica que el mantenimiento de equipos biomédicos implica realizar inspecciones regulares, limpieza adecuada y calibración precisa siguiendo las recomendaciones del fabricante. Esto asegura un funcionamiento seguro y eficiente, previene fallas, garantiza resultados precisos y prolonga la vida útil del equipo. Además, el personal debe recibir capacitación para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de manera adecuada, y se debe documentar todas las actividades.

Huamani, L. (2021) señala lo siguiente Las autoclaves son el núcleo de cualquier centro hospitalario, son estos equipos los encargados de garantizar la esterilidad de los materiales utilizados en todo el hospital como: instrumental quirúrgico, accesorios de equipos Biomédicos, textil de Sala de operaciones, entre otros. Para garantizar la esterilidad del proceso y de los paquetes involucrados, se usan diversos indicadores biológicos y químicos.

Huacchillo, J. (2021) indica que el tener una buena gestión y coordinación para realizar el plan de mantenimiento para equipos biomédicos, reduce las fallas, establece constancia en la operación de los equipos, extiende su vida útil y permite controlar los riesgos clínicos inherentes a su utilización en pacientes. Éste, debe realizarse de forma periódica, según dispongan las recomendaciones de los fabricantes y los recursos con los que cuenta el establecimiento.

Lopez, J. (2024) La elaboración de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo, ayudará a mantener en funcionamiento los equipos biomédicos del Hospital Belén de Trujillo, ya que aportará a llevar mayor control de los periodos en los que se debe realizar cada tipo de mantenimiento

3.4.1.2 Antecedentes Internacionales

Flores, A. (2021) indica que el desarrollo en el área de la salud siempre ha sido un elemento indispensable para que nuestra sociedad crezca a lo largo de los años, incrementando la esperanza de vida de la población, siendo uno de los factores principales la sanidad e higiene. Los cirujanos cada día realizan procedimientos de mayor complejidad y para evitar uno de los problemas más grandes que existe que son infecciones mediante virus, bacterias y hongos es necesario la esterilización y desinfección del ambiente, los materiales y el personal en contacto con el paciente.

Morales, F. (2020) dice la importancia de realizar un trabajo de análisis sobre el tipo de mantenimiento que se está generando a equipos que necesitan

caracterizarse por tener un alto grado de confianza. El realizar un trabajo de estas características busca asegurar un buen desempeño de herramientas que están constantemente vinculadas a la recuperación de pacientes de alto riesgo, así como otras claves para el funcionamiento del equipo.

Casallas, J. (2022) La esterilización y secado es uno de los procesos indispensables en las entidades prestadoras de servicios de salud. En la actualidad el método más utilizado es el calor húmedo por ser el más efectivo, económico y rápido, realizado en un equipo biomédico de apoyo llamado autoclave a vapor, que a través de una exposición térmica y presión elevadas elimina los microorganismos que se encuentran en los materiales a esterilizar, en la industria, se encuentra autoclaves manuales, automáticos y semiautomáticos, siendo las manuales las más adquiridas por su bajo costo pero a su vez son las más riesgosas debido a que en ocasiones, por el mal uso o descuido del operario, los elementos quedan infectados, en cuanto a las autoclaves automáticas son más confiables y minimizan la intervención humana en el proceso.

3.4.2 Marco conceptual

3.4.2.1 Esterilización

Es el proceso mediante el cual se eliminan microorganismos como bacterias, virus, hongos y esporas presentes en el instrumental y material médico que entran en contacto con el paciente y, en consecuencia, se garantiza la seguridad microbiológica.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la esterilización es una etapa fundamental dentro del ciclo de reprocesamiento de instrumental y material médico reutilizables y constituye una medida esencial para la prevención de infecciones.

3.4.2.2 Esterilización a vapor

Se realiza mediante la acción del vapor saturado bajo presión, el cual transfiere calor de manera eficiente provocando la coagulación y desnaturalización de proteínas de los microorganismos.

Este método es uno de los más utilizados en hospitales por su eficacia, rapidez y bajo costo, siendo ideal para instrumental y material médico reutilizable.

3.4.2.3 Equipo

Dispositivo conformado por una combinación de componente electrónicos y electricidad para realizar una tarea específica.

3.4.2.4 Equipo Biomédico

son equipos destinados a la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades, son esenciales en la atención medica mejorando la seguridad y cuidado del paciente.

3.4.2.5 Mantenimiento

Es el conjunto de actividades que se realizan sobre un equipo, y así, asegurar el correcto funcionamiento minimizando tiempos de inactividad y prolongando la vida útil.

3.4.2.6 Mantenimiento de Equipo Biomédico

Es el conjunto de actividades técnicas y administrativas orientadas a preservar o restablecer la funcionalidad de los equipos médicos, garantizando su seguridad, confiabilidad y disponibilidad operativa.

El mantenimiento de los equipos biomédicos tiene como finalidad asegurar que los dispositivos operen acorde a los parámetros de fabricación,

garantizando la seguridad del paciente, del personal de salud y la calidad del servicio asistencial (Ministerio de Salud del Perú, 2013).

3.4.2.7 Mantenimiento Preventivo

Conjunto de acciones programadas que se realizan para evitar fallas o deterioros, incluyen limpieza, lubricación, inspección visual, calibración y verificación de parámetros eléctricos, mecánicos y térmicos. Su ejecución se basa en los manuales del fabricante y en las fichas técnicas del equipo.

3.4.2.8 Mantenimiento Correctivo

Se aplica cuando el equipo presenta una falla o deja de funcionar correctamente, incluye el diagnóstico, reparación, sustitución de componentes y verificación funcional posterior; se debe realizar siguiendo los protocolos técnicos estandarizados y utilizando repuestos originales.

3.4.2.9 Esterilización Hospitalaria

En el ámbito hospitalario, la esterilización del instrumental y material médico constituyen un componente esencial para prevenir las infecciones asociadas a la atención en salud, las cuales representan un problema de seguridad del paciente a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud OMS, 2016).

3.4.2.10 Indicadores de Esterilización

Son herramientas de control que permiten verificar, registrar y garantizar que un ciclo de esterilización ha alcanzado las condiciones necesarias de tiempo, temperatura, presión y calidad de vapor.

Tabla 1 Indicadores de esterilización

Indicador	Descripción	Función	Frecuencia
Físicos	Parámetros registrados por los sensores del esterilizador: tiempo,	Confirmar que el equipo alcanzo los parámetros	En cada ciclo

	presión y temperatura.	programados.	
Químicos	Dispositivos que cambian de color al exponerse a condiciones de esterilización.	Verificar de manera visual y rápida que los paquetes o la cámara recibieron vapor en condiciones adecuadas.	En cada carga (Bowie & Dick)
Biológicos	Contienen esporas bacterianas resistentes que se incuban tras el ciclo.	Confirmar que el proceso elimino microorganismos resistentes.	Semanal y en validación de equipos

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

- **Indicador Físico:** Son los parámetros de temperatura, presión y tiempo de exposición registrados directamente por el equipo, y son observables en los registros impresos de los procesos concluidos.



Figura 2 Parámetros observables en pantalla digital de equipo. Fuente. Matachana Ltd. (2013)

RESUMEN DE PROCESO				
Fecha:	01-03-2012	08:51:01		Fecha y hora de impresión
Nombre:	Estándar 134 °C			Nombre del programa
Programa:	4			Nº de programa
Est. Num:	E-0090000002			Nº de serie del esterilizador
Version:	EH100002			Nº de versión del software
Operador:	María			Código del Operador
Proceso:	914			Nº del proceso (ciclo)
Lote:	45FGW5			Nº de lote (opcional)
Inicio:	01-03-2012	08:12:35		Fecha y hora de inicio del ciclo
Proc. duración:		00:38:26		Duración del ciclo
Ester. duración:		00:04:00		Duración de la fase de esterilización
Temp. mín. ester.:		134,4 °C		Temperatura mínima durante la fase de esterilización
Temp. máx. ester.:		134,6 °C		Temperatura máxima durante la fase de esterilización
Pres. mín. ester.:		303,2 kPa		Presión mínima durante la fase de esterilización
Pres. máx. ester.:		305,7 kPa		Presión máxima durante la fase de esterilización
F cámara:		231,1 min		Valor F cámara
F mín:		231,1 min		Valor F mínimo
F ref.:		121,0 °C		Temperatura de referencia para el cálculo de F
F Z:		10,0 °C		Valor de z para el cálculo de F
SIN INCIDENCIAS				
00:00:00	T 74,0 °C	P 102,1 kPa		Tiempo, temperatura y presión de la cámara en el inicio de cada fase
PROCESO EN MARCHA				Nombre de la fase
00:00:06	T 74,0 °C	P 102,3 kPa		
ESPERA REGULADOR VAPOR				
00:01:04	T 73,5 °C	P 102,4 kPa		
PREVACÍO				
00:05:38	T 98,6 °C	P 15,0 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:05:42	T 98,2 °C	P 67,9 kPa		
PREVACÍO				
00:06:42	T 94,2 °C	P 15,3 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:06:47	T 93,3 °C	P 69,4 kPa		
PREVACÍO				
00:07:07	T 88,6 °C	P 15,0 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:07:12	T 85,4 °C	P 70,4 kPa		
PREVACÍO				
00:07:25	T 85,5 °C	P 15,5 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:07:30	T 81,7 °C	P 69,5 kPa		
PREVACÍO				
00:07:42	T 84,1 °C	P 15,5 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:07:47	T 81,1 °C	P 69,0 kPa		
PREVACÍO				
00:07:59	T 84,2 °C	P 14,9 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:08:04	T 82,0 °C	P 68,8 kPa		
PREVACÍO				
00:08:17	T 84,9 °C	P 15,2 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:08:22	T 81,6 °C	P 69,0 kPa		
PREVACÍO				
00:08:35	T 82,9 °C	P 15,0 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:08:56	T 114,7 °C	P 176,5 kPa		
PREVACÍO				
00:09:13	T 102,4 °C	P 100,0 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:09:24	T 114,7 °C	P 178,5 kPa		
PREVACÍO				
00:09:41	T 102,1 °C	P 100,7 kPa		
INYECCIÓN VAPOR				
00:09:58	T 119,1 °C	P 197,4 kPa		
PREVACÍO				
00:10:16	T 104,1 °C	P 110,6 kPa		
CALENTAMIENTO				
00:22:13	T 134,6 °C	P 305,9 kPa		
ESTERILIZACIÓN				
00:26:13	T 134,6 °C	P 304,7 kPa		
DESVAPOORIZAR				
00:27:38	T 55,3 °C	P 15,1 kPa		
SECADO				
00:28:13	T 78,8 °C	P 3,3 kPa		
IGUALACIÓN				
00:28:13	T 75,8 °C	P 102,5 kPa		
FIN DE PROCESO				

Figura 3 Parámetros observables en impresión de equipo. Fuente. Matachana Ltd. (2013).

- **Indicador Químico:** son dispositivos que cambian de color al exponerse a condiciones de esterilización, para el esterilizador a vapor se usa el testigo de Bowie & Dick que consiste en hojas de papel apiladas y en el centro una tarjeta con tinta termoquímica sensible al vapor y a la temperatura.

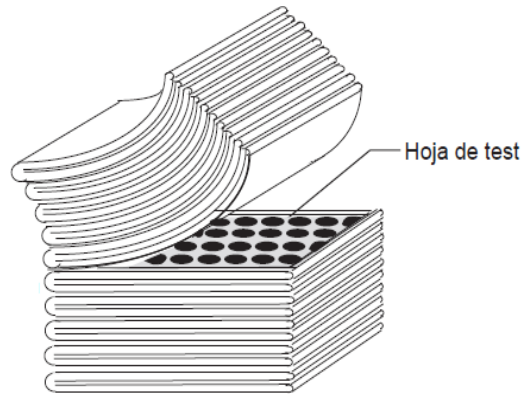


Figura 4 Testigo de Bowie & Dick. Fuente. Matachana Ltd. (2013).

- **Indicador Biológico:** Contienen esporas bacterianas de *geobacillus stearothermophilus*, resistentes al calor y vapor, que se incuban después del proceso de esterilización y funcionan como microorganismos de prueba.

Usualmente se usan incubadoras convencionales con un periodo de incubación de 24 a 48 horas, si finalizar el proceso se evidencia la inexistencia de bacterias se interpretará como un proceso de esterilización exitoso.



Figura 5 Incubadora Convencional. Fuente. Elaboración propia

3.4.2.11 Esterilizador

Es un equipo biomédico utilizado para eliminar eficazmente todos los microorganismos (hongos, bacterias, virus y esporas) encontrados en instrumental y material reutilizable, garantizando que posterior al proceso se presente completamente estéril para su uso en procedimientos quirúrgicos protegiendo la vida del paciente como del personal asistencial.

3.4.2.12 Esterilizador a Vapor

Es un equipo biomédico que utiliza vapor saturado bajo presión para realizar la esterilización de instrumental y material médico termosensible. Está conformado de componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos y software que cumplen el objetivo de automatizar, monitorear y controlar el proceso de esterilización, eliminando microorganismos a base de calor y humedad producida por el vapor saturado; la temperatura de trabajo de los esterilizadores a vapor suele ser de 121 °C o de 134 °C.



Figura 6 Esterilizador a vapor marca MATACHANA modelo SC500.

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

En el Perú, el MINSA clasifica a los esterilizadores a vapor dentro de los equipos biomédicos hospitalarios en la gestión de dispositivos médicos (R.M. N.º 546-2011/MINSA).

Los componentes y sistemas principales de un esterilizador a vapor:

- Sistema de osmosis inversa
- Cámara
- Generador de vapor
- Sistema de aire comprimido
- Sistema de vacío
- Sistema de control y monitoreo
- Válvulas y sensores
- Panel de mando

3.4.2.13 Sistema de Osmosis Inversa

Realiza el proceso físico químico de osmosis inversa para obtener agua osmotizada, en el cual se hace pasar a través de una membrana semipermeable que elimina la mayoría de las sales minerales, sólidos disueltos, metales y microorganismos, reduciendo significativamente su dureza, conductividad y contenido de sólidos disueltos. El uso de este tipo de agua es para prevenir la formación de sarro, disminución de corrosión interna, mejora la eficiencia térmica y prolonga la vida útil del equipo.



Figura 7 **Sistema de osmosis Inversa para suministro de generador de vapor.** Fuente. Elaboración propia

3.4.2.14 Cámara

Es el recinto principal donde ocurre el proceso de esterilización del instrumental y material médico, está fabricado en acero inoxidable para resistir presión, temperatura y la acción del vapor.

Tabla 2 Datos de cámara

N°	Parámetro	Cantidad	Unidad
1	Presión máxima admisible	-1 a 3	Bar
2	Temperatura máxima admisible	150	°C
3	Volumen máximo admisible	578	L

Fuente. Matachana Ltd. (2013)



Figura 8 Cámara de esterilizador a vapor. Fuente. Elaboración propia

3.4.2.15 Generador de Vapor

Produce vapor saturado necesario para el proceso de esterilización, funciona transformando energía eléctrica en energía calorífica capaz de calentar agua osmotizada hasta su punto de ebullición, generando vapor limpio y controlado en presión, temperatura y caudal.

Tabla 3 Datos de suministro de generador de vapor

Nº	Parámetro	Cantidad	Unidad
1	Volumen	56	L
2	Superficie calorífica	0.5	M2
3	Potencia eléctrica	48	kW
4	Presión máxima admisible	3.3	bar
5	Temperatura máxima admisible	150	°C

Fuente. Matachana Ltd. (2013)



Figura 9 Generador a Vapor. Fuente. Elaboración propia

3.4.2.16 Sistema de Aire Comprimido

Proporciona aire comprimido que es necesario para accionar las válvulas neumáticas, los cilindros de puerta y presurizar las juntas de puerta de cámara.

Tabla 4 Datos de suministro de aire comprimido

Nº	Parámetro	Cantidad	Unidad
1	Presión de suministro	5 - 7	Bar
2	Caudal	0.35	Nm3/min
3	Consumo por ciclo	0.8	Nm3

Fuente. Matachana Ltd. (2013)



Figura 10 **Sistema de Aire Comprimido.** Fuente. Elaboración propia

3.4.2.17 Programas de Esterilización

Los programas de esterilización son los ciclos predefinidos que regulan automáticamente los parámetros críticos: temperatura, presión, tiempo y caudal de vapor, de acuerdo al tipo de material a esterilizar. Cada programa está diseñado para asegurar que se alcancen las condiciones necesarias para la eliminación de microorganismos, siguiendo normas internacionales ISO 17665 y AAMI ST79.

Tabla 5 **Datos de programas de esterilización**

N°	Programa	Temperatura de exposición (°C)	Tiempo (min)
1	Estándar 121 °C	121	20
2	Estándar 134 °C	134	5
3	Contenedores	134	7
4	Líquidos	121	22

Fuente. Matachana Ltd. (2013)



Figura 11 **Menú selección de programa en pantalla digital.** Fuente. Matachana Ltd. (2013).

3.4.2.18 Programas de Test

Permiten al operador verificar determinados aspectos del correcto funcionamiento del esterilizador y el proceso de esterilización, estos suelen ejecutarse antes de los programas de esterilización o después de determinadas operaciones de mantenimiento.

Tabla 6 **Datos de programas de test**

Nº	Programa	Temperatura de Exposición (°C)	Tiempo (min)
1	Test B&D	134	4
2	Test de vacío	--	10
3	Pre calentamiento	134	4

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

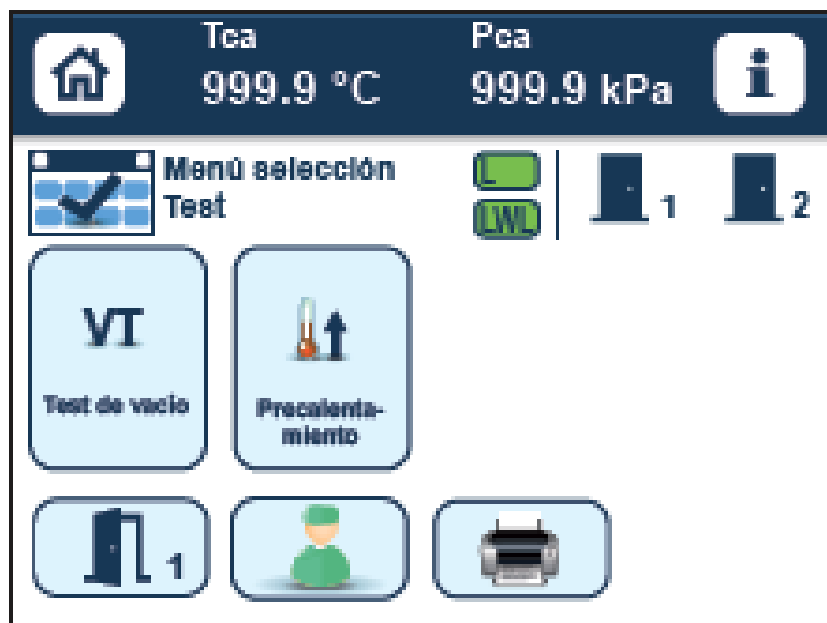


Figura 12 Menú selección de test en pantalla digital. Fuente. Matachana Ltd. (2013).

- **Test de Bowie & Dick (Test B&D):** Se emplea para verificar la operatividad optima del esterilizador a vapor, específicamente en su trabajo de extraer el aire de la cámara y lograr la efectiva penetración de vapor en la carga a esterilizar.

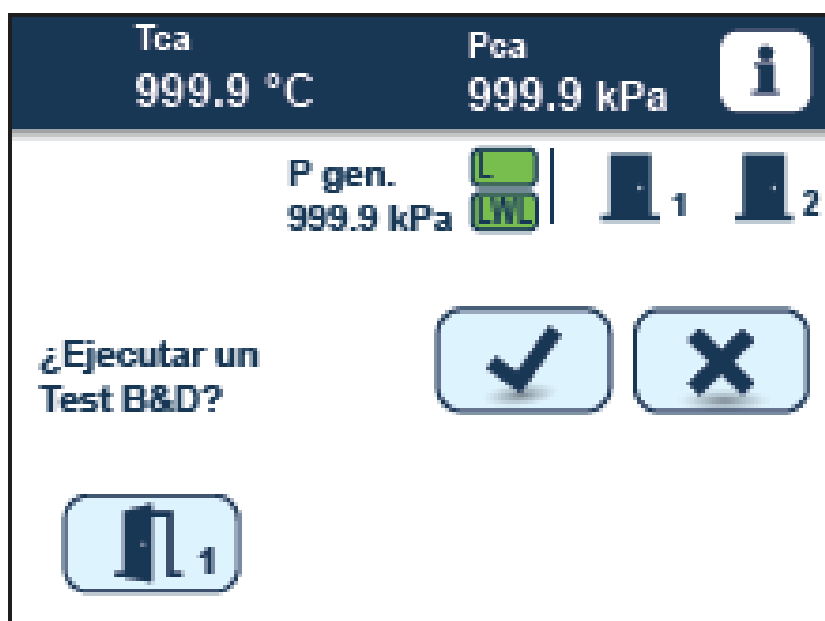


Figura 13 Ejecutar test B&D en pantalla digital. Fuente. Matachana Ltd., 2013

- **Test de vacío:** Se emplea para verificar posibles fugas en la cámara, principalmente después de reemplazar la junta de la puerta.

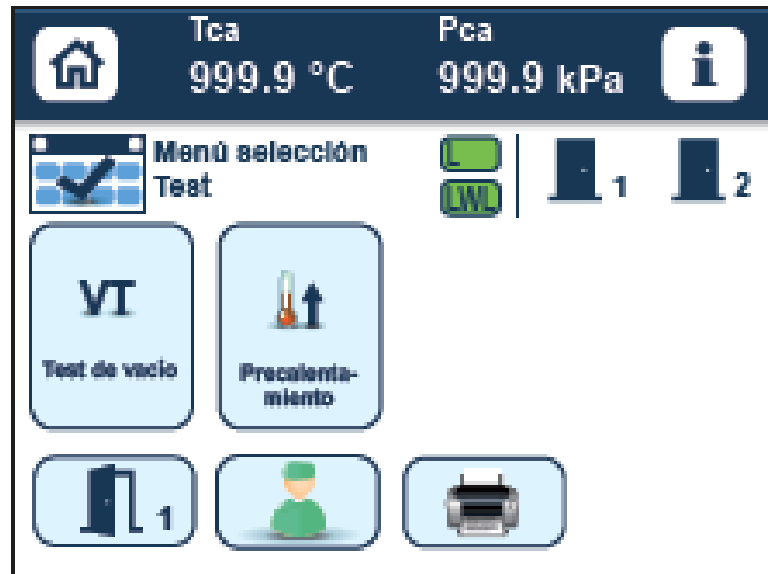


Figura 14 Ejecutar test de vacío. Fuente. Matachana Ltd., 2013

- **Precalentamiento:** Se emplea previo al inicio de los procesos de esterilización, precalentando la cámara y eliminando el aire residual retenido en los conductos y en la cámara.



Figura 15 Ejecutar precalentamiento en pantalla digital. Fuente. Matachana Ltd., 2013

3.4.2.19 Ciclos automáticos

Son las secuencias de procesos programadas en el sistema electrónico del equipo, que se ejecutan de forma controlada y sin intervención manual, para garantizar que cada fase de la esterilización se cumpla bajo los parámetros correctos de presión, temperatura, tiempo y caudal de vapor.

Tabla 7 Datos de ciclos automáticos

N°	Ciclo	Temperatura de exposición (°C)	Tiempo (min)
1	Acondicionamiento (eliminación de aire por vacío)	--	--
2	Exposición (ingreso y retención de vapor)	121°C / 134° °C	Según programa
3	Secado (extracción de humedad por vacío)	--	--

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

3.4.2.20 Funcionamiento del Esterilizador a Vapor

Su principio de funcionamiento se basa en la transferencia de calor, el vapor condensado libera gran cantidad de energía térmica al entrar en contacto con las superficies de los instrumentos, provocando la destrucción de estructuras celulares y esporas bacterianas (Matachana Group, 2021).

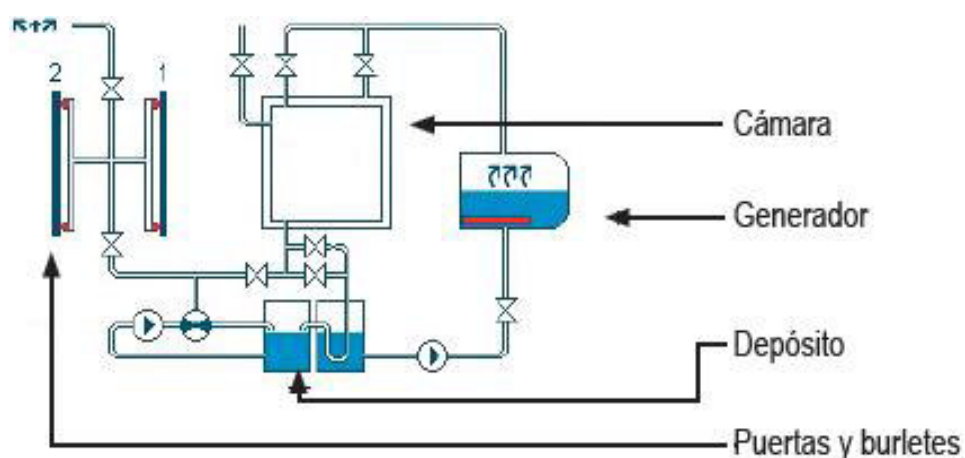


Figura 16 Esquema de fluidos de esterilizador a vapor. Fuente.

Matachana Ltd., 2013

El agua proveniente de la red pública contiene impurezas que pueden generar incrustaciones, corrosión y fallas en el generador. Debido a esto, antes de ingresar al esterilizador, el agua pasa por un sistema de tratamiento llamado osmosis inversa, es decir, atraviesa filtros de sedimentos, filtros de carbón activado y membranas semipermeables que retienen las impurezas y brindan como resultado agua tratada de allí pureza adecuada para la producción de vapor limpio.

El agua osmotizada es almacenada en un depósito y posteriormente ingresa al generador de vapor del esterilizador, esta misma tiene la tarea de calentar el agua hasta su punto de ebullición para producir vapor saturado bajo presión controlada. Este vapor generado debe mantener condiciones específicas de temperatura, humedad y presión para garantizar el proceso de esterilización.

El instrumental y material médico previamente lavado y empaquetado por el personal asistencial es colocado al interior de la cámara del esterilizador, la correcta distribución de la carga permite una adecuada circulación del vapor y evita zonas de sombra térmica.

Una vez iniciado el ciclo, el sistema de vacío se encarga de extraer el aire presente dentro de la cámara, ya que la presencia de aire impide el contacto directo del vapor con la carga.

Después de eliminar el aire de la cámara, el vapor proveniente del generador ingresa progresivamente hasta alcanzar la presión y temperatura programada, y poder penetrar profundamente la carga.

Cuando se alcanza los parámetros programados, inicia la fase de exposición y durante este periodo la temperatura y presión permanece constante logrando así la eliminación de microorganismos debido al vapor saturado a alta temperatura.

El equipo libera el vapor contenido al interior de la cámara mediante válvulas

de descarga controlada, disminuyéndola progresivamente hasta los valores de la presión atmosférica.

Se ejecuta nuevamente el sistema de vacío para secar la carga mediante la eliminación de la humedad residual presente en la cámara, este proceso de secado es importante para evitar una nueva contaminación de la carga durante su almacenamiento y transporte.

La cámara retorna a condiciones normales de presión atmosférica, el personal asistencial procede a la apertura controlada de la puerta del esterilizador a vapor.

3.4.2.21 Funcionamiento de Ciclo de Esterilización

Los programas de esterilización en su totalidad están conformados por etapas, los cuales al culminar satisfactoriamente según lo programado por el equipo garantizan una esterilización del instrumental y material médico.

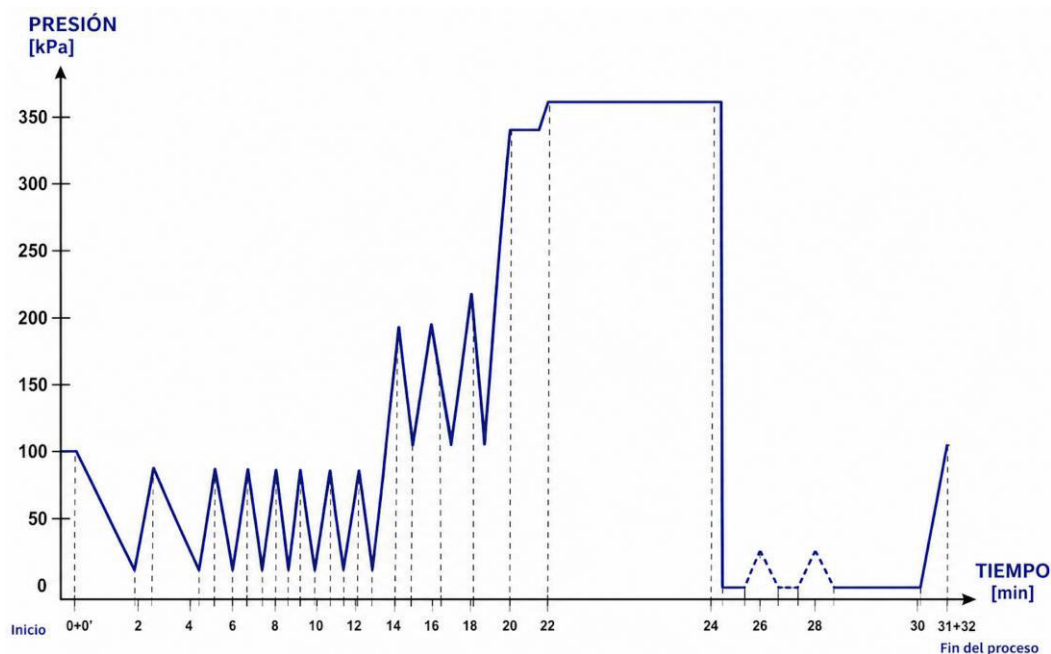


Figura 17 Perfil de presión de programa de esterilización. Fuente.

Matachana Ltd., 2013

Etapas de pulsos de vacío fraccionado: Al iniciar cada proceso el equipo realiza una serie de pulsos de vacío e introducciones de vapor con el fin de extraer aire de la cámara, calentar y ayudar a la introducción de vapor en el instrumental y material médico a esterilizar.

En la primera etapa del proceso de esterilización el equipo realiza pulsos de vacío e inyecciones de vapor por debajo de la presión atmosférica 101.3 kPa o también llamado pulsos subatmosféricos.

En la segunda etapa del proceso de esterilización el equipo realiza pulsos de vacío e inserciones de vapor por valores superiores a la presión atmosférica 101.3 kPa o también llamado pulsos hiperatmosféricos.

- **Etapas de Calentamiento:** El equipo permite un último ingreso de vapor saturado sostenido hasta lograr valores de presión y temperatura de esterilización.
- **Etapas de Mantenimiento de Presión:** El equipo mantiene una presión constante de vapor aproximadamente de 305 kPa en la etapa de esterilización, cuando se alcanza la temperatura de esterilización inicia el conteo del tiempo según el programa seleccionado.
- **Etapas de evacuación de vapor:** Después de culminar la fase de esterilización el equipo disminuye la presión de vapor en la cámara extrayéndola hasta el vacío de 10 kPa, posterior a esto inicia el proceso de secado.
- **Etapas de secado:** El equipo se mantiene ejecutando vacío en la cámara, secando así el instrumental y material médico esterilizado para su posterior uso en pacientes.
- **Etapas de igualación:** Al finalizar el proceso de secado el equipo permite mediante el filtro absoluto el ingreso de aire a la cámara igualando las

presiones de la cámara con la atmosférica, posterior a este proceso el equipo emite una señal acústica indicando el fin del ciclo del programa de esterilización.

3.5 Procedimiento

La ejecución del mantenimiento preventivo o correctivo de un esterilizador a vapor requiere identificar previamente la marca y el modelo del equipo, ya que estos determinan las especificaciones técnicas, el acceso a manuales de servicio, y la compatibilidad de componentes o repuestos.

3.5.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, porque se enfoca en detallar los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo, explicando paso a paso las actividades, recursos, herramientas y normas que intervienen en el proceso. No se manipulan variables ni se busca establecer relaciones de causa-efecto, sino observar, analizar y describir técnicamente cómo se realiza el mantenimiento conforme a los manuales de equipo, fichas técnicas y normas vigentes.

3.5.2 Población y Muestra

Población

La población de estudio está constituida por los equipos biomédicos pertenecientes a la Unidad de Central de Esterilización del IREN Centro, los cuales intervienen directamente en el proceso de limpieza, desinfección y esterilización de instrumentos y materiales médicos reutilizables.

Esta población incluye equipos como lavadoras ultrasónicas, lavadoras desinfectadoras, selladoras de bolsas, esterilizadores a vapor, esterilizadores de baja temperatura y carros de transporte de material estéril.

Muestra

La muestra está conformada por un (01) esterilizador a vapor, seleccionado intencionalmente por ser un equipo crítico y esencial en el proceso de esterilización de instrumental médico.

La elección se realizó mediante un muestreo no probabilístico intencional, ya que el equipo cumple con los siguientes criterios: es el principal medio de esterilización en la unidad, se encuentra en uso constante y requiere mantenimiento periódico, dispone de manual técnico, ficha técnica y registros de mantenimiento, su funcionamiento tiene impacto directo en la calidad del servicio y la seguridad del paciente.

3.5.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

- **Técnicas de recolección de datos**

Se usó la observación, ya que los datos se obtienen a través de los registros que son brindados por el propio equipo, además de los datos contenidos en el manual del fabricante, fichas técnicas, guías de mantenimiento y normas nacionales e internacionales.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Para la presente investigación se usó como instrumento las Ordenes de Trabajo de Mantenimiento (OTM), este instrumento es fiable y fue aprobado por la Oficina de Ingeniería Hospitalaria - IREN Centro.

3.5.4 Mantenimiento de Esterilizador a Vapor

El mantenimiento de un esterilizador a vapor es el conjunto de actividades técnicas, operativas y administrativas destinadas a preservar, optimizar y garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de este equipo biomédico,

utilizado para la esterilización de instrumental y material médico vapor saturado bajo presión.

Estas actividades comprenden tantas acciones preventivas, que buscan evitar la aparición de fallas o deterioros como acciones correctivas, orientadas a restaurar la operatividad del equipo cuando se presenta una avería o mal funcionamiento.

3.5.5 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo de un esterilizador a vapor está conformado por actividades fundamentadas en recomendaciones proporcionado por el fabricante recurriendo el manual del equipo.

3.5.5.1 Mantenimiento Preventivo Diario

Actividades por realizar:

- **Paredes Internas de la Cámara:** Verificar la limpieza de paredes y base de la cámara, de ser conveniente, retirar las partículas adheridas con trapo de microfibra.
- **Juntas de Puerta:** Verificar el estado de limpieza de juntas de puerta, de ser conveniente, retirar las partículas adheridas con trapo de microfibra
- **Filtro Desagüe:** Verificar el estado de filtro de desagüe, de ser conveniente, retirar las partículas adheridas con trapo de microfibra
- **Impresora:** Comprobar si la impresora contiene suficiente papel, el final del rollo de papel muestra una banda roja; de ser necesario, colocar un nuevo rollo de papel.
- **Eliminación del Aire:** Ejecutar el test de Bowie & Dick al inicio de cada

jornada, este proceso eliminara el aire contenido en la cámara.

- **Penetración de Vapor:** Ejecutar el test de Bowie & Dick al inicio de cada jornada, después de realizar el pre calentamiento y antes de empezar las actividades de esterilización.
- **Indicador Visual de Nivel de Agua:** Verificar la indicación de los niveles de agua del generador de vapor en la pantalla digital sea la correcta.
- **Manómetro Generador de Vapor:** Verificar el valor de presión del generador de vapor, debe señalar valores superiores a 1 bar e inferior a 2,7 bar.

3.5.5.2 Mantenimiento Preventivo Semanal

Actividades por realizar:

- **Interior de Cámara:** Limpiar el interior de la cámara con un trapo de microfibra humedecido.
- **Filtro de Desagüe:** Asegurar que el filtro de desagüe no contenga residuos, de ser necesario, limpiar repetidas veces con agua corriente y de ser necesario detergente neutro.
- **Juntas de Puerta:** Limpiar la zona expuesta de la junta de puerta usando trapo de microfibra húmedo.
- **Superficies Externas del Esterilizador:** Realizar la limpieza de las superficies del esterilizador usando trapo de microfibra húmedo, no usar detergentes químicos alcalinos o ácidos.
- **Hermeticidad del Sistema:** Realizar el Test de vacío con una frecuencia semanal para asegurar y documentar la operatividad del esterilizador, así asegurar la ausencia de fugas en el sistema.

- **Paro de Emergencia:** Revisar la operatividad del paro de emergencia, pulsar en la pantalla digital el icono de puerta para abrir o cerrar la puerta. Al presionar el paro de emergencia, el desplazamiento de la puerta se detendrá instantáneamente.
- **Barra de Seguridad de Puerta:** Verificar el proceso de apertura y cierre de la puerta, para tal efecto, pulsar el icono de puerta en la pantalla digital para abrirla o cerrarla; además, cerciorar que el desplazamiento de la puerta se detendrá tan pronto deje de pulsar el icono.
- **Control de Fugas:** verificar posibles fugas en tuberías de vapor, aire y agua en el esterilizador y en el generador de vapor.
- **Nivel Mínimo de Seguridad:** verificar en la pantalla digital la alarma “Nivel bajo generador”, esto después de vaciar el generador de vapor.
- **Suministro de Agua al Generador:** Comprobar la calidad de agua osmotizada que ingresa al generador a vapor, en caso presente valores de contaminantes superiores al límite, entonces, vaciar completamente el agua del generador.
- **Agua en el Interior del Recipiente:** verificar la presencia de impurezas en el agua osmotizada con los instrumentos correspondientes, de ser el caso vaciar el depósito, el generador debe purgarse al menos una vez por semana.

3.5.5.3 Mantenimiento Preventivo Semestral

Actividades por realizar:

- **Presostatos:** Revisar los presostatos y reemplazar de ser necesarios:
 - Presostato del suministro de agua tratada, 2 bar
 - Presostato del suministro de aire comprimido, 4 bar
 - Presostato del suministro de vapor externo, 1,5 bar

- Presostato de seguridad del generador vapor, 3 bar
- Presostato del suministro de agua, 1 bar
- Presostato de aire comprimido en las juntas de puerta, 3 bar
- Presostato de aire comprimido en la junta de puerta ZE, 3 bar
- Presostato de cámara para apertura de puertas, 0,2 bar
- Presostato del suministro de agua de enfriamiento externo, 1 bar

- **Depósitos de Agua:** Desocupar el agua y retirar suciedad los depósitos.

- **Cuadros Eléctricos:** Retirar suciedad con aire comprimido el interior de los tableros eléctricos.

- **Purgadores de Vapor:** Verificar y retirar suciedad de los purgadores de vapor:
 - Purgador de la recámara del detector de aire
 - Purgador del suministro de vapor
 - Purgador de recámara

- **Sensores de Puerta:** Verificar el ajuste y funcionamiento de los sensores:
 - Sensor puerta frontal mantenimiento puerta 1 (ZNE)
 - Sensor puerta frontal mantenimiento puerta 2 (ZE)
 - Sensor puerta cerrada 1 (ZNE)
 - Sensor puerta cerrada 2 (ZE)
 - Sensor puerta cerrada y bloqueada 1 (ZNE)
 - Sensor puerta cerrada y bloqueada 2 (ZE)

- **Bloqueo de Puerta de Cámara:** Comprobar el correcto funcionamiento de los elementos de seguridad que eviten que se pueda abrir la puerta cuando exista presión en cámara.

- **Filtros:** Desinstalar filtros y retirar suciedad de la malla usando agua corriente,

posterior a esto reinstalar cada filtro.

- **Cámara, Componentes y Conducciones:** Verificar la hermeticidad de la cámara, así como también de sus componentes y uniones de tuberías.
- **Junta de la Puerta:** Verificar y retirar la suciedad de la junta de puerta, después reinstalar la junta en su lugar, finalmente se realizará un test de vacío para verificar la hermeticidad de la cámara.
- **Guías de Puerta:** Las guías de la puerta de cámara se engrasará con grasa blanca resistente a temperaturas altas.
- **Compresor de Aire:** Limpiar el purgador de la línea de aire, sustituir el filtro silenciador de escape de la válvula de arranque del compresor y sustituir el filtro situado en la unidad de mantenimiento de aire.
- **Esterilizador:** verificar la continuidad y finalización de cada fase en todos los procesos de esterilización.
- **Presostato de Seguridad:** verificar el funcionamiento del presostato de seguridad de la cámara y del generador a vapor.
- **Depósito de Agua de Alimentación:** Realizar el vaciado y limpieza profunda de los depósitos de agua que ingresan al generador de vapor y a la bomba del sistema de vacío.

3.5.5.4 Mantenimiento Preventivo Anual

Actividades por realizar:

- **Válvulas:** Desmontar, limpiar y verificar las válvulas:
 - Válvulas de retención.

- Válvulas neumáticas.
- Válvulas de alivio.

- **Filtro de Aire Estéril:** Cambiar el filtro de aire estéril de igualación, no es necesario realizar limpieza.

- **Circuitos de Alimentación de Agua:** Inspeccionar, desinstalar y retirar suciedad de los conductos y componentes de suministro de agua.

- **Cilindros Neumáticos de Puerta:** Verificar y sustituir los cilindros neumáticos de puerta de cámara.

- **Juntas de Puerta:** Sustituir las juntas de puerta.

- **Válvulas de Seguridad de cámara:** Inspeccionar las válvulas de seguridad:
 - Válvula de seguridad de la cámara
 - Válvula de seguridad de la recámara
 - Válvula de seguridad del generador de vapor

- **Compresor de Aire:** Sustituir el kit de reparación del compresor de aire, verificar el presostato de la regulación de aire, comprobar el ajuste del temporizador, verificar el funcionamiento del sistema de alerta de fallo, asegurar las conexiones eléctricas de los componentes de potencia del circuito del compresor y verificar el correcto funcionamiento del compresor.

- **Esterilizador:** Calibrar los instrumentos indicadores de presión y temperatura.

- **Esterilizador:** Verificar que el equipo opera acorde a los valores de los parámetros fijados por el fabricante.

- **Válvula de Seguridad:** Verificar el funcionamiento de las válvulas de seguridad del esterilizador

- **Recipiente:** Vaciado del generador de vapor mediante la válvula de purga, posterior ingresar agua osmotizada hasta el nivel mínimo.
- **Generador de Vapor:** Inspeccionar de forma completa en funcionamiento del generador de vapor.
- **Contactores de las Resistencias:** Sustituir los contactores de las resistencias del generador de vapor.

3.5.6 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo del esterilizador a vapor comprende las intervenciones técnicas necesarias para reparar o reemplazar componentes averiados, restableciendo el funcionamiento óptimo del equipo conforme a las especificaciones del fabricante, garantizando la seguridad del proceso de esterilización y la disponibilidad del servicio hospitalario.

3.5.7 Instrumentos de Medición y Calibración

Estos permiten verificar que los parámetros del esterilizador (temperatura, presión y tiempo) cumplan con los valores establecidos por el fabricante:

- **Manómetro:** mide la presión interna del sistema.
- **Termómetro digital:** controla la temperatura del ciclo de esterilización.
- **Multímetro digital:** mide voltaje, corriente y resistencia de componentes eléctricos.
- **Pinza amperimétrica:** mide la corriente consumida por resistencias y motores.
- **Megóhmetro:** verifica el aislamiento eléctrico del sistema.
- **Temporizador:** controla la duración de los ciclos de esterilización.
- **Tacómetro digital:** mide la velocidad de bombas o motores.

3.5.8 Herramientas

- Juego de llaves
- Destornilladores
- Alicates
- Pinzas
- Llave inglesa
- Llave Allen

3.5.9 Equipos y Materiales de Limpieza

- Cepillos de cerdas suaves y metálicas
- Paños de microfibra
- Aire comprimido
- Alcohol isopropílico

3.5.10 Equipos de Seguridad Personal

- Lentes de seguridad
- Mascarilla o respirador
- Calzado de seguridad antideslizante
- Ropa de trabajo o bata antiestática

3.5.11 Documentación Técnica y Apoyo

- Manual del fabricante del esterilizador.
- Ficha técnica del equipo.
- OTM
- Kardex
- Normas técnicas

3.6 Resultados de la actividad

Se describe los protocolos de mantenimiento preventivo y correctivo, así como las experiencias adquiridas como personal técnico biomédico en la unidad de

central de esterilización del IREN Centro sustentadas en la aplicación de conocimientos de ingeniería electrónica adquiridos a lo largo de la carrera.

3.6.1 Protocolo de Mantenimiento Preventivo Diario

Tabla 8 Protocolo de mantenimiento preventivo diario

N°	Componente o Sistema	Inspección o Actividad	Periodicidad
1	Paredes de la cámara	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Diario
2	Juntas de puerta	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Diario
3	Filtro desagüe	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Diario
4	Impresora	Comprobar operatividad y verificar papel de impresora.	Diario
5	Eliminación del aire	Ejecutar test B&D.	Diario
6	Penetración del vapor	Ejecutar test B&D.	Diario
7	indicador visual de nivel de agua	Inspeccionar de manera visual nivel de agua.	Diario
8	Manómetro Generador de Vapor	Control visual de la presión.	Diario

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

3.6.2 Protocolo de Mantenimiento Preventivo Semanal

Tabla 9 Protocolo de mantenimiento preventivo semanal

N°	Componente o Sistema	Inspección o Actividad	Periodicidad
1	Interior de la cámara	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Semanal
2	Filtro del desagüe	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Semanal
3	Juntas de puerta	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Semanal
4	Superficies externas del esterilizador	Limpiar e inspeccionar de manera visual.	Semanal
5	Hermeticidad del sistema	Ejecutar test de vacío.	Semanal
6	Paro de emergencia	Verificar operatividad y funcionamiento.	Semanal
7	Barra de seguridad de puerta	Comprobar operatividad y verificar	Semanal

		funcionamiento.	
8	Control de fugas	Inspeccionar de manera visual la existencia de fugas.	Semanal
9	Nivel mínimo de seguridad	Verificar funcionamiento.	Semanal
10	Suministro de agua al generador	Verificar impurezas en el agua que ingresa al generador de vapor.	Semanal
11	Agua en el interior de depósitos	Verificar calidad del agua de depósitos.	Semanal

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

3.6.3 Protocolo de Mantenimiento Preventivo Semestral

Tabla 10. Protocolo de mantenimiento preventivo semestral

Nº	Componente o Sistema	Inspección o Actividad	Periodicidad
1	Presostatos	Revisar y ajustar si es necesario.	Semestral
2	Depósito de agua	Vaciar y limpiar.	Semestral
3	Cuadros eléctricos	Limpiar con aire comprimido.	Semestral
4	Purgadores de vapor	Revisar y limpiar.	Semestral
5	Sensores de puerta	Revisar y ajustar si es necesario.	Semestral
6	Bloqueo de la puerta de cámara	Verificar funcionamiento.	Semestral
7	Filtros	Revisar y limpiar.	Semestral
8	Cámara, componentes y conducciones	Verificar estanqueidad.	Semestral
9	Junta de la puerta	Verificar y sustituir en caso necesario.	Semestral
10	Guías de puerta	Engrasar y comprobar funcionamiento.	Semestral
11	Compresor de aire integrado	Limpiar purgador y sustituir filtros.	Semestral
12	Esterilizador	Verificar cambios de fase en todos los programas.	Semestral
13	Presostato de seguridad	Verificar funcionamiento.	Semestral
14	Depósito de agua de alimentación	Vaciar y limpiar.	Semestral

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

3.6.4 Protocolo de Mantenimiento Preventivo Anual

Tabla 11. Protocolo de mantenimiento preventivo anual

N°	Componente o Sistema	Inspección o Actividad	Periodicidad
1	Válvulas	Limpiar e inspeccionar.	Anual
2	Filtro de aire estéril	Sustituir.	Anual
3	Circuitos de alimentación de agua	Desmontar circuito y limpiar.	Anual
4	Cilindros neumáticos de puerta	Sustituir.	Anual
5	Junta de puerta	Sustituir.	Anual
6	Válvulas de seguridad de cámara	Verificar funcionamiento.	Anual
7	Compresor de aire	Revisar sistema completo.	Anual
8	Esterilizador	Verificar funcionamiento y calibrar.	Anual
9	Esterilizador	Realizar test de funcionamiento.	Anual
10	Válvula de seguridad	Verificar funcionamiento	Anual
11	Recipiente	Vaciar generador de vapor y limpiar.	Anual
12	Generador de vapor	Verificar funcionamiento y limpiar.	Anual
13	Contactores de las resistencias	Sustituir.	Anual

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

3.6.5 Protocolo de Mantenimiento Correctivo

Tabla 12 Protocolo de mantenimiento correctivo

N°	Aviso	Detalle o Causas Probables	Solución
-----------	--------------	-----------------------------------	-----------------

1	Fallo en tensión	Ha ocurrido interrupción en el suministro eléctrico al esterilizador.	Verificar suministro eléctrico / verificar conexiones eléctricas
2	Comunicación interrumpida PLC	La conexión de los componentes del dispositivo de control con el PLC presenta errores.	Verificar estado de módulos / Reiniciar sistema
3	Puerta zona no estéril abierta	Señal inexistente del sensor de puerta cerrada de la zona no estéril.	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor.
4	Puerta zona estéril abierta	Señal inexistente del sensor de puerta cerrada de la zona estéril.	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor.
5	Presión de cámara demasiado alta	La presión registrada en el interior de la cámara registrada por el sensor esta sobre los 360 kPa.	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor.
6	Presión de recámara demasiado alta	La presión registrada en el interior de la recámara registrada por el sensor esta sobre los 360 kPa	Verificar fuente de alimentación / Reemplace sensor.
7	Los datos del proceso no se pueden almacenar	Los archivos de datos del ciclo no se pueden guardar porque la tarjeta CF está defectuosa o no está insertada.	Verificar estado de tarjeta CF / Limpiar contactos
8	Fallo sensor presión cámara	La señal de entrada del sensor de presión de cámara P1 es inferior a 0,5 kPa, o falla la comunicación con el módulo de entradas analógicas correspondiente.	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor
9	Fallo sensor presión recámara	La señal de recepción del sensor de presión de cámara es inferior a 0,5 kPa,	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor
10	Fallo sensor temperatura	El sensor de temperatura de cámara lectura valores erróneos, o falla la comunicación con el módulo de entradas analógicas correspondiente.	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor
11	Presión baja burlete puerta	La presión en la junta de estanqueidad (burlete) de la puerta es insuficiente.	Verificar suministro de aire / Reemplazar junta
12	Error bomba de	La bomba del sistema de	Verificar fuente de

	vacío	vacío no lectura parámetros de funcionamiento.	alimentación / Reemplazar bomba de vacío
13	Fallo sensor temperatura depósito de agua	El sensor de temperatura del depósito de agua del sistema de vacío lectura valores superiores a 148 °C o inferiores a 1 °C.	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor
14	Fallo sensor de presión suministro vapor	La presión registrada por el sensor de presión del generador o del ingreso de vapor esta por debajo de 1 kPa	Verificar fuente de alimentación / Reemplazar sensor
15	Fallo suministro de vapor	Ingreso de vapor al esterilizador deficiente. La presión del ingreso de vapor al esterilizador está por debajo de 50 kPa o falla la comunicación con el módulo de entradas analógicas correspondiente.	Verificar posibles fugas / Verificar comunicación
16	Fallo suministro de agua	La presión del ingreso de agua al esterilizador está por debajo de 30 kPa.	Verificar posibles fugas / Verificar comunicación
17	Nivel bajo generador vapor	El nivel de agua en el generador se encuentra por debajo del mínimo de agua.	Verificar posibles fugas / Verificar suministro de agua
18	Error suministro aire comprimido	La presión en el ingreso de aire al esterilizador es menor a 4 bar.	Verificar posibles fugas / Verificar comunicación
19	Fallo en la conexión al servidor de datos	No existe comunicación con la carpeta compartida configurada CIFS o con el servidor FTP que almacena archivos de los ciclos ejecutados en el esterilizador.	Verificar cableado, conexión de red y configuración de dirección IP
20	Nivel bajo de agua sistema de vacío	No reconoce nivel de agua suficiente en el depósito del sistema de vacío por más de 3 minutos.	Verificar posibles fugas / Verificar ingreso de agua
21	Presión de generador demasiado alta	La presión registra por el sensor de presión del generador de vapor supera los 400 kPa.	Verificar funcionamiento de presostato de seguridad / Reemplazar presostato
22	Nivel control generador de	Aparece cuando los sensores de nivel que	Verificar funcionamiento de

vapor	dirigen el ingreso de agua al generador detectan condiciones contradictorias.	sensores Reemplazar sensores	/
-------	---	------------------------------------	---

Fuente. Matachana Ltd. (2013)

3.6.6 Plan de Mantenimiento Anual de Equipamiento e Infraestructura

El IREN Centro cuenta con este documento de gestión para el periodo 2026, este organiza y programa todas las actividades de mantenimiento que se realizarán, con el objetivo de asegurar su funcionamiento, prolongar la vida útil y reducir las fallas; contiene inventario de equipos, cronograma de mantenimiento preventivo, recursos, presupuesto e indicadores de cumplimiento.



Figura 18 Plan de mantenimiento anual del equipamiento e infraestructura IREN Centro. Fuente: Elaboración propia

[illegible]

Figura 20 Orden de trabajo de mantenimiento IREN Centro. Fuente: Elaboración propia

3.6.9 Cartilla de Control de Mantenimiento IREN Centro

La Cartilla de Control de Mantenimiento (KARDEX) es una herramienta de control que contiene información básica del equipo biomédico y el registro histórico de las intervenciones al equipo como mantenimientos preventivos y mantenimientos correctivos.

 CARTILLA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO			
EQUIPO			
MARCA		MODELO	
N° SERIE		N° PATRIM.	
UPSS		AMBIENTE	
FECHA DE INSTALACIÓN		TIPO DE EQUIPO	
TIPO DE MANTENIMIENTO	N° OTM	FECHA DE EJECUCIÓN	FIRMA Y SELLO DE EJECUTOR

Figura 21 Cartilla de control de mantenimiento IREN Centro. Fuente: Elaboración propia

3.6.10 Reporte de programa de esterilización Estandar 134°C

El reporte impreso por el equipo muestra el resumen del proceso de esterilización del programa ESTANDAR 134°C con los datos reales de los parámetros de esterilización: tiempo de esterilización 5 minutos 2 segundos, temperatura mínima de esterilización 134.6°C, temperatura máxima de esterilización 134.9°C, presión mínima de esterilización 310.2 kPa y presión máxima de esterilización 312.7kPa, es decir este reporte impreso es un indicador físico que el proceso de esterilización fue exitoso. Asimismo, el reporte muestra los parámetros reales de cada etapa del proceso de esterilización y señala que este culminó “SIN INCIDENCIAS”, es decir, no se presentaron fallos, errores ni alarmas durante su funcionamiento.

RESUMEN DE PROCESO	
Fecha	27-04-2020 10:18:47
Nombre	Estandar 134°C
Programa	4
Est. Num.	E-3000330566
Version	EH107001
	EH100_R042
Operador	
Proceso	10274
Inició:	26-04-2020 18:43:26
Proc. Duración:	00:42:20
Ester. Duración:	00:05:02
Temp. Min. Ester.:	134.6°C
Temp. Max. Ester.:	134.9°C
Pres. Min. Ester.:	310.2kPa
Pres. Max. Ester.:	312.7kPa
F. Cámara:	147.0min
F. Min.:	147.0min
F.ref.:	121.1°C
F.Z.:	10.0°C
SIN INCIDENCIAS	

SIN INCIDENCIAS			
00:00:00	T 81.5°C	P 68.4kPa	PROCESO EN MARCHA
00:00:07	T 81.8°C	P 68.6kPa	ESPERA GENERADOR DE VAPOR
00:00:24	T 83.4°C	P 69.0kPa	PREVACIO
00:03:35	T 67.4°C	P 14.8kPa	INYECCION VAPOR
00:03:49	T 82.0°C	P 68.5kPa	PREVACIO
00:05:06	T 69.7°C	P 15.4kPa	INYECCION VAPOR
00:05:19	T 87.1°C	P 67.9kPa	PREVACIO
00:06:17	T 60.7°C	P 15.4kPa	INYECCION VAPOR
00:06:30	T 87.9°C	P 69.3kPa	PREVACIO
00:07:26	T 56.8°C	P 15.4kPa	INYECCION VAPOR
00:07:38	T 68.3°C	P 69.7kPa	PREVACIO
00:08:32	T 57.1°C	P 15.6kPa	INYECCION VAPOR
00:08:44	T 87.3°C	P 69.2kPa	PREVACIO
00:09:36	T 58.6°C	P 15.4kPa	INYECCION VAPOR
00:09:47	T 87.6°C	P 68.7kPa	PREVACIO
00:10:36	T 57.9°C	P 15.4kPa	INYECCION VAPOR
00:10:47	T 88.1°C	P 69.5kPa	PREVACIO
00:11:34	T 58.3°C	P 15.4kPa	INYECCION VAPOR
00:12:14	T 117.0°C	P 176.9kPa	PREVACIO
00:13:05	T 102.8°C	P 108.5kPa	INYECCION VAPOR
00:13:29	T 117.0°C	P 177.0kPa	PREVACIO
00:14:22	T 102.5°C	P 108.1kPa	INYECCION VAPOR
00:14:48	T 120.0°C	P 195.7kPa	PREVACIO
00:15:51	T 102.3°C	P 107.6kPa	CALENTAMIENTO
00:18:08	T 134.8°C	P 309.8kPa	ESTERILIZACION
00:24:09	T 134.9°C	P 312.3kPa	DESVAPOORIZAR
00:26:17	T 55.2°C	P 15.2kPa	SECADO
00:41:17	T 95.5°C	P 2.2kPa	IGUALACION
00:42:20	T 90.5°C	P 68.4kPa	FIN DE PROCESO

Figura 22 Reporte impreso de programa de esterilización 134°C. Fuente: Elaboración propia

3.6.11 Reporte programa de esterilización Estandar 121°C

El reporte impreso por el equipo muestra el resumen del proceso de esterilización del programa ESTANDAR 121°C con los datos reales de los parámetros de esterilización: tiempo de esterilización 20 minutos 2 segundos, temperatura mínima de esterilización 121.7°C, temperatura máxima de esterilización 122.2°C, presión mínima de esterilización 208.1 kPa y presión máxima de esterilización 211.2 kPa, es decir este reporte impreso es un indicador físico que el proceso de esterilización fue exitoso. Asimismo, el reporte muestra los parámetros reales de cada etapa del proceso de esterilización y señala que este culminó “SIN INCIDENCIAS”, es decir, no se presentaron fallos, errores ni alarmas durante su funcionamiento.

RESUMEN DE PROCESO		SIN INCIDENCIAS		
Fecha	27-04-2026 10:19:37	00:00:00	T 57.2°C	P 68.4kPa
Nombre	Estandar 121 C	PROCESO EN MARCHA		
Programa	3	00:00:07	T 58.0°C	P 68.7kPa
Est. Num	E-000000306	ESPERA GENERADOR DE VAPOR		
Version	E1107001	00:00:12	T 58.7°C	P 68.7kPa
	E1100 ROM2	PREVACIO		
Operador		00:03:14	T 63.0°C	P 14.9kPa
Proceso	10262	INYECCION VAPOR		
		00:05:32	T 76.3°C	P 69.8kPa
		00:04:44	T 55.1°C	P 15.4kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:05:03	T 68.8°C	P 70.0kPa
		PREVACIO		
		00:05:54	T 55.2°C	P 15.7kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:06:12	T 89.2°C	P 70.3kPa
		PREVACIO		
		00:07:04	T 55.5°C	P 15.7kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:07:22	T 88.7°C	P 69.0kPa
		PREVACIO		
		00:08:13	T 55.7°C	P 15.7kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:08:30	T 88.6°C	P 68.9kPa
		PREVACIO		
		00:09:18	T 58.3°C	P 15.6kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:09:34	T 89.1°C	P 70.0kPa
		PREVACIO		
		00:10:21	T 55.9°C	P 15.6kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:10:37	T 88.7°C	P 69.2kPa
		PREVACIO		
		00:11:22	T 58.1°C	P 15.7kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:12:04	T 108.1°C	P 122.7kPa
		PREVACIO		
		00:12:12	T 102.6°C	P 108.1kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:12:24	T 108.1°C	P 123.1kPa
		PREVACIO		
		00:12:35	T 102.7°C	P 108.5kPa
		INYECCION VAPOR		
		00:12:49	T 107.3°C	P 127.8kPa
		PREVACIO		
		00:13:06	T 102.8°C	P 108.3kPa
		CALENTAMIENTO		
		00:15:31	T 121.8°C	P 208.6kPa
		ESTERILIZACION		
		00:35:34	T 122.2°C	P 210.7kPa
		DESVAPOORIZAR		
		00:37:36	T 53.8°C	P 14.3kPa
		SECADO		
		01:02:36	T 81.9°C	P 2.0kPa
		IGUALACION		
		01:03:38	T 77.8°C	P 68.7kPa
		FIN DE PROCESO		
Inicio	22-04-2026 20:06:14			
Proc. Duracion	01:03:39			
Ester. Duracion	00:20:02			
Temp. Min. Ester.	121.7°C			
Temp. Max. Ester.	122.2°C			
Pres. Min. Ester.	208.1kPa			
Pres. Max. Ester.	211.2kPa			
F. Camara	28.4min			
F. Min.	28.4min			
F. ref.	121.1°C			
F.Z.	10.0°C			

Figura 23 Reporte impreso de programa de esterilización 121°C. Fuente:

Elaboración propia

3.6.12 Reporte test de Bowie & Dick

El reporte impreso por el equipo muestra el resumen del proceso de test de Bowie & Dick con los datos reales de los parámetros de esterilización, este reporte evidencia que el test fue exitoso.

Asimismo, el reporte muestra los parámetros reales de cada etapa del test y señala que este culminó “SIN INCIDENCIAS”, es decir, no se presentaron fallos, errores ni alarmas durante su funcionamiento.

RESUMEN DE PROCESO	
Fecha	27-04-2026 10:18:07
Nombre	Test B&D
Programa	1
Est. Num.	E-0000030368
Version	EH107001
	EH100_R042
Operador	
Proceso	10288
TEST SIN INCIDENCIAS	
00:00:00	T 83.2 C P 68.3 kPa
PROCESO EN MARCHA	
00:00:07	T 83.6 C P 68.5 kPa
ESPERA GENERADOR DE VAPOR	
00:00:25	T 85.2 C P 68.7 kPa
PREVACIO	
00:03:18	T 83.8 C P 14.8 kPa
INYECCION VAPOR	
00:03:23	T 80.8 C P 70.3 kPa
PREVACIO	
00:04:15	T 77.1 C P 15.1 kPa
INYECCION VAPOR	
00:04:21	T 84.9 C P 68.9 kPa
PREVACIO	
00:04:50	T 71.5 C P 15.1 kPa
INYECCION VAPOR	
00:04:58	T 86.9 C P 69.9 kPa
PREVACIO	
00:05:24	T 68.5 C P 15.1 kPa
INYECCION VAPOR	
00:05:31	T 88.1 C P 67.5 kPa
PREVACIO	
00:05:59	T 88.2 C P 15.2 kPa
INYECCION VAPOR	
00:05:06	T 88.8 C P 68.6 kPa
PREVACIO	
00:06:35	T 85.1 C P 15.3 kPa
INYECCION VAPOR	
00:06:41	T 86.8 C P 69.0 kPa
PREVACIO	
00:07:11	T 84.0 C P 15.4 kPa
INYECCION VAPOR	
00:07:17	T 87.7 C P 70.5 kPa
PREVACIO	
00:07:47	T 68.3 C P 15.4 kPa
INYECCION VAPOR	
00:08:23	T 116.6 C P 173.1 kPa
PREVACIO	
00:08:51	T 102.7 C P 107.8 kPa
INYECCION VAPOR	
00:09:06	T 116.6 C P 174.0 kPa
PREVACIO	
00:09:40	T 102.6 C P 107.3 kPa
INYECCION VAPOR	
00:10:00	T 119.8 C P 193.9 kPa
PREVACIO	
00:10:43	T 102.3 C P 107.2 kPa
CALENTAMIENTO	
00:13:58	T 134.9 C P 311.1 kPa
ESTERILIZACION	
00:17:19	T 134.9 C P 312.8 kPa
DESAPVORIZAR	
00:19:01	T 54.8 C P 15.2 kPa
SECADO	
00:24:01	T 99.5 C P 2.7 kPa
IGUALACION	
00:24:44	T 99.0 C P 67.5 kPa
FIN DE PROCESO	
Inicio	24-04-2026 13:04:11
Proc. Duracion	00:24:48
Ester. Duracion	00:03:20
Temp. Min Ester.	134.6 C
Temp. Max Ester.	134.9 C
Pres. Min Ester.	308.3 kPa
Pres. Max Ester.	312.8 kPa
F. Cámara	107.9 min
F. Min	107.9 min
F. ref.	121.1 C
F. Z.	100 C

Figura 24 Reporte impreso de test Bowie & Dick. Fuente: Elaboración propia

3.6.13 Reporte impreso Test de Vacío

El reporte impreso por el equipo muestra el resumen del proceso de Test de Vacío con los datos reales de los parámetros de esterilización, este reporte evidencia que el test fue exitoso.

Asimismo, el reporte muestra los parámetros reales de cada etapa del test y señala que este culminó “SIN INCIDENCIAS”, es decir, no se presentaron fallos, errores ni alarmas durante su funcionamiento.

RESUMEN DE PROCESO	
Fecha	27-04-2028 10:20:24
Nombre	Test Vacio
Programa	2
Est. Num	E-0000030366
Version	EH107001
	EH100_R042
Operador	STAFF
Proceso	10249
Inicio:	20-04-2028 11:52:47
Proc. Duracion:	00:19:55
Exter. Duracion:	00:00:00
INC.P.V-T:	-0.1kPa
TEST SIN INCIDENCIAS	
00:00:00	T 68.6 °C P 68.4kPa
PROCESO EN MARCHA	
00:00:11	T 68.6 °C P 68.7kPa
PREVACIO (TEST)	
00:04:14	T 95.0 °C P 7.1kPa
PREPARACION	
00:09:14	T 75.1 °C P 8.4kPa
TEST VACIO	
00:19:14	T 70.8 °C P 7.0kPa
IGUALACION	
00:19:54	T 71.2 °C P 67.2kPa
FIN DE PROCESO	

Figura 25 Reporte impreso de test de Vacío. Fuente: Elaboración propia

3.6.14 Aplicaciones de Protocolo - Mantenimiento Preventivo

Se ejecuto el mantenimiento preventivo anual según protocolo establecido, dentro de las actividades establecidas se realizó la sustitución del filtro de aire de igualación, debido a que este dispositivo no requiere limpieza, sino su reemplazo para garantizar la operatividad del equipo.



Figura 26 **Sustitución de filtro de aire de igualación con impurezas.**

Fuente: Elaboración propia

Se ejecuto el mantenimiento preventivo semestral según protocolo establecido, dentro de las actividades establecidas se realizó la sustitución de juntas de puerta de cámara, debido a que este no requiere limpieza ni reparación, sino su reemplazo para garantizar la operatividad del equipo.



Figura 27 **Verificación de junta de puerta de cámara.** Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se evidencia el reemplazo de la junta de cámara.



Figura 28 **Reemplazo de junta de puerta de cámara.** Fuente: Elaboración propia

Se ejecuto el mantenimiento preventivo semestral según protocolo establecido, dentro de las actividades establecidas se realizó la inspección de válvula de seguridad de generador de vapor y se verifico su funcionamiento.



Figura 29 **Verificación de funcionamiento de válvula de seguridad de generador de vapor.** Fuente: Elaboración propia.

Se ejecuto el mantenimiento preventivo diario según protocolo establecido, dentro de las actividades establecidas se realizó la comprobación de su operatividad de la impresora, además de verificar la cantidad suficiente de papel.



Figura 30 Verificación de funcionamiento de Impresora de esterilizador a vapor. Fuente: Elaboración propia.

Se ejecuto el mantenimiento preventivo anual según protocolo establecido, dentro de las actividades establecidas se realizó la sustitución de contactores de resistencias de generador de vapor.



Figura 31 Sustitución de contactores de resistencia de generador a vapor. Fuente: Elaboración propia.

3.6.15 Aplicaciones de protocolo - Mantenimiento Correctivo

Se ejecuto el mantenimiento correctivo debido al fallo de conexión al servidor de datos, por lo que se verifico cableado, conexión de red y configuración de la dirección IP, para retomar la operatividad del equipo.



Figura 32 Verificación de cableado, conexión de red y configuración de dirección IP de servidor de Datos. Fuente: Elaboración propia.

Se ejecuto el mantenimiento correctivo al sistema de aire comprimido debido a que los manómetros indican presión baja, después de la inspección del sistema se evidencio fugas en mangueras por lo que se reemplazó para su operatividad.

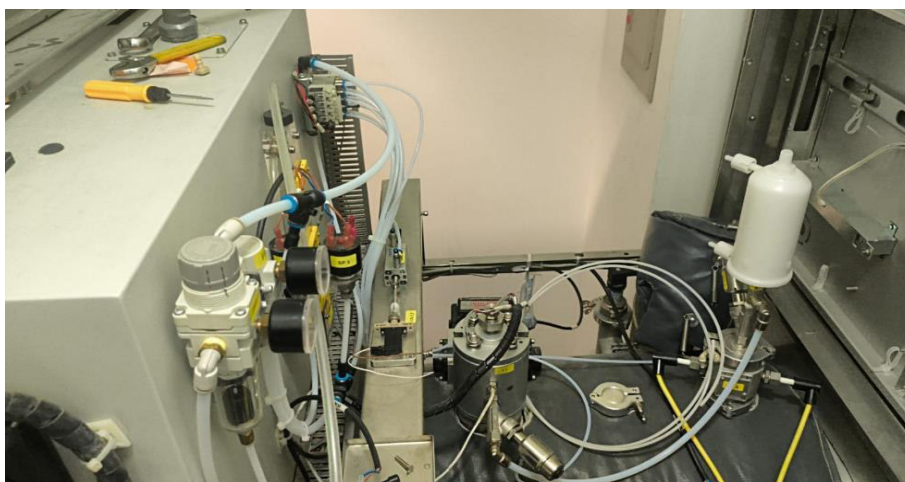


Figura 33 Reemplazo de mangueras de sistema de aire comprimido. Fuente: Elaboración propia.

Se ejecuto el mantenimiento correctivo al sistema de aire comprimido debido a que los manómetros indican presión baja, después de la inspección del sistema se evidencio la inoperatividad del compresor de aire, debido a esto se reemplazó para retomar la operatividad del sistema.



Figura 34 **Reemplazo de compresor de sistema de aire comprimido.**

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO IV:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Descripción de la implementación

La implementación de protocolos para la ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo del esterilizador a vapor permitió estandarizar los procedimientos, optimizar el funcionamiento, reducir fallas, prolongar la vida útil y reducir los tiempos de inoperatividad del equipo

4.2 Evaluación económica

El presente trabajo de suficiencia profesional no busca demostrar rentabilidad económica, sino evidenciar que la ejecución de protocolos de mantenimiento en el esterilizador a vapor anticipa fallas antes de que se conviertan en averías mayores minimizando los costos de reparación de mantenimiento correctivo y disminuye el tiempo de inoperatividad del equipo.

CAPITULO V:

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de suficiencia profesional se describió los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, con el propósito que sea empleado por los profesionales de ingeniería electrónica o ingeniería biomédica que realicen actividades de soporte a equipos como el esterilizador a vapor.

Se describió el principio de funcionamiento de un esterilizador a vapor, así como de los factores de presión, temperatura y vapor implicados en el proceso de esterilización.

El mantenimiento preventivo y correctivo del esterilizador a vapor es indispensable para su óptimo funcionamiento y, por consiguiente, garantiza la continuidad, seguridad y calidad del proceso de esterilización.

La adecuada ejecución del mantenimiento permite mantener los parámetros de presión, temperatura y tiempo dentro de los rangos operativos recomendados por el fabricante.

Los procedimientos de mantenimiento preventivo descritos permiten conservar el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento, reduciendo el riesgo de fallas y prolongando su vida útil.

Los procedimientos de mantenimiento correctivo descritos permiten restaurar la operatividad total del esterilizador y asegura su óptimo desempeño.

CAPITULO VI:

RECOMENDACIONES

Brindar capacitaciones continuas al personal de mantenimiento biomédico.

Brindar capacitaciones al personal asistencial de la Unidad de Central de Esterilización sobre el uso y operación del esterilizador a vapor.

Los componentes o repuestos a reemplazar deben ser original recomendados por el fabricante.

CAPITULO VII:

REFERENCIAS

Casallas Cruz, J. S. (2022). Diseño de la automatización de una autoclave de 300 litros para el proceso de esterilización y secado de instrumental médico [Universidad Francisco de Paula Santander] [https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.14167/1160/Diseño de la automatización de una autoclave de 300 litros para el proceso de esterilización y secado de instrumental medico. PROYECTO DE GRADOJAMESCASALLAS880104%281%29.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com](https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.14167/1160/Diseño%20de%20la%20automatizaci3n%20de%20una%20autoclave%20de%20300%20litros%20para%20el%20proceso%20de%20esterilizaci3n%20y%20secado%20de%20instrumental%20medico.%20PROYECTO%20DE%20GRADOJAMESCASALLAS880104%281%29.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com)

Elizabeth, B. B. (2024, 18 febrero). “Conocimiento sobre el proceso de esterilización a vapor y la práctica del personal de enfermería en la central de esterilización de un hospital de Puno, 2023”. Repositorio Institucional de la Universidad de Wiener. <https://hdl.handle.net/20.500.13053/11401>

Espinoza, D. J. (2023). Mantenimiento del esterilizador Sterivap y la esterilización de instrumental y material médico en el Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren. [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. [https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/8814/Tesis Johann Espinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/8814/Tesis%20Johann%20Espinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Flores, A. (2021). Reacondicionamiento y mantenimiento de esterilizador a vapor, marca Hanshin Medical, modelo HS-5020PT [Universidad Tecnológica Centroamericana] <https://repositorio.unitec.edu/server/api/core/bitstreams/6193bb62-382a-4890-84d0-07daa8de150c/content>

Huacchillo Yangua, J. P. (2021). Programa de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos para el hospital Octavio Mongrut Muñoz [Universidad Nacional de Piura]
<https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b09fe653-2139-4284-b78b-dcf9e5fd7237/content>

Huamani Condori, L. Y. (2021). Diseño e implementación de un sistema de control y supervisión automático para el proceso de esterilizado en la autoclave CISA 4210HB del hospital ESSALUD Moquegua [Universidad Privada de Tacna].
<https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2107/Huamani-Condori-Lizbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López Cuba, J. C. (2024). Implementación de un manual de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos biomédicos en el Hospital Belén de Trujillo [Universidad Privada Antenor Orrego]
<https://repositorio.upao.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/6ab1dca5-dc02-44bb-9444-5276b7226f83/content>

Matachana Ltd. (2013). Manual de servicio de Esterilizador a vapor, modelo SC500/S1000 (1.0). <https://www.matachana.com/manuales/>

Ministerio de Salud del Perú. (2013). Resolución Ministerial N.º 148-2013/MINSA: Documento técnico – Lineamientos para la elaboración del plan de mantenimiento de establecimientos de salud. Lima, Perú: Ministerio de Salud
https://www.inmp.gob.pe/uploads/RD_N_262_-_APROBRAR_EL_MANUAL_PARA_LA_SUPERVISION_Y_MONITOREO_DE_LAS_EMPRESAS_ESPECIALIZADAS_EN_EQUIPOS_BIOMEDICOS....pdf?utm_source=chatgpt.com

MINSA (Ministerio de Salud, Perú). (2015). Guía técnica para el mantenimiento preventivo de esterilizadores a vapor. Lima: MINSA. Documento técnico normativo del Estado Peruano que establece lineamientos

para mantenimiento preventivo de estos equipos.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/389983/3369.pdf?v=1605196531>

Ministerio de Salud (Perú). Dirección General de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento. (2015) Guía técnica para el mantenimiento preventivo de esterilizadores a vapor. Recuperado de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/389983/3369.pdf?v=1605196531>

Morales Gonzales, F. I. (2020). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología RCM II parra los equipos medicos criticos para las areas de unidad de esterilizacion del Hospital Militar de Santiago [Universidad de Valparaiso]
<https://repositoriobibliotecas.uv.cl/serveruv/api/core/bitstreams/f4da77d0-5077-4644-ae07-593bfe81f94e/content>

Naveros Mendoza, H. (2019). Diseño de un control para el sistema de esterilización por vapor en la empresa Asepsis Perú S. R. L., Jesús María [Universidad Tecnológica del Perú].
[https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2623/Hugo Naveros Trabajo de Suficiencia Profesional Titulo Profesional 2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2623/Hugo_Naveros_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)