

UNIVERSIDAD CENTRAL
Vicerrectoría Académica
Escuela de Electrónica y Electromecánica

Análisis de la oxidación en muebles de acero inoxidable
en las salas de operaciones del Hospital México,
de la Caja Costarricense de Seguro Social:
Evaluación de los factores que afectan la durabilidad y los costos de inversión anuales,
durante el III cuatrimestre de 2024

Tesis para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Alexander Valencia Parajeles

San José, Costa Rica

Febrero, 2025

DEDICATORIA

Hoy, al avanzar un peldaño más en mi carrera dedico este logro al motor de mi vida: que son esas personas que me han impulsado para luchar y llevar todo el proceso de formación académica durante varios años: mi familia. Primeramente, a mi madre, doña Tina, quien a pesar de las limitaciones económicas siempre estuvo a mi lado. Luego, a mis hijos Axel, Luna y Noelia, a quienes espero estar dando el ejemplo de que siempre se puede soñar y lograr las metas con esfuerzo. También a mi pareja, Kimberly, que me acompaña en mis proyectos y, desde luego, a mis hermanos Geiner, Jason, Nelson y a mi Tía Sandra, a mis primas y sobrinos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fuerza y abrirme las puertas para culminar este proceso académico, a mi familia, por ser mi gran inspiración y apoyo y a los tutores y profesores de la Universidad por su apoyo y valiosa guía.

CONTENIDO

Portada.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Contenido	iv
Índice de tablas	ix
Índice de gráficos.....	x
Resumen	1
Capítulo i: aspectos estructurales del estudio.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3. Justificación	6
1.4. Antecedentes.....	8
1.4.1. Antecedentes internacionales.....	8
1.4.2. Antecedentes nacionales	14
1.5. Proyecciones	16
1.5.1. Alcances.....	16

1.5.2.	Limitaciones.....	17
Capítulo II. Marco teórico		19
2.1.1.	Tipos de acero inoxidable	20
2.1.2.	Factores que afectan las propiedades del acero inoxidable.....	21
2.1.2.1.	Oxidación	21
2.2.	Factores que afectan la durabilidad del acero inoxidable	24
2.2.1.	<i>Influencia del ambiente</i>	24
2.3.	El mantenimiento para la durabilidad del acero inoxidable.....	25
2.3.1.	Tipos de tratamientos superficiales para mejorar la resistencia a la corrosión	26
2.4.	Estándares de calidad para materiales en ambientes hospitalarios	27
Capítulo III: Marco metodológico.....		29
3.2.	Diseño de la investigación	30
3.3.	Fuentes de información.....	30
3.3.1.	<i>Fuentes primarias</i>	30
3.3.2.	<i>Fuentes secundarias</i>	31
3.4.	Sujetos de la información	31
3.5.	Población.....	32
3.5.1.	Muestra.....	32
3.6.	Variables	32

3.7.	Instrumentos de recolección de la información	36
3.7.1.	La observación	36
3.7.2.	La entrevista.....	37
3.7.3.	La encuesta.....	37
3.8.	Proceso para la recolección y análisis de datos	37
Capítulo IV: Presentación y análisis de resultados.....		39
4.1.	Resultados obtenidos acerca de los factores que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable.....	39
4.1.1.	Resultados estadísticos.....	39
4.1.2.	Resultados de la entrevista.....	44
4.1.3.	Análisis de los resultados con respecto a los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación del mobiliario	47
4.2.	Resultados obtenidos acerca de las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable	50
4.2.1.	Resultados estadísticos en cuanto a las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable	50
4.2.2.	Resultados de las entrevistas.....	55
4.2.3.	Análisis de los resultados.....	57
4.3.	Impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable	59
4.3.1.	Vida útil de los muebles de acero inoxidable	59

4.3.2.	Costos de reposición de los muebles de acero inoxidable	60
4.3.4.	Impacto en los costos de mantenimiento	61
4.3.5.	Costo total anual asociado a la oxidación	62
4.3.6.	Análisis del impacto de la oxidación	62
4.4.	Estrategias de mejora en las prácticas de mantenimiento y selección de materiales	63
4.4.1.	Control de la humedad	63
4.4.2.	Revisión de productos desinfectantes	64
4.4.3.	Mejora de la ventilación.....	64
4.4.4.	Control de fluctuaciones de temperatura	65
4.4.5.	Mantenimiento preventivo más frecuente.....	66
4.4.6.	Capacitación del personal	66
4.4.7.	Selección de materiales de alta calidad.....	67
4.4.8.	Estandarización de procedimientos de mantenimiento y limpieza	68
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones		69
5.1.	Conclusiones.....	69
5.1.1.	Sobre la identificación de los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable	69
5.1.2.	Sobre la evaluación de las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable	70

5.1.3.	Con respecto a la cuantificación del impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable.....	71
5.1.4.	Sobre la propuesta de estrategias de mejora en las prácticas de mantenimiento y selección de materiales	71
5.2.	Recomendaciones	72
5.2.1.	Para la mitigación del impacto de los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable.....	72
5.2.2.	Para la mejora en las prácticas de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable.....	73
5.2.3.	Para la prolongación de la vida útil de los muebles y la consecuente reducción de costos.....	73
5.2.4.	Para estrategias de mejora en prácticas de mantenimiento y en selección de materiales	74
	Referencias bibliográficas	75
	Apéndices	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	33
-------------------------	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1	40
Gráfico N° 2	41
Gráfico N° 3	42
Gráfico N° 4	43
Gráfico N° 5	44
Gráfico N° 6	51
Gráfico N° 7	52
Gráfico N° 8	53
Gráfico N° 9	54
Gráfico N° 10	55

RESUMEN

El análisis de la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones es fundamental, ya que afecta tanto la seguridad de los pacientes como la durabilidad del equipo hospitalario. Los quirófanos son espacios esenciales donde se prioriza la esterilidad, por lo que cualquier daño en los equipos que ponga en riesgo esta condición debe ser examinado y solucionado.

Por ello, el objetivo principal de la investigación es analizar los factores que contribuyen a la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México, mediante la evaluación de sus condiciones de uso y mantenimiento, para la identificación de soluciones que mejoren su durabilidad y optimicen los costos de inversión anuales.

En cuanto a la metodología, el enfoque es mixto y se aplicó una encuesta a colaboradores del centro médico en estudio, una entrevista a profesionales en materiales y un análisis de costos.

Como principal resultado se tiene que, la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México está influenciada principalmente por factores como la humedad elevada, ventilación inadecuada, el uso de productos desinfectantes agresivos y fluctuaciones de temperatura. Además, las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza no son suficientemente efectivas para prevenir la corrosión, lo que resulta en un impacto considerable en los costos operativos.

Por lo tanto, para mitigar la oxidación y prolongar la vida útil de los muebles de acero inoxidable, es esencial mejorar el control de la humedad, optimizar la ventilación y estabilizar la temperatura en las salas de operaciones. Asimismo, se deben actualizar las prácticas de

mantenimiento y limpieza, incrementar la frecuencia de las inspecciones y proporcionar capacitación especializada al personal para garantizar la correcta aplicación de los procedimientos, lo que contribuiría a reducir la inversión y a aumentar la durabilidad del equipo.

Palabras clave: oxidación, muebles de acero inoxidable, sala de operaciones, mantenimiento y limpieza, Hospital México.

CAPÍTULO I: ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

A pesar de que el acero inoxidable es conocido por su resistencia a la corrosión y su idoneidad en entornos que requieren altos niveles de higiene, se han observado casos crecientes de oxidación en muebles quirúrgicos, lo que pone en riesgo la esterilidad de los equipos y puede comprometer la seguridad del paciente.

La oxidación del mobiliario de acero inoxidable en quirófanos representa un desafío significativo en términos de control de infecciones, mantenimiento y costos operativos dentro del entorno hospitalario, tal y como lo indica Montenegro (2019):

... el mobiliario para el sector hospitalario además de ofrecer calidad, tiene que estar elaborado con materiales adecuados para proporcionar seguridad y evitar que en las instituciones de salud se generen altos focos de infección que deterioren la salud de las personas que inciden en estos sitios de manera periódica y también para certificar que las personas que trabajan con este mobiliario, se encuentren seguras con la adquisición de un producto de calidad (p. 2).

La utilización de materiales idóneos subraya la necesidad de analizar exhaustivamente las condiciones que pueden propiciar la oxidación, ya que cualquier defecto en la calidad o en el mantenimiento del mobiliario no solo afecta la durabilidad del producto, sino que también repercute directamente en la protección de la salud.

Este fenómeno está asociado a múltiples factores, incluyendo la calidad del material, el uso de productos químicos inadecuados para la limpieza, la exposición prolongada a ambientes húmedos y la falta de mantenimiento adecuado.

El objetivo principal de esta investigación es identificar las causas subyacentes de la oxidación de los muebles de acero inoxidable en quirófanos y proponer soluciones viables para prevenir y mitigar este problema, de manera que se garantice la seguridad y la eficacia del entorno quirúrgico.

La convergencia de ambos planteamientos establece la base de la investigación, pues mientras Montenegro y Quishpe (2019) resalta la importancia de utilizar materiales de calidad para garantizar la seguridad y la prevención de infecciones, Spira (2021) expone la vulnerabilidad del acero inoxidable frente a condiciones ambientales adversas y el uso de productos químicos inadecuados. Con base en lo anterior, el objetivo principal de este estudio consiste en identificar las causas subyacentes de la oxidación del mobiliario de acero inoxidable en quirófanos y proponer soluciones viables que contribuyan a prevenir y mitigar este problema, asegurando así la seguridad de los pacientes y el personal de salud; pues los quirófanos son áreas críticas donde la esterilidad es prioritaria, y cualquier daño en los equipos que pueda comprometerla debe ser investigado y resuelto.

La aparición de óxido no solo deteriora los muebles, sino que también puede incrementar el riesgo de infecciones nosocomiales, afectando directamente la salud de los pacientes. Además, la reparación y reemplazo frecuente de equipos dañados supone un costo elevado para las instituciones hospitalarias, lo que hace urgente encontrar soluciones que alarguen la vida útil de estos muebles y reduzcan los costos de mantenimiento.

Este planteamiento de investigación busca abordar un problema real en el entorno hospitalario, proporcionando tanto un diagnóstico de las causas como soluciones factibles

que contribuyan a mejorar la seguridad y eficiencia en quirófanos. Y es a partir de todo esto que surge la siguiente interrogante sobre ¿cuáles son las causas principales de la oxidación en los muebles de acero inoxidable en quirófanos, y qué soluciones prácticas pueden implementarse para reducir o eliminar este problema?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar los factores que contribuyen a la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México, mediante la evaluación de sus condiciones de uso y mantenimiento, para la identificación de soluciones que mejoren su durabilidad y optimicen los costos de inversión anuales.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Identificar los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México, mediante la revisión de informes técnicos y observaciones en el lugar, para la comprensión de las principales causas de deterioro.
- b. Evaluar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable, utilizando entrevistas al personal y análisis de los procedimientos establecidos, para la determinación de su efectividad en la prevención de la oxidación.
- c. Cuantificar el impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable, mediante el análisis de su vida útil y los costos de reposición, para la estimación de los gastos anuales asociados a su deterioro.

- d. Proponer estrategias de mejora en las prácticas de mantenimiento y selección de materiales, basadas en los resultados del análisis, para el aumento de la durabilidad de los muebles y la optimización de los costos de inversión del hospital.

1.3. Justificación

Este estudio es conveniente porque aborda un problema real que afecta directamente a los hospitales y centros quirúrgicos. La oxidación de los muebles de acero inoxidable, un material elegido específicamente por su resistencia a la corrosión y su facilidad de desinfección compromete la seguridad y la durabilidad de estos, los cuales son esenciales para la realización de procedimientos médicos seguros y eficaces.

La seguridad del paciente es una prioridad en el ámbito médico, y cualquier factor que pueda afectar el entorno quirúrgico, como la oxidación de los equipos, debe ser tratado con urgencia. La presencia de óxido en muebles de acero inoxidable puede aumentar el riesgo de infecciones nosocomiales, lo que no solo compromete la recuperación de los pacientes, sino que también puede derivar en complicaciones graves o incluso mortales. El prevenir y controlar la oxidación ayudará a reducir estos riesgos, mejorando la calidad de la atención médica y la seguridad de los pacientes en los hospitales, lo que es de indudable relevancia social.

Desde una perspectiva práctica, esta investigación ofrecerá soluciones viables y aplicables que pueden implementarse en cualquier hospital o centro quirúrgico. Las instituciones podrán utilizar los resultados del estudio para mejorar sus prácticas de mantenimiento y limpieza, optimizar la vida útil de los muebles de acero inoxidable y garantizar un entorno quirúrgico estéril.

Las soluciones que se identifiquen, como la introducción de nuevos materiales, tratamientos de superficie o cambios en los protocolos de limpieza tendrán un impacto directo y positivo en las operaciones hospitalarias. Además, el estudio brindará recomendaciones que pueden ser consideradas por las instituciones de salud para la toma de decisiones informadas sobre el tipo de mobiliario y los productos de limpieza más adecuados para reducir la corrosión.

En términos teóricos, esta investigación llenará un vacío existente en la literatura sobre la corrosión de acero inoxidable en entornos hospitalarios, especialmente en áreas críticas como los quirófanos; pues, aunque hay numerosos estudios sobre la oxidación del acero inoxidable en entornos industriales, pocos se han centrado en las condiciones específicas a las que se someten los muebles en los quirófanos, donde el uso intensivo de desinfectantes, la exposición continua a humedad y los estrictos protocolos de limpieza influyen en el proceso de corrosión. Este estudio ampliará el conocimiento teórico sobre los mecanismos de oxidación en el acero inoxidable bajo estas condiciones particulares, proporcionando una base para futuras investigaciones.

Metodológicamente, el presente trabajo será de utilidad porque establecerá un protocolo claro para evaluar y analizar la oxidación en el mobiliario de quirófanos, lo que podrá ser replicado en estudios futuros. Aunado a esto, el estudio proporcionará un modelo investigativo práctico y replicable para la evaluación de otros problemas similares en el sector de la salud.

La investigación es pertinente porque se inserta en el contexto actual de mejora continua de la calidad en los servicios de salud, donde la seguridad y la eficiencia de los quirófanos son prioridades; ya que el deterioro de la infraestructura puede acarrear costos indirectos asociados a la pérdida de productividad, ya que los tiempos de inactividad en los

quirófanos generan retrasos en los procedimientos quirúrgicos y, en casos extremos, pueden llevar a la cancelación de intervenciones, afectando la reputación del hospital y generando pérdida de ingresos.

Al proponer soluciones basadas en la identificación de las causas de la oxidación, se contribuirá con la reducción de los costos de mantenimiento, reparaciones y reemplazo de mobiliario quirúrgico, lo que representa un beneficio económico significativo para las instituciones de salud; pues, la inversión acciones preventivas puede resultar significativamente menor que la necesaria para realizar reparaciones recurrentes o para la adquisición de nuevos equipos en caso de un deterioro avanzado. Por ello, identificar y eliminar los factores que contribuyen a la oxidación no solo mejora la seguridad del paciente, sino que también optimiza el uso de los recursos financieros del hospital, permitiendo que dicho capital se canalice hacia otras áreas críticas de los centros de salud.

1.4. Antecedentes

Previos a la presente investigación, se han desarrollado algunos trabajos académicos relacionados con el tema, aunque ninguno de ellos se enfoca específicamente en el tema. Se exponen, a continuación, estudios tanto internacionales como nacionales:

1.4.1. Antecedentes internacionales

En el año 2019, en Perú, Alas presenta su tesis la “Investigación del efecto de la corrosión del acero en estructuras de concreto armado”; la cual se enfoca en el efecto de la corrosión del acero en estructuras de concreto armado, abordando el problema del deterioro del concreto que afecta las propiedades estructurales y puede ocasionar daños severos e

incluso pérdida de vidas humanas. El objetivo principal es comprender cómo la corrosión del acero influye en la vida útil de estas estructuras, a través de identificar sus manifestaciones y efectos. Los resultados indican que la corrosión causa reducción de la sección del acero, pérdida de resistencia mecánica, disminución de la adherencia entre el concreto y el acero, aparición de fisuras y desprendimiento del recubrimiento, concluyendo que la corrosión reduce la vida útil de las estructuras de concreto armado.

Por su parte, en Colombia, en 2019, Sánchez Mondragón plantea en “Proyecto semillero de investigación: Análisis del fenómeno de la corrosión en aceros de tipo estructural desde el punto de vista de su uso en la industria de la ingeniería civil” una comparación y análisis de los tres tipos de aceros más comunes utilizados en la fabricación de estructuras metálicas (acero al carbono, acero inoxidable y acero autoprotector), enfocándose en la resistencia a la corrosión y las diferencias en sus propiedades y características.

El estudio proporciona una base comparativa sobre cómo la corrosión afecta distintos tipos de acero, en especial el acero inoxidable, lo cual es relevante para el estudio de agentes que aceleran la corrosión en estructuras de acero inoxidable en salas de operaciones.

El autor identificó una notable diferencia en el efecto de la corrosión y los factores que influyen en ella entre los diferentes tipos de acero; especialmente, el impacto en la calidad y vida útil de los materiales utilizados en estructuras metálicas

Finalmente, concluye que es fundamental considerar la velocidad de corrosión y las características del acero, ya que esto define su calidad y vida útil, principalmente, en el diseño de estructuras metálicas expuestas a factores ambientales.

Más adelante, en España, Climent y Ramis (2021) proponen en su “Aplicación de técnicas ultrasónicas no lineales a la detección de la fisuración por corrosión del acero en

hormigón” la posibilidad de utilizar diferentes técnicas ultrasónicas no lineales (UNL) para la evaluación no destructiva de daños y microfisuración del recubrimiento en etapas tempranas debido a la corrosión del acero de la barra de refuerzo en probetas de mortero.

Utilizaron técnicas ultrasónicas no lineales (UNL) -útiles para la detección temprana de daños y fisuras en hormigón armado causados por la corrosión de las armaduras de acero- para monitorizar la degradación de probetas de mortero reforzado sometidas a corrosión acelerada mediante la aplicación de un campo eléctrico y la técnica galvanostática. Las mediciones de UNL se basaron en fenómenos de distorsión armónica e intermodulación, mientras que la corrosión fue monitoreada utilizando parámetros como la densidad de corriente anódica y la velocidad de penetración calculada a través de la ley de Faraday. Dichas mediciones demostraron un aumento significativo en la no linealidad de las señales ultrasónicas debido a la aparición de microfisuras provocadas por la corrosión del acero de refuerzo. Las técnicas UNL permitieron detectar de manera eficiente el daño en etapas tempranas, mostrando resultados coherentes con métodos visuales y microscópicos.

El trabajo proporciona el conocimiento de una metodología no destructiva avanzada que podría aplicarse para la detección temprana de fisuras en estructuras de acero inoxidable, ayudando a identificar agentes corrosivos que afectan estas estructuras, especialmente en entornos controlados como las salas de operaciones.

En Colombia, en el año 2021, España investiga sobre la “Resistencia a la corrosión y al desgaste de películas delgadas de aceros inoxidables con y sin plata para aplicaciones biomédicas”; cuyo principal objetivo es evaluar el efecto de la plata en las propiedades mecánicas y de corrosión de recubrimientos de acero inoxidable 316L depositados mediante la técnica de Magnetron Sputtering desbalanceado, tanto en forma de monocapas como de multicapas.

Se depositaron recubrimientos en atmósferas inerte y reactiva a partir de un blanco de acero inoxidable 316L. Se utilizó una técnica de Magnetron Sputtering desbalanceado, y se realizaron dopajes con 1, 2, 3 y 4 insertos de plata. Los recubrimientos fueron caracterizados química, estructural y mecánicamente, así como también se evaluó su resistencia a la corrosión en solución de Ringer.

Los recubrimientos presentaron diferentes estructuras cristalinas dependiendo de la atmósfera de deposición, mostrando BCC en atmósfera inerte y FCC en atmósfera reactiva. La dureza de los recubrimientos aumentó con el contenido de plata, alcanzando hasta 13 GPa, aunque la adherencia disminuyó. La resistencia al desgaste de los monocapas disminuyó con el incremento de plata, mientras que en los multicapas, aumentó con el contenido de plata. La mejor resistencia a la corrosión se observó en los recubrimientos sin plata.

Los recubrimientos multicapa de acero inoxidable sin plata demostraron ser la opción más promisor para aplicaciones biomédicas, debido a su mejor comportamiento frente a la corrosión y a su resistencia mecánica. Este estudio proporciona información valiosa sobre la optimización de recubrimientos de acero inoxidable para aplicaciones biomédicas, sugiriendo que los recubrimientos multicapa sin plata podrían ofrecer un equilibrio favorable entre propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión.

Un año más tarde, Ortuño (2022) publica “Materiales para aplicaciones médicas: biomateriales metálicos”, en Colombia. El objetivo de su investigación se centra en realizar un estudio detallado sobre las características, aplicaciones y factores que influyen en la selección y uso de biomateriales metálicos para prótesis e implantes, analizando sus propiedades, biocompatibilidad y resistencia a la corrosión.

Como principal resultado se identificaron las características necesarias para que los biomateriales metálicos sean utilizados como implantes, así como los inconvenientes y

factores que influyen en su desempeño, destacando la importancia de la resistencia a la corrosión y la biocompatibilidad. Los biomateriales metálicos son fundamentales en la fabricación de prótesis e implantes debido a su excelente biocompatibilidad, propiedades mecánicas y alta resistencia a la corrosión, pero se requiere mejorar continuamente sus propiedades para cumplir con las necesidades clínicas.

La publicación aporta conocimiento sobre la importancia de la resistencia a la corrosión y la biocompatibilidad en los materiales metálicos, lo que es relevante para entender cómo los agentes pueden acelerar la corrosión en estructuras de acero inoxidable, especialmente en ambientes controlados como salas de operaciones.

Por su parte, en 2023, en Bolivia, Lovera Quispe presenta “Estudio del efecto corrosivo de solución enzimática, multienzimática e hipoclorito de sodio en instrumentos inoxidables de grado quirúrgico y de uso en el hospital de clínicas, área Quirófano”. Su principal objetivo consistió en investigar el efecto corrosivo de soluciones enzimáticas, multienzimáticas e hipoclorito de sodio en instrumentos de acero inoxidable de grado quirúrgico. Para ello, sumergió muestras de acero inoxidable en las soluciones mencionadas bajo diferentes concentraciones y se midió su potencial de ruptura. Además, se realizaron pruebas con suero Ringer normal, conforme a la norma ISO 10993-15, para evaluar la resistencia a la corrosión de materiales utilizados en prótesis.

El potencial de ruptura de los instrumentos depende de la concentración de la solución y de la temperatura. Las soluciones enzimáticas y multienzimáticas no representan un riesgo significativo si se utilizan dentro de las concentraciones recomendadas. Sin embargo, el suero Ringer normal induce corrosión a partir de las ocho horas de exposición.

Este estudio resalta la importancia de controlar las concentraciones de las soluciones utilizadas para la limpieza y desinfección de instrumentos quirúrgicos, ya que ciertas

soluciones pueden comprometer su integridad, especialmente el suero Ringer normal tras un periodo prolongado de exposición. Además, se proporciona información valiosa sobre la seguridad y el mantenimiento de instrumentos quirúrgicos, contribuyendo a la optimización de su desempeño y seguridad en el contexto de procedimientos médicos.

En ese mismo año, , en Ecuador, Merino publica “Aplicación de la metodología de Taguchi para determinar las variables que intervienen en ensayos de corrosión para acero estructural” En esta investigación aplica el método de Taguchi, con un enfoque secuencial y ordenado para minimizar el ruido y maximizar la robustez del proceso, con el fin de evaluar el grado de afectación de distintos factores sobre la tasa de corrosión en diferentes tipos de acero, utilizando el diseño experimental basado en la norma ASTM G31.

Los datos fueron examinados mediante un análisis de varianza utilizando el software Minitab, para identificar la relación entre la tasa de corrosión y las variables intervinientes.

El análisis determinó la relación entre la tasa de corrosión y la variable "tipo de limpieza", identificando el grado de afectación de factores como el tiempo de exposición, tipo de acabado superficial y tipo de limpieza sobre la tasa de corrosión en diferentes tipos de acero. El método de Taguchi es eficaz para establecer el grado de afectación de factores en la corrosión de aceros, proporcionando información valiosa sobre cómo diferentes variables influyen en la tasa de corrosión de distintos tipos de acero.

El estudio ofrece una metodología sólida y detallada para evaluar cómo factores específicos aceleran la corrosión en distintos tipos de acero, lo cual es aplicable al estudio de agentes que aceleran la corrosión en estructuras de acero inoxidable, especialmente en entornos controlados como salas de operaciones.

En el año 2024, también en Ecuador, Ulquiango Caza realiza un “Análisis de corrosión de elementos finitos en un tornillo dental”, para investigar y analizar los agentes

que aceleran la corrosión en estructuras de acero inoxidable dentro del entorno de las salas de operaciones.

Este estudio contribuye a la comprensión de los factores que influyen en la durabilidad del acero inoxidable en entornos quirúrgicos, lo que puede guiar futuras prácticas en la selección de materiales y el mantenimiento de las estructuras en salas de operaciones, mejorando así la seguridad y efectividad en estos espacios críticos.

1.4.2. Antecedentes nacionales

Corrales Brenes (2021) realiza un “Análisis de degradación de los materiales utilizados en una carcasa expuesta a la intemperie usada en el proyecto GWSat: prototipo de monitoreo de humedales a través de un sistema espacial tipo Store and Forward” Cuyo propósito central es analizar la degradación de los materiales utilizados en la carcasa de estaciones remotas de comunicación expuestas a la intemperie para el proyecto GWSat, garantizando una durabilidad de seis meses a cinco años y evitando problemas de corrosión.

En dicho trabajo se recolectaron datos meteorológicos del Parque Nacional Palo Verde y se seleccionaron cuatro materiales: acero inoxidable 304, aluminio 6061, acero bajo carbono 1020 y tereftalato de polietileno (PET). Se diseñó un experimento con 36 probetas (naturales, con recubrimiento comercial y con ZINGA) que fueron sometidas a pruebas de vida acelerada, incluyendo envejecimiento UV y cámara de niebla salina, para evaluar la degradación de las configuraciones.

Se determinó que la configuración de acero bajo carbono 1020 con recubrimiento de ZINGA era la más adecuada para la manufactura de la carcasa de la estación remota del proyecto GWSat, destacándose su desempeño en ambientes hostiles, costos de insumos, huella ecológica, seguridad y complejidad de implementación. La selección del material y la

configuración adecuadas son cruciales para asegurar la durabilidad y el rendimiento de las carcasas de estaciones remotas de comunicación en condiciones ambientales adversas.

Este estudio proporciona información relevante sobre la selección y evaluación de materiales para aplicaciones en condiciones extremas, contribuyendo a la mejora de la durabilidad de componentes utilizados en misiones espaciales y otros sistemas expuestos a la intemperie.

Finalmente, Rodríguez Yáñez (2023) presenta en su tesis “Evaluación de los efectos de la contaminación atmosférica y el ángulo de exposición sobre la corrosión del acero de bajo carbono y acero galvanizado en la región del Valle Central Occidental (VCO) de Costa Rica” una estimación de los valores de corrosión atmosférica para acero de bajo carbono (símil ASTM A36) y hierro galvanizado en el Valle Central Occidental de Costa Rica, debido a su relevancia en la construcción de estructuras metálicas.

Se realizaron evaluaciones basadas en la norma ISO 9223 y normas asociadas, analizando el proceso de corrosión y la evaluación climática y de contaminantes atmosféricos durante un período de veinticuatro meses. Se elaboraron mapas meteorológicos y de corrosión anual, y se caracterizaron los óxidos formados mediante microscopía electrónica, difracción de rayos X y técnicas electroquímicas.

Se determinó que los niveles de contaminación son bajos en el Valle Central Occidental, siendo la corrosión controlada principalmente por parámetros atmosféricos, especialmente el tiempo de humectación (TDH). Se clasificaron las categorías de corrosión en nivel C2 para ambos materiales.

La tesis proporciona una base de datos y un análisis detallado sobre la corrosión atmosférica en materiales metálicos en Costa Rica, contribuyendo a la evaluación de pérdidas

económicas y ofreciendo herramientas prácticas, como mapas meteorológicos y de corrosión, para la gestión y planificación de proyectos de construcción en el país.

1.5. Proyecciones

1.5.1. Alcances

- La mejora de la seguridad en entornos quirúrgicos: se espera que la investigación permita identificar las causas de la oxidación en muebles de acero inoxidable y proponer soluciones que reduzcan el riesgo de contaminación e infecciones nosocomiales en los quirófanos.
- La prolongación de la vida útil de los muebles de acero inoxidable: las soluciones propuestas, como el uso de recubrimientos protectores y la modificación de protocolos de limpieza, permitirán reducir la velocidad de oxidación y prolongar la durabilidad del mobiliario.
- La optimización de costos operativos en hospitales: al disminuir la necesidad de reparaciones y sustituciones de los muebles, los hospitales reducirán sus gastos de mantenimiento, permitiendo una mejor asignación de recursos a otras áreas críticas.
- El desarrollo de nuevas normativas y mejores prácticas: se espera que los resultados de esta investigación sirvan como base para la creación de protocolos estandarizados en la limpieza y mantenimiento de quirófanos, mejorando la durabilidad de los muebles y la higiene.
- El impacto en la industria de fabricación de muebles hospitalarios: la investigación podría generar innovaciones en el diseño y construcción de muebles, impulsando la creación de nuevos recubrimientos anticorrosivos o aleaciones más resistentes.

- El fomento de nuevas líneas de investigación: los resultados servirán de base para estudios futuros sobre la corrosión de materiales en entornos hospitalarios y otros sectores donde la resistencia a la oxidación sea crucial.
- La mejora de la reputación de los hospitales: aquellas instituciones que adopten prácticas de mantenimiento preventivo basadas en los resultados del estudio podrían mejorar su reputación en términos de seguridad y calidad del servicio.

1.5.2. Limitaciones

- La aplicación de las soluciones: la implementación de las soluciones identificadas puede depender de factores externos, como la disponibilidad de recursos financieros, la capacitación del personal y la disposición de las instituciones de salud para adoptar nuevos protocolos.
- La variabilidad en los entornos quirúrgicos: los resultados pueden no ser uniformemente aplicables a todos los hospitales, ya que las condiciones específicas de cada entorno quirúrgico, como la humedad y el tipo de productos de limpieza, pueden influir en los resultados.
- Los costos iniciales de implementación: aunque a largo plazo las soluciones podrían generar ahorros, los costos iniciales de inversión en nuevos recubrimientos o mobiliario resistente a la oxidación pueden ser una barrera para algunas instituciones.
- la generalización de las recomendaciones: las soluciones propuestas podrían no ser aplicables a otros tipos de mobiliario o equipos médicos, limitando su utilidad más allá de los muebles de acero inoxidable.

- La dependencia de la cooperación de fabricantes: los cambios en los procesos de fabricación de muebles hospitalarios, como el uso de nuevos recubrimientos o aleaciones, dependen de la disposición de los fabricantes para adoptar las recomendaciones de la investigación.
- El impacto limitado a corto plazo: algunas de las proyecciones de mejora, como la influencia en la reputación hospitalaria o la adopción de nuevas normativas, podrían tardar en manifestarse a largo plazo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente apartado se exponen las principales teorías que sustentan esta investigación. Para una mayor claridad, se han agrupado en diferentes subtemas a desarrollar, con el fin de que cada definición se derive de una más amplia y que aborden cada uno de los objetivos específicos de este trabajo.

2.1. Propiedades del acero inoxidable

El acero inoxidable es un material versátil y muy valorado para una amplia gama de aplicaciones en industrias, comercios y hogares. La característica más importante del acero inoxidable es su resistencia a la corrosión, ya que el cromo en la aleación forma un óxido superficial que protege el metal de la degradación en casi cualquier entorno, lo que lo convierte en un material que dura generaciones.

Asimismo, el metal es resistente al calor y de fácil limpieza y desinfección, no magnético en ciertas aleaciones y es completamente reciclable, lo que lo hace sostenible. Por lo tanto, el acero inoxidable es un material fiable en las industrias médica, alimentaria, automotriz y de la construcción, donde la higiene, la durabilidad y la resistencia son primordiales.

De acuerdo con García (2023), la composición básica del acero consiste en una aleación de hierro (Fe) y, tan solo, 2% de carbono (C). Entre las desventajas de esta composición se encuentra la reacción del hierro con el oxígeno atmosférico, genera la corrosión u oxidación, la cual consiste en la generación de una capa de óxido de hierro sobre la superficie del material. Este fenómeno, cuando no se controla, puede afectar la durabilidad

del acero y, por consiguiente, la integridad de los muebles hospitalarios, aumentando los costos operativos en mantenimiento y reemplazo.

Por lo tanto, la elección de la aleación adecuada para los muebles hospitalarios es fundamental para garantizar su durabilidad, facilitar su mantenimiento y, sobre todo, contribuir a un entorno de alta seguridad e higiene. Los distintos grupos de aceros inoxidable se caracterizan por composiciones químicas y propiedades mecánicas específicas, las cuales deben ser evaluadas críticamente considerando las exigencias particulares del ambiente hospitalario.

2.1.1. Tipos de acero inoxidable

De acuerdo con Kloerckner Metals (2022), la proporción de los metales en la aleación define a cuál de las cinco familias pertenece un tipo de acero inoxidable; a saber: : austenítico, ferrítico, austenítico-ferrítico (dúplex), martensítico y endurecido por precipitación , las cuales se detallan a continuación.

En primer lugar, los austeníticos contienen altos niveles de cromo, molibdeno y níquel; por lo que son más resistentes a la corrosión, son fáciles de moldear y cuentan con mayor durabilidad.

Los ferríticos son más resistentes a la tensión, son magnéticos y poseen un alto contenido de cromo y bajo nivel de carbono.

Por su parte, los austenítico-ferríticos o dúplex son una combinación entre estos dos primeros grupos; por ello, cuentan con alta resistencia a la corrosión y al agrietamiento, lo cual los hace ideales para ambientes marinos como en las industrias petrolera y gasífera.

En el caso de los martensíticos, son menos resistentes a la corrosión en comparación con los ferríticos, cuentan con un mayor contenido de carbono y son magnéticos.

Finalmente, los endurecidos por precipitación son una combinación entre bajos porcentajes de cromo y níquel con trazas de aluminio, cobre y niobio; y se caracterizan por ser extremadamente fuertes, resistentes y duraderos, con alta resistencia a la corrosión.

En conclusión, para muebles hospitalarios, las aleaciones austeníticas y dúplex parecen ser las más apropiadas, dado que combinan una excelente resistencia a la corrosión con una adecuada resistencia mecánica y estabilidad frente a la exposición a productos químicos y condiciones ambientales adversas. Estas características no solo aseguran la calidad en la atención médica, sino también la durabilidad y la eficacia del mobiliario en la prevención de infecciones, sino que también ofrecen beneficios económicos al reducir los costos asociados con el mantenimiento y reemplazo de equipos deteriorados.

2.1.2. Factores que afectan las propiedades del acero inoxidable

La alta resistencia mecánica de un equipo garantiza la durabilidad, la capacidad para soportar cargas y tensiones, y la estabilidad estructural. Por ello, conservar las propiedades mecánicas y anticorrosivas es fundamental para el rendimiento de los materiales en varias aplicaciones industriales y tecnológicas; ya que aseguran que el material no se desintegre cuando se expone a condiciones hostiles, como la humedad, productos químicos o temperaturas extremas. Por lo tanto, estas propiedades son necesarias para aplicaciones en la construcción, la medicina y la producción industrial, donde la durabilidad y el rendimiento anti-manchas aseguran el uso seguro y prolongado del material en ambientes hostiles.

2.1.2.1. Oxidación

Lumitos (2024) establece que cuando una sustancia se oxida se producen, a la vez, dos fenómenos: la oxidación, que consiste en la pérdida de electrones por parte de un

compuesto, y la reducción, que se produce cuando una especie acepta los electrones perdidos. Por ello, se prefiere el término “reacciones redox”. Y agrega que el oxígeno es el mejor oxidante que existe debido a que la molécula es poco reactiva (por su doble enlace) y sin embargo es muy electronegativo.

A propósito de este proceso, Ferrox Texar (2021) describe cómo la oxidación de los metales se manifiesta cuando entran en contacto con oxígeno. Aunque las manchas marrones o rojizas que se producen son antiestéticas y evidentes, son superficiales. Como resultado, es posible eliminar el óxido sin recurrir al reemplazo del material; en este sentido, el documento aborda la disminución de materiales y recursos que se utilizan en la fabricación, lo que lo define como sostenible.

2.1.2.2. Corrosión

Según Stabilit (2024), la corrosión es un proceso destructivo del que son víctimas los metales cuando se exponen a la atmósfera y los gases o fluidos de ésta. En otras palabras, a diferencia de la oxidación común, la corrosión implica el deterioro profundo de la estructura química del metal, lo que disminuye su dureza y resistencia y conduce a daños irreparables. Agrega que, alrededor del 10% de todo el metal ferroso producido se pierde debido a la corrosión. Por lo tanto, la prevención de la corrosión en la industria es muy importante en términos de evitar pérdidas de equipo que representan costos significativos.

Otra definición de corrosión la brinda Antala Specialty Chemicals (2020), quien la describe desde una perspectiva electroquímica. Las diferencias químicas entre dos piezas o fragmentos de metal permiten un flujo de electrones entre ellas. Este flujo crea una corriente entre un ánodo, que pierde electrones, y un cátodo, que los gana; como consecuencia de esto, el ánodo se oxida y el cátodo se reduce. Este proceso se conoce como corrosión galvánica y

es común en estructuras de metal al aire libre en lugares húmedos o salinos, donde primero es oxidada debido a las diferencias de potencial electroquímico en las piezas que la conforman.

Cabe mencionar que, de acuerdo con Alsimet (2020), existen cuatro tipos de corrosión. Por una parte, se encuentra la galvánica, que surge de la unión física o eléctrica entre metales distintos y donde el material con menor potencial electroquímico es el afectado; y, a mayor zona de contacto entre el ánodo y el cátodo, la pieza se corroe más rápidamente. Por otra parte, está la corrosión por fisuras, que se produce en áreas estrechas con baja concentración de oxígeno, convirtiendo estas zonas en ánodos y facilitando la corrosión, lo que indica cómo el entorno físico puede influir en la degradación del material.

Además, la corrosión por picaduras (*pitting*) se manifiesta en materiales pasivados, donde la acumulación de agentes oxidantes y el aumento del pH comprometen la capa protectora, generando corrosión localizada. Este tipo de corrosión es preocupante debido a que puede ser difícil de detectar y controlar.

La corrosión por cavitación, que afecta a sistemas de transporte de líquidos, implica la implosión de burbujas de aire debido a variaciones de presión, causando daños significativos en la capa pasivada.

Finalmente, la corrosión microbiológica o bacteriana es otro fenómeno que puede exacerbar el deterioro de los metales, especialmente en ambientes húmedos. En conjunto, estos tipos de corrosión resaltan la complejidad de la degradación de materiales y la necesidad de estrategias de mitigación adecuadas en su diseño y mantenimiento.

2.2. Factores que afectan la durabilidad del acero inoxidable

La durabilidad del acero inoxidable, como material, depende de una combinación de factores y circunstancias que influyen en su desempeño y vida útil a lo largo del tiempo y en varias aplicaciones.

El factor más relevante es la calidad de su composición química, principalmente la cantidad de cromo y níquel presente, que determina su resistencia a la corrosión. También influye el entorno en el cual se encuentra, ya que la humedad, la salinidad, y la exposición a agentes químicos disolventes pueden acelerar el deterioro del acero. El tratamiento superficial al cual es sometido, por ejemplo, pulido o anodización, y su mantenimiento, también influye en su capacidad para resistir el desgaste y mantener su estructura y aspecto original en aplicaciones exigentes.

2.2.1. Influencia del ambiente

Dentro de los factores que atacan la resistencia a la corrosión del acero inoxidable, Galvanized Steel Tube (2023) hace hincapié en el tratamiento térmico que incluye el templado; pues desempeña un papel importante en su dureza, ya que el método de calentamiento y enfriamiento afecta directamente las propiedades mecánicas. Otro factor que menciona este autor es la microestructura del acero; ya que los granos más pequeños contribuyen a una mayor dureza, y el proceso de forjado o laminado forma granos que mejoran la resistencia del material.

Saky Steel (2019) subraya la importancia del cromo para la resistencia a la corrosión del acero inoxidable y advierte que reducirlo para abaratarlo puede nulificar esa cualidad esencial. Esto revela un desafío común con la producción industrial, donde la economía a menudo se encuentra en conflicto con la calidad del material. Además, señala los desafíos

ambientales, como la humedad y el contenido de cloro en el aire, que pueden dañar incluso el acero inoxidable de alta calidad sin un almacenamiento y mantenimiento adecuados.

En general, este análisis sugiere que defender el rendimiento y la durabilidad del acero no se reduce a la composición de su fórmula, sino a múltiples factores relacionados con el proceso y los entornos en los que se encuentra, destacando la necesidad de gestión multifacética.

2.3. El mantenimiento para la durabilidad del acero inoxidable.

Para mantener sus cualidades anticorrosivas a lo largo de los años, el acero inoxidable requiere un mantenimiento adecuado. El acero inoxidable es inherentemente resistente al óxido y al desgaste. Sin embargo, factores externos como la humedad, productos químicos, contaminantes y otros pueden provocar corrosión en su superficie con el tiempo.

Las moléculas de suciedad y los contaminantes pueden obstruir la superficie del metal y crear oportunidades con una mayor presión osmótica en la que la oxidación puede atacar al acero inoxidable. También se recomienda tener un programa regular de inspección de las estructuras de acero inoxidable para identificar el daño potencial y el desgaste a tiempo.

Con su abordaje temprano, se puede proteger no solo la apariencia del acero inoxidable sino también su vida útil y funcionalidad.

Al respecto, JN Aceros, (2019) menciona que los productos más adecuados para mantener el acero inoxidable son el agua, el jabón y los detergentes suaves y neutros, los removedores con amoníaco diluidos en agua tibia y aplicados con un paño o esponja de nailon. Además, enfatiza en el secado inmediato para evitar manchas de residuos o de agua estancada. Y, en lo referente al uso de lavaplatos, esta solo debe considerarse cuando exista suciedad intensa. Estas indicaciones, en conjunto, presenta una guía clara para la

preservación proporcionada del acero, lo que implica que el mantenimiento regular y apropiado es clave.

2.3.1. Tipos de tratamientos superficiales para mejorar la resistencia a la corrosión

De acuerdo con Grupo Acura (2021), existen tres grandes clasificaciones de tratamientos: los que no alteran la composición material base, y los que sí modifican la estructura química del material base.

Los tratamientos superficiales que no alteran la composición material base, como su nombre lo indica, son los procesos que crean una capa de protección en la superficie para disminuir la probabilidad de que el material base se degrade al tocar una combinación de agentes aceleradores de la corrosión que incluyen la humedad, los químicos corrosivos y los cuerpos de agua salina.

En este grupo, se encuentra, a su vez, otra categorización; ya que se pueden encontrar los siguientes tipos de tratamiento: los térmicos (temples, revenidos y estabilizados), los químicos (desengrasado, fosfatizado, lavado) y los mecánicos (granallado y pulido).

Por otra parte, en los tratamientos superficiales que sí modifican la estructura química. Entre estos, se pueden mencionar los termoquímicos: la carbonitruración, la nitruración, la cementación, la cianuración o la sulfinización.

Finalmente, también se cuenta con los tratamientos superficiales de revestimiento, los cuales forman una nueva capa sobre el material base para cubrir la superficie. Dentro de este grupo se encuentran los siguientes recubrimientos:

- a. Por deposición física, química, de vapor o por plasma.

- b. Por solapado térmico de otros materiales, como el carbono, la plata, la cerámica, el titanio y distintas aleaciones.
- c. Químicos: niquelado, plateado y cromado.
- d. Con pinturas, lacas, plastificados y teflón.

Cabe destacar que, entre todos los tratamientos, el anodizado, la galvanoplastia y el fosfatado son los más utilizados en la industria, para mejorar la protección contra el óxido y prolongar la vida útil del material tratado.

El anodizado consiste en la aplicación de óxido de aluminio con electrólisis y se aplica a metales ligeros como el aluminio y el titanio. La galvanoplastia o *electroplating* es un tratamiento químico en el que se aplica una capa metálica de níquel a la superficie para protegerla de la corrosión. Y, por último, el fosfatado crea una película protectora tras hacer reaccionar la superficie con una solución de uno o más fosfatos de hierro, zinc, magnesio, sodio o amonio.

La ventaja fundamental de estos tratamientos es que optimizan las propiedades anticorrosivas del material; pues, no solo aumentan la vida útil de los componentes, sino que también mejoran su rendimiento en el sector de uso, incluidos la construcción, la medicina y la industria automotriz, entre muchos otros.

2.4. Estándares de calidad para materiales en ambientes hospitalarios

Los estándares para materiales en ambientes hospitalarios son estrictos y están diseñados para garantizar la seguridad, higiene y durabilidad de los equipos y superficies utilizados en el sector de la salud.

Los materiales en estos entornos deben cumplir con altos requisitos de resistencia a la corrosión, limpieza, propiedades antibacteriales y biocompatibilidad para fomentar una infección mínima y fácil desinfección regular.

El acero inoxidable, especialmente en sus aleaciones puras como el tipo 304, se utiliza más frecuentemente debido a su capacidad para cumplir con estas exigencias. Sin embargo, incluso los diseños de muebles más sencillos y comunes tienen una serie de materiales de uso general. En general, estos estándares garantizan que los materiales son no solo funcionales y duraderos, sino también seguros para los entornos críticos de hospitales y clínicas.

Según la Compañía General de Aceros (2024), para establecer los estándares de calidad, se consideran las normas desarrolladas y publicadas por la American Society for Testing and Materials (ASTM); las cuales abarcan aceros al carbono, aleados e inoxidables y especifican los requerimientos de sus composiciones químicas, las propiedades mecánicas, los métodos de ensayo y las dimensiones de los productos de acero.

De acuerdo con dichas normas y lo planteado por JN Aceros (2019), el acero inoxidable 304 es el que, en el ámbito médico, cuenta con una mayor predilección por su alta resistencia a la corrosión, calidades antibacterianas, posibilidad de reutilización y limpieza. Por lo tanto, el uso de este material es ideal en términos de costo, ya que es versátil y rentable debido a su resistencia al calor y la capacidad de ser reciclado.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque metodológico

Para el análisis de los factores que contribuyen a la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México, se desarrolla en la presente investigación una metodología con un enfoque mixto; el cual consiste, según Hernández-Sampieri y Méndez (2018), en una combinación de

procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p.10).

Esto se muestra al evaluar condiciones de uso y mantenimiento del mobiliario, para la identificación de soluciones que mejoren su durabilidad y optimicen los costos de inversión anuales.

Por una parte, se consideran elementos cualitativos para la descripción del mobiliario y las condiciones y causas (ambientales y de manipulación) de la oxidación que este presenta; mientras que, por otra, se aplicarán técnicas cualitativas para establecer estadísticas en cuanto a los costos económicos.

3.2. Diseño de la investigación

Según Sánchez Kohn (2024), los métodos de investigación son un básicos para la construcción del conocimiento válido; por ello, es necesario saber en qué consisten y cómo seleccionar uno es fundamental para todo investigador.

En la presente investigación, de acuerdo con Padilla (2021), se emplea el diseño correlacional transversal, el cual describe la asociación entre dos o más variables en un momento específico. Dado que la durabilidad y la tasa de oxidación de los muebles están influenciadas por factores como las condiciones ambientales, la calidad y el mantenimiento de los productos y el uso diario, el científico podrá correlacionar estas mediciones con los gastos reales de inversión y encontrar la relación más sólida. A través de este método, se puede observar todas las mediciones y sus interacciones sin alterarlas.

3.3. Fuentes de información

3.3.1. Fuentes primarias

Las principales fuentes de información son aquellas observaciones realizadas por el investigador del presente estudio en los quirófanos del Hospital México.

Dicho centro médico se encuentra ubicado en la provincia de San José, en el cantón de San José, en el distrito Uruca. Fundado en 1963, cuenta con las siguientes áreas de cirugía:

Servicio de Anestesia y Cirugía Ambulatoria, Servicio de Cirugía Reconstructiva, Servicio de Vascular Periférico, Servicio de Cirugía General, Servicio de Cirugía Maxilofacial, Servicio de Otorrinolaringología, Servicio de Ortopedia, Neurocirugía, Servicio de Urología, Servicio de Oftalmología, Servicio de

Cirugía Tórax-Cardiovascular, Servicio Trasplante Hepático y Cirugía Hepatobiliar (Caja Costarricense de Seguro Social, 2025).

Para la obtención de datos se toma nota sobre las condiciones de cada uno de los equipos observados y se extraen datos de las entrevistas y encuestas dirigidas a médicos, enfermeras y técnicos de mantenimiento que utilizan y velan por el buen estado de dichos muebles de acero inoxidable. Además, se realizan observaciones directas sobre el estado y uso de los muebles en una sala de operaciones. Y, por último, una entrevista a un experto en muebles de acero inoxidable. Dichas interacciones proporcionan información contextual y situacional real que probablemente afectaría la oxidación de los muebles y, por lo tanto, su durabilidad.

3.3.2. Fuentes secundarias

Como fuentes de información secundarias para la presente investigación se encuentran libros, tesis y artículos científicos con antecedentes teóricos y estudios previos en relación con la oxidación en acero inoxidable, los factores que afectan a la durabilidad del mobiliario y las prácticas de mantenimiento de los mismos en el Hospital México.

3.4. Sujetos de la información

Según Mata (2021), los sujetos de información en una investigación son las personas, grupos o entidades a partir de las cuales se recopilan los datos necesarios para responder a las preguntas del estudio. Es decir, los sujetos de información pueden ser individuos que participan directamente en encuestas, entrevistas u observaciones o pueden ser organizaciones, documentos o eventos que suministren la información pertinente.

En este caso, los informantes son los funcionarios del Hospital México que, a su vez aportan información como fuentes primarias; pues, son tanto quienes se encuentran en contacto y conocen las características y afectaciones del mobiliario como quienes lo utilizan en su quehacer diario.

3.5. Población

Según Chaudhuri (2018), la población es el conjunto de casos que concuerdan con una serie de especificaciones; por lo que, para la presente investigación, la población a considerares el mobiliario de los quirófanos del Hospital México de la Caja Costarricense de Seguro Social.

3.5.1. Muestra

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), una muestra consiste en un subgrupo de la población o universo de interés, de la cual se obtendrán datos pertinentes y deberá ser representativa de dicha población.

La muestra destinada para la presente investigación constará de seis colaboradores del área de mantenimiento del Hospital México.

3.6. Variables

De acuerdo con Parra (2024), las variables en una investigación refieren a los elementos o características que se miden, manipulan o controlan para estudiar su comportamiento y relación con otros factores en el marco del estudio. Estas pueden ser de diferentes tipos, incluidas las variables independientes o dependientes en el caso en que se miden como consecuencia de la manipulación de otras.

Tabla N° 1: Variables

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DESARROLLO DEL PROYECTO (ETAPAS Y ACTIVIDADES)	TÉCNICAS A UTILIZAR	SUJETOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN
<p>Objetivo 1 Identificar los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México, mediante la revisión de informes técnicos y observaciones en el lugar, para la comprensión de las principales causas de deterioro.</p>	<p>Etapa 1: Búsqueda investigativa Actividades: A- Recopilar Información -Documental. -Bibliográfica. B-Recabar evidencia. -Visitas al sitio. -Entrevista. -Encuesta.</p>	<p>1-Indagación institucional, recolección de datos. 2-Investigación del tema. 3- Identificación geográfica del sitio a intervenir. 4-Visitas de campo recolección de información y condicionantes del sitio y su entorno.</p>	<p>-Tesis y artículos científicos relacionados con el tema. - Libros. - Bibliografía. - Encuestas y entrevistas.</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DESARROLLO DEL PROYECTO (ETAPAS Y ACTIVIDADES)	TÉCNICAS A UTILIZAR	SUJETOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN
<p>Objetivo 2 Evaluar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable, utilizando entrevistas al personal y análisis de los procedimientos establecidos, para la determinación de su efectividad en la prevención de la oxidación.</p>	<p>Etapa 2: Procesamiento de información Actividades: A- Análisis de la información y experiencias recopiladas. B- Comparación de los datos. C- Clasificación de la información. D- Definición de los parámetros de medición</p>	<p>Establecer: . Tablas de materiales empleados. . Cuadros de técnicas y procedimientos de mantenimiento. . Técnicas de mantenimiento. . Diagramas. . Esquemas.</p>	<p>-Bibliografía existente -Por consultas a profesionales especializados en la materia. -Material didáctico referente al tema. -Trabajo de producción intelectual de la tesis en curso.</p>
<p>Objetivo 3 Cuantificar el impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable, mediante el análisis de su vida útil y los costos de reposición, para la estimación de los</p>	<p>Etapa 2: Procesamiento de información Actividades: A- Análisis de la durabilidad de los muebles afectados. B- Estimación de costos de reposición. C- Cálculo de los gastos anuales asociados al deterioro.</p>	<p>- Recopilación de datos financieros y operativos. - Análisis de vida útil. - Cálculo de costos anuales.</p>	<p>- Informes financieros del Hospital. - Historial de mantenimiento. - Datos de compras y reposiciones.</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DESARROLLO DEL PROYECTO (ETAPAS Y ACTIVIDADES)	TÉCNICAS A UTILIZAR	SUJETOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN
gastos anuales asociados a su deterioro.			
<p>Objetivo 4 Proponer estrategias de mejora en las prácticas de mantenimiento y selección de materiales, basadas en los resultados del análisis, para el aumento de la durabilidad de los muebles y la optimización de los costos de inversión del Hospital.</p>	<p>Etapa 3: Conceptualización del proyecto. Actividades: A- Reunión de las partes cliente-estudiante y la definición de la idea y su estructura. B- Establecer programa de necesidades específicas del proyecto. C- Producción intelectual y de diseño. D- Presentación del anteproyecto. E- Ajustes y del anteproyecto. F- Presentación del proyecto a nivel de diseño. G- Entrega final del trabajo a la universidad. H- Presentación de la propuesta al Hospital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Planteamiento de propuesta. - Elaboración de plan completo. - Técnicas de presentación digital. - Reuniones presenciales y virtuales. 	<ul style="list-style-type: none"> . Recursos digitales tales como Google Forms. . El sitio y entorno sus condiciones ambientales. . El distrito de Uruca, del cantón de San José, de la provincia de San José. . La zona a intervenir. . Los encargados del mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia, 2024

3.7. Instrumentos de recolección de la información

Los instrumentos en una investigación son las herramientas o técnicas mediante las cuales se recolectan de manera sistemática y confiable los datos necesarios. Estos pueden ser, por ejemplo, encuestas, cuestionarios, entrevistas, guías de observación, pruebas estandarizadas, experimentos, entre otros. La elección del instrumento adecuado se realiza dependiendo del tipo de estudio, las variables a medir y los propósitos planteados.

Dado que la presente investigación es de tipo mixta, se recurre tanto a instrumentos cualitativos como cuantitativos para obtener la información requerida; los cuales se detallan a continuación.

3.7.1. La observación

De acuerdo con Crece Negocios (2023), la técnica de observación consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, comportamientos, eventos, situaciones y otros elementos observables, con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación. La observación es el principal instrumento de recopilación de información de tipo cualitativo y, en esta investigación se realizará sobre las técnicas de limpieza utilizadas en el Hospital ya que esto permite recolectar datos en tiempo real sobre los procedimientos y prácticas efectivas en la gestión de mantenimiento de los muebles de acero inoxidable en el entorno hospitalario.

La validación de estos instrumentos se realiza a través de una revisión experta, lo que permite que cada herramienta produzca datos precisos y consistentes para la investigación de los muebles hospitalarios, para evaluar los procesos de mantenimiento y seguridad en el entorno

3.7.2. *La entrevista*

De acuerdo con Muguira (2023), la entrevista es uno de los métodos cualitativos más utilizados en la investigación; ya que permite recoger y analizar varios elementos, como por ejemplo: la opinión, la actitud, los sentimientos y las representaciones del entrevistado. Por ello, en la presente investigación se realiza una entrevista a expertos en muebles de acero inoxidable ya que proporciona acceso a información especializada y detallada sobre las propiedades, el mantenimiento y la durabilidad de estos materiales en contextos hospitalarios.

3.7.3. *La encuesta*

La encuesta, según Gómez (2021), es un método de recopilación de datos y comentarios por medio de preguntas específicas que se efectúa con el fin de hacer suposiciones sobre una población o una muestra representativa de esta.

Como instrumento de tipo cuantitativo, la encuesta se realiza a los encargados de mantenimiento del Hospital México de Costa Rica, ya que estos tienen el conocimiento práctico y directo sobre el estado y condiciones de muebles de acero inoxidable en el entorno hospitalarios.

3.8. Proceso para la recolección y análisis de datos

El proceso de recolección y análisis de datos en una investigación se puede definir como el conjunto de actividades que persigue obtener, organizar e interpretar la información necesaria para contestar los interrogantes planteados en la investigación. La recolección se lleva a cabo a través de instrumentos como encuestas, entrevistas, observaciones y experimentos, entre otros, según se trate del enfoque y tipo de investigación.

Tal y como lo plantea QuestionPro (2024), el análisis de datos es una ciencia encargada de examinar datos para extraer de ellos conclusiones, a su vez, para una toma de decisiones.

El proceso de recolección de datos de la investigación se basa en el proceso de recopilación de información a través de instrumentos específicos diseñados para responder a las preguntas de la investigación. Dos de los instrumentos más comúnmente utilizados en este contexto de la recolección de datos son la entrevista y la encuesta. Ambos enfoques tienen sus ventajas y desventajas en términos de profundidad de la información, costo, tiempo y sesgo.

El enfoque seleccionado depende de los objetivos de la investigación, el contexto de la población del estudio y las variables de interés. El análisis de datos de la presente investigación incluye dos enfoques esenciales: el análisis estadístico y la triangulación. Aunque la muestra es pequeña, el análisis de la encuesta permitirá contrastar estos datos con las entrevistas y la observación, con el fin de demostrar la validez de los resultados.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados y su análisis, los cuales fueron obtenidos de las entrevistas y encuestas aplicadas a la muestra de investigación.

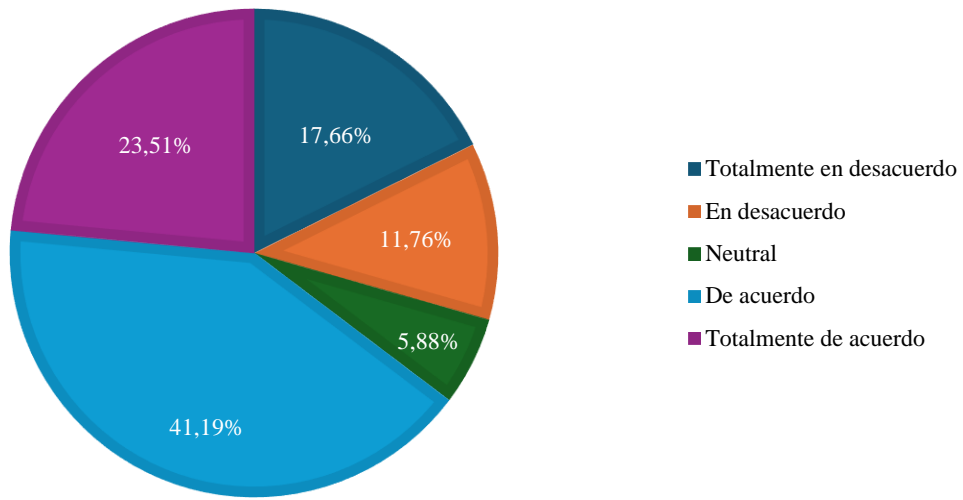
4.1. Resultados obtenidos acerca de los factores que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable

4.1.1. Resultados estadísticos

Se consultó a colaboradores del Hospital México sobre factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable, dando como resultado lo siguiente:

Tal y como se presenta en el gráfico N°1, para la mayoría de los encuestados (64,7%) las condiciones de humedad en la sala de operaciones afectan la durabilidad del acero inoxidable, lo que indica una percepción generalizada de que la humedad tiene un impacto significativo. Un 29,4% no está de acuerdo o está totalmente en desacuerdo, mostrando una minoría que considera lo contrario, mientras que solo un 5,9% se mantiene neutral, evidenciando que la mayoría tiene una opinión clara sobre el tema.

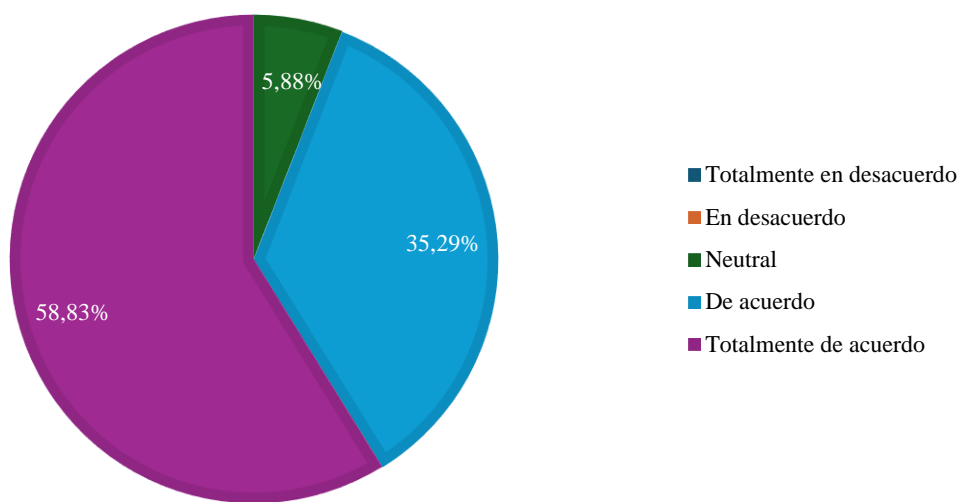
Gráfico N° 1
Influencia de la humedad en los quirófanos
sobre la oxidación del mobiliario



Fuente: Elaboración propia, 2024

Por otra parte, en el gráfico N° 2, se muestra que para la gran mayoría de los encuestados (94,3%) el tipo de productos desinfectantes utilizados en la sala de operaciones puede contribuir al deterioro de los muebles de acero inoxidable, reflejando un fuerte consenso sobre su impacto. No se registraron opiniones en desacuerdo, mientras que solo un 5,9% se mantuvo neutral, evidenciando que casi todos los participantes tienen una opinión clara y definida sobre el tema.

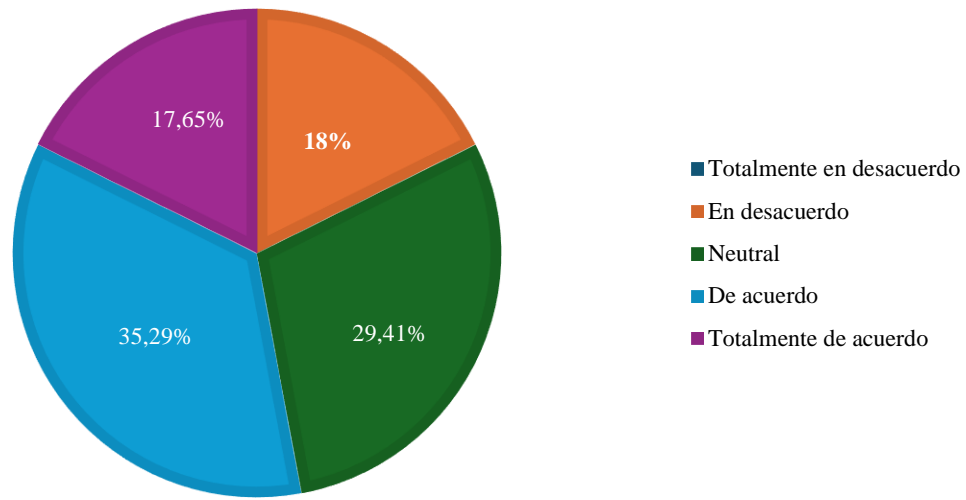
Gráfico N° 2
Influencia de los tipos de productos desinfectantes sobre la oxidación del mobiliario



Fuente: Elaboración propia, 2024

En lo que respecta a la ventilación como un factor que reduce los riesgos de oxidación del mobiliario, como se puede observar en el gráfico N.º 3, para la mayoría de los encuestados (52,9%) la ventilación de la sala de operaciones es adecuada para reducir los riesgos de oxidación en los muebles de acero inoxidable, mientras que un 29,4% se mantiene neutral, mostrando una considerable incertidumbre al respecto. Un 17,6% está en desacuerdo, indicando que una minoría percibe la ventilación como insuficiente. Estos resultados reflejan opiniones divididas, con una mayoría que respalda la adecuación de la ventilación, pero con un nivel significativo de neutralidad y desacuerdo.

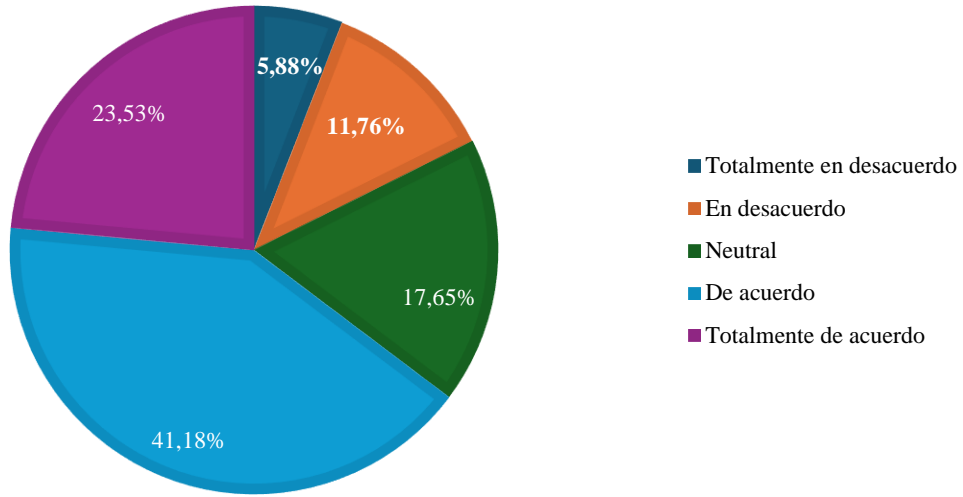
Gráfico N° 3
Opinión sobre la adecuada ventilación
para reducir los riesgos de oxidación del mobiliario



Fuente: Elaboración propia, 2024

En el gráfico N° 4, se puede observar que, para la mayoría de los encuestados (64,7%) los cambios frecuentes de temperatura en la sala de operaciones impactan negativamente en el estado del acero inoxidable, reflejando una percepción generalizada sobre este efecto adverso. Un 17,6% se mantiene neutral, mostrando cierta incertidumbre o falta de una posición definida, mientras que un 17,7% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, indicando que una minoría no percibe un impacto negativo. Estos resultados destacan una tendencia mayoritaria hacia la percepción de un efecto desfavorable de los cambios de temperatura.

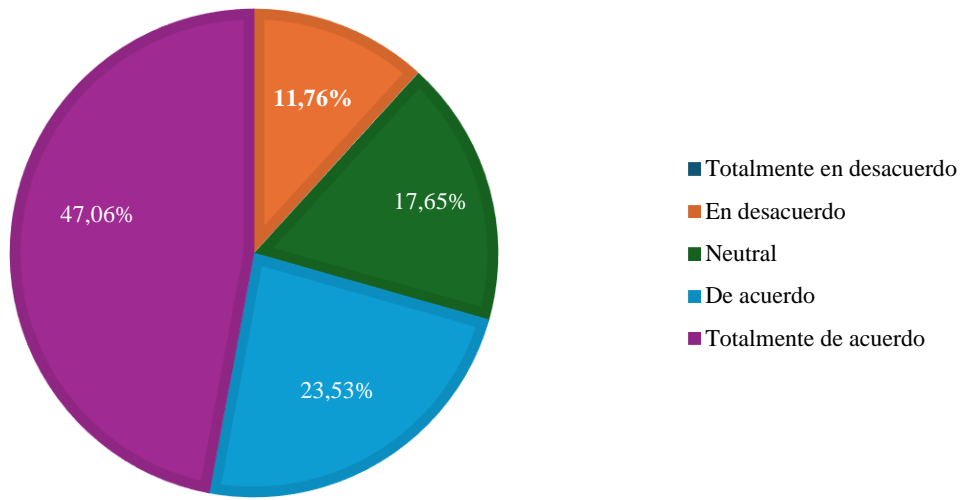
Gráfico N° 4
Influencia de los cambios de temperatura
sobre la oxidación del mobiliario



Fuente: Elaboración propia, 2024

Por último, en el gráfico N° 5, se observa que la mayoría de los encuestados (70,6%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que los factores operativos, como el uso intensivo de los muebles de acero inoxidable, aceleran su desgaste, indicando un amplio reconocimiento de este efecto. Un 17,6% se mantiene neutral, reflejando cierta indecisión, mientras que solo un 11,8% está en desacuerdo. No se registraron respuestas de total desacuerdo. Estos resultados subrayan una percepción generalizada sobre la influencia negativa del uso intensivo en la durabilidad del acero inoxidable.

Gráfico N° 5
Influencia de los factores operativos sobre la oxidación del mobiliario



Fuente: elaboración propia, 2025

4.1.2. Resultados de la entrevista

A continuación, se presentan los resultados de la implementación de la entrevista:

El análisis de los factores que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México revela varios elementos importantes relacionados tanto con las condiciones ambientales como con las prácticas operativas.

Los expertos entrevistados destacaron que la humedad es uno de los principales factores que favorecen la corrosión del acero inoxidable. La presencia constante de humedad, combinada con una inadecuada ventilación o condiciones de alta temperatura, puede acelerar este proceso. Cuando las superficies de acero inoxidable no se secan correctamente tras la limpieza o si existe alguna fuga de agua, el acero se ve más vulnerable a la oxidación.

Las fluctuaciones de temperatura dentro de las salas de operaciones también juegan un papel importante, ya que generan expansión y contracción del material, lo que debilita la estructura y facilita el daño. Estos factores, si no se controlan adecuadamente, pueden hacer que la oxidación ocurra más rápidamente, comprometiendo la integridad de los muebles.

Otro elemento señalado por los entrevistados es el uso de productos químicos para la limpieza y desinfección. Aunque estos productos son esenciales para mantener un ambiente estéril en las salas de operaciones, su uso incorrecto puede tener efectos negativos en la durabilidad del acero inoxidable.

En particular, productos como el cloro, los detergentes alcalinos fuertes y el peróxido de hidrógeno pueden dañar las superficies si no se enjuagan y secan adecuadamente. La exposición constante a estos productos sin un adecuado enjuague puede provocar una oxidación acelerada, y si se utilizan productos no formulados específicamente para metales, el riesgo de corrosión se incrementa. Esto resalta la importancia de seguir las recomendaciones de los fabricantes para evitar daños en los muebles y superficies metálicas.

Por otra parte, la ventilación en las salas de operaciones también es fundamental para prevenir la corrosión. Un ambiente mal ventilado puede acumular humedad y residuos de productos químicos, creando un caldo de cultivo ideal para la corrosión. Además, la acumulación de patógenos como bacterias y hongos no solo afecta la durabilidad de los muebles, sino que también puede poner en peligro la seguridad de los insumos y equipos almacenados en estas superficies. La combinación de una ventilación deficiente y una limpieza inadecuada acelera el proceso de oxidación, afectando tanto la estética como la funcionalidad de los muebles en el entorno hospitalario.

En cuanto a las prácticas de desinfección, si bien son esenciales para mantener la esterilidad en las salas de operaciones, el uso frecuente de productos agresivos sin un secado

adecuado también contribuye a la oxidación del acero inoxidable. La acumulación de residuos de estos productos, sumada a la humedad residual, crea un entorno propenso a la corrosión. Para evitar esto, es fundamental aplicar los productos de limpieza de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, asegurándose de que las superficies se enjuaguen correctamente y se sequen completamente. Sin embargo, algunos de los entrevistados mencionaron que en ocasiones las prácticas de desinfección se estandarizan sin considerar las características específicas de los materiales y el entorno, lo que puede llevar a un deterioro prematuro.

Finalmente, la calidad del acero inoxidable es un factor determinante en la resistencia a la oxidación. El tipo de aleación utilizado influye considerablemente en la durabilidad del material. Por ejemplo, el acero inoxidable de grado 304 es más susceptible a la corrosión en comparación con el de grado 316, que contiene un mayor porcentaje de molibdeno y, por lo tanto, es más resistente.

La calidad de los acabados y las soldaduras también son aspectos cruciales; si estos no son realizados correctamente, pueden ser puntos débiles que favorezcan la formación de corrosión. Los entrevistados coincidieron en que los muebles fabricados con acero inoxidable de alta calidad y bajo normas estrictas tienen una vida útil más larga y son más resistentes a los daños causados por agentes corrosivos. Sin embargo, el uso de materiales de menor calidad o la fabricación deficiente aumenta la susceptibilidad al deterioro, lo que pone en riesgo la seguridad de los pacientes y el buen funcionamiento de las operaciones.

Los factores que afectan la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México son diversos y están interrelacionados. La humedad, los productos de limpieza inadecuados, la falta de ventilación, las prácticas de desinfección y la calidad del material son los elementos clave que impactan la durabilidad de los muebles.

Identificar y abordar estos factores es fundamental para reducir la oxidación y garantizar que los muebles de acero inoxidable en el Hospital mantengan su funcionalidad y seguridad durante más tiempo.

4.1.3. Análisis de los resultados con respecto a los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación del mobiliario

Para el objetivo "Identificar los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México", se brinda una visión detallada de las principales causas de deterioro que afectan la durabilidad de estos muebles en un entorno hospitalario. A través de este análisis, se destacan los factores clave y sus implicaciones en la oxidación, lo que permite identificar áreas de mejora en las prácticas de mantenimiento y gestión ambiental dentro del hospital.

En primer lugar, la humedad se presenta como un factor determinante para la corrosión del acero inoxidable, con un 64,7% de los encuestados coincidiendo en su relevancia. Este consenso subraya la percepción generalizada de que la presencia constante de humedad, cuando no se controla adecuadamente, favorece la oxidación.

Los expertos entrevistados refuerzan este hallazgo indicando que la humedad, en combinación con una ventilación deficiente o una limpieza inadecuada, genera un ambiente propenso a la corrosión. La humedad acelera la oxidación, especialmente cuando las superficies metálicas no se secan de manera adecuada o cuando existen filtraciones de agua. Este factor destaca como una prioridad en las estrategias de mantenimiento, que deben enfocarse en controlar la humedad para preservar la integridad de los muebles.

Los productos desinfectantes también juegan un papel fundamental en la aceleración del deterioro del acero inoxidable. Un 94,3% de los encuestados concuerda en que estos

productos contribuyen al deterioro de las superficies metálicas, particularmente los productos agresivos como el cloro, detergentes alcalinos y peróxido de hidrógeno.

Los especialistas enfatizan que el uso incorrecto de estos productos, o la falta de un adecuado enjuague y secado, puede intensificar el proceso de oxidación. Este hallazgo resalta la necesidad de implementar procedimientos estrictos para la correcta aplicación de productos de limpieza y garantizar un adecuado enjuague y secado de los muebles, con el fin de minimizar su deterioro.

En cuanto a la ventilación, los resultados son más variados. Un 52,9% de los encuestados considera que la ventilación es adecuada para reducir los riesgos de oxidación, mientras que un 17,6% opina que es insuficiente. Este 17,6% refleja preocupaciones sobre un ambiente saturado de humedad y contaminantes.

Todos los entrevistados también coinciden en que una ventilación inadecuada favorece la acumulación de humedad y residuos químicos, lo que acelera la corrosión y aumenta los riesgos para la seguridad en el ambiente hospitalario. La revisión y mejora de las condiciones de ventilación en las salas de operaciones se presenta como una medida importante para optimizar la durabilidad de los muebles y garantizar un entorno más seguro y saludable.

Las fluctuaciones frecuentes de temperatura son otro factor significativo que afecta la durabilidad de los muebles de acero inoxidable. El 64,7% de los encuestados está de acuerdo en que las variaciones térmicas favorecen el deterioro del material, ya que provocan expansión y contracción, lo que debilita las estructuras metálicas.

A su vez, los especialistas coinciden en que, si no se gestionan adecuadamente las fluctuaciones térmicas, el material se vuelve más susceptible al daño. Este resultado sugiere

que un control más consistente de la temperatura en las salas de operaciones podría ser beneficioso para preservar la integridad de los muebles y reducir los efectos del desgaste.

El uso intensivo de los muebles en el entorno hospitalario también contribuye al desgaste acelerado del acero inoxidable. Un 70,6% de los encuestados señala que el uso constante de los muebles aumenta su deterioro. Este factor es respaldado por los expertos, quienes subrayan que la presión constante a la que se someten los muebles, debido al contacto frecuente con equipos y personal, incrementa el riesgo de daños y, por ende, de corrosión. La gestión operativa también debe considerar este aspecto y buscar formas de reducir la sobrecarga de los muebles, garantizando su durabilidad a largo plazo.

Además de estos factores ambientales y operativos, las entrevistas con expertos destacan la importancia de la calidad del material utilizado en la fabricación de los muebles. El acero inoxidable de baja calidad o con acabados deficientes puede ser más susceptible a la oxidación. Por ello, se recomienda utilizar acero inoxidable de alta calidad, como el grado 316, que es más resistente a la corrosión y asegurar que los procesos de fabricación cumplan con estrictos estándares de calidad.

Los factores ambientales como la humedad, las fluctuaciones de temperatura y la ventilación, así como los factores operativos como el uso intensivo y el impacto de los productos desinfectantes, son determinantes en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México. Identificar estos factores y comprender sus causas es crucial para implementar medidas preventivas y correctivas que prolonguen la vida útil de los muebles y mejoren tanto la seguridad como la eficiencia del entorno hospitalario.

4.2. Resultados obtenidos acerca de las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable

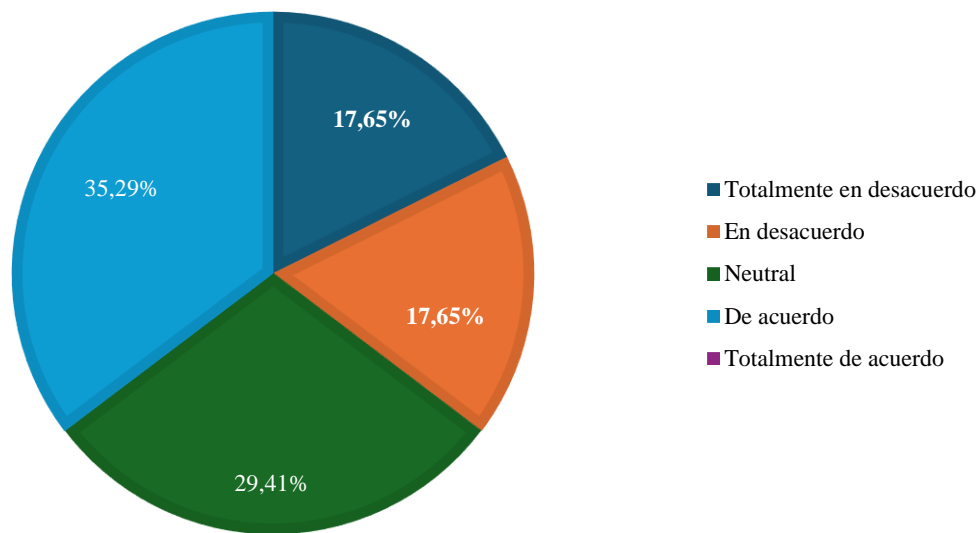
4.2.1. Resultados estadísticos en cuanto a las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable

Los resultados obtenidos en relación con la efectividad de las prácticas actuales de limpieza y desinfección para prevenir la oxidación del acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México muestran una diversidad de opiniones entre los encuestados.

Como se observa en el gráfico N° 6, un 35,4% de los participantes está de acuerdo con que las prácticas actuales son efectivas, lo que indica que una porción significativa considera que los procedimientos de limpieza y desinfección contribuyen a mantener la integridad de los muebles de acero inoxidable y prevenir su oxidación. Sin embargo, la respuesta no es completamente unánime.

Un 17,6% de los encuestados se muestra totalmente en desacuerdo y otro 17,6% en desacuerdo, lo que refleja preocupaciones sobre la efectividad de estas prácticas. Estos porcentajes sugieren que hay una percepción crítica sobre cómo se están llevando a cabo las labores de limpieza, lo que podría indicar la necesidad de revisar y mejorar los protocolos existentes. Además, un 29,4% de los encuestados se mantiene neutral, lo que refleja incertidumbre o falta de claridad sobre la eficiencia de las prácticas de desinfección en relación con la prevención de la oxidación.

Gráfico N° 6
Efectividad de las prácticas actuales de limpieza y desinfección

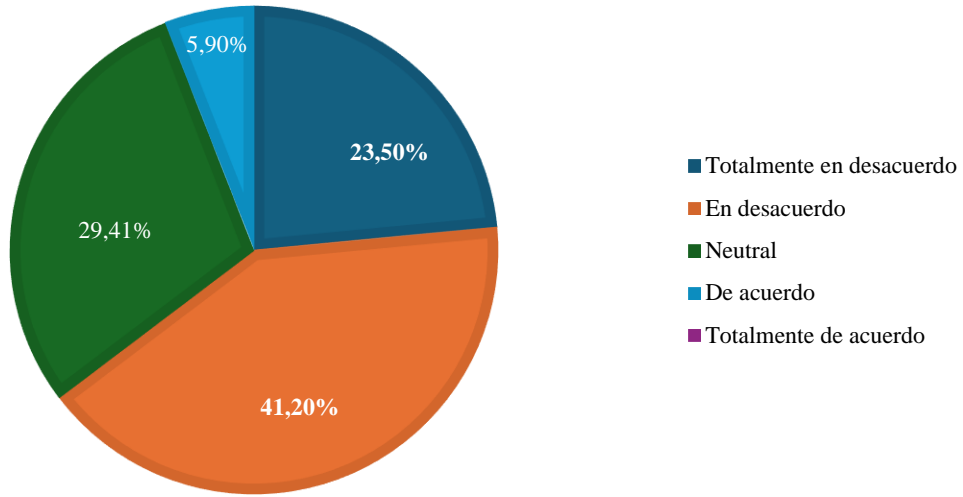


Fuente: Elaboración propia, 2024

Los resultados obtenidos, en relación con la idoneidad de los productos utilizados para la limpieza del mobiliario, presenta un 23,5% de los participantes se muestra totalmente en desacuerdo con ello, lo que sugiere una fuerte discrepancia con respecto a su validez o efectividad. Además, un 41,2% de los encuestados está en desacuerdo, lo que refuerza la percepción de que la selección de productos en cuestión no es considerada adecuada o eficaz por una mayoría significativa de los participantes.

Por otro lado, un 29,4% se mantiene neutral, lo que podría indicar una falta de certeza o información suficiente sobre el tema evaluado. Solo un 5,9% de los encuestados está de acuerdo, lo que representa una minoría. Ningún encuestado expresó estar totalmente de acuerdo con la afirmación, lo que resalta una falta de apoyo total hacia la práctica evaluada. Todos estos datos se pueden observar plasmados en el gráfico N° 7.

Gráfico N° 7
Idoneidad de los productos de limpieza
utilizados actualmente

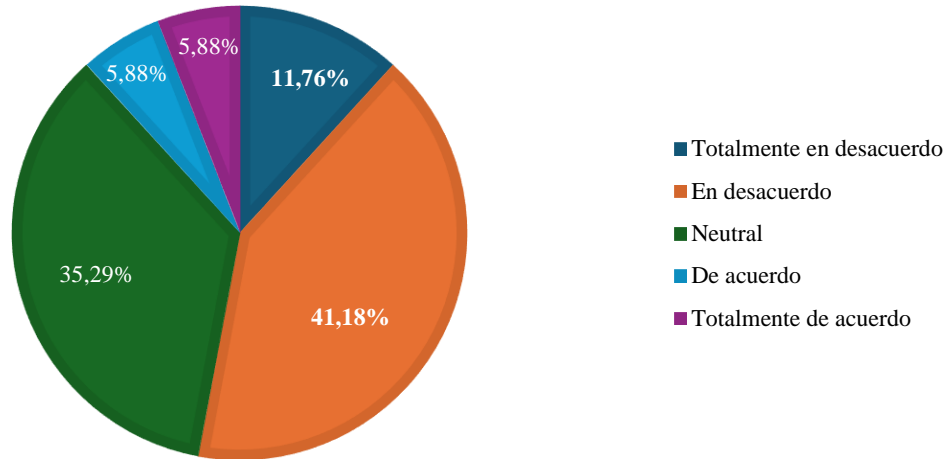


Fuente: Elaboración propia, 2024

En lo referente a la frecuencia del mantenimiento de los muebles de acero inoxidable en relación con la prevención de la oxidación muestran una diversidad de opiniones entre los encuestados. Tal y como se muestra en el gráfico N° 8, un 41,2% de los participantes está en desacuerdo con la afirmación de que la frecuencia del mantenimiento es suficiente para evitar la oxidación, lo que indica que una mayoría considera que la periodicidad de los mantenimientos no es adecuada. Además, un 11,8% está totalmente en desacuerdo, lo que refleja una percepción aún más negativa sobre la suficiencia de los mantenimientos.

Por otro lado, un 35,3% de los encuestados se mantiene neutral, lo que sugiere una falta de certeza o conocimiento sobre la adecuación de la frecuencia del mantenimiento. Solo un pequeño porcentaje, el 5,9%, considera que la frecuencia de los mantenimientos es suficiente, con un 5,9% de los encuestados de acuerdo y otro 5,9% totalmente de acuerdo.

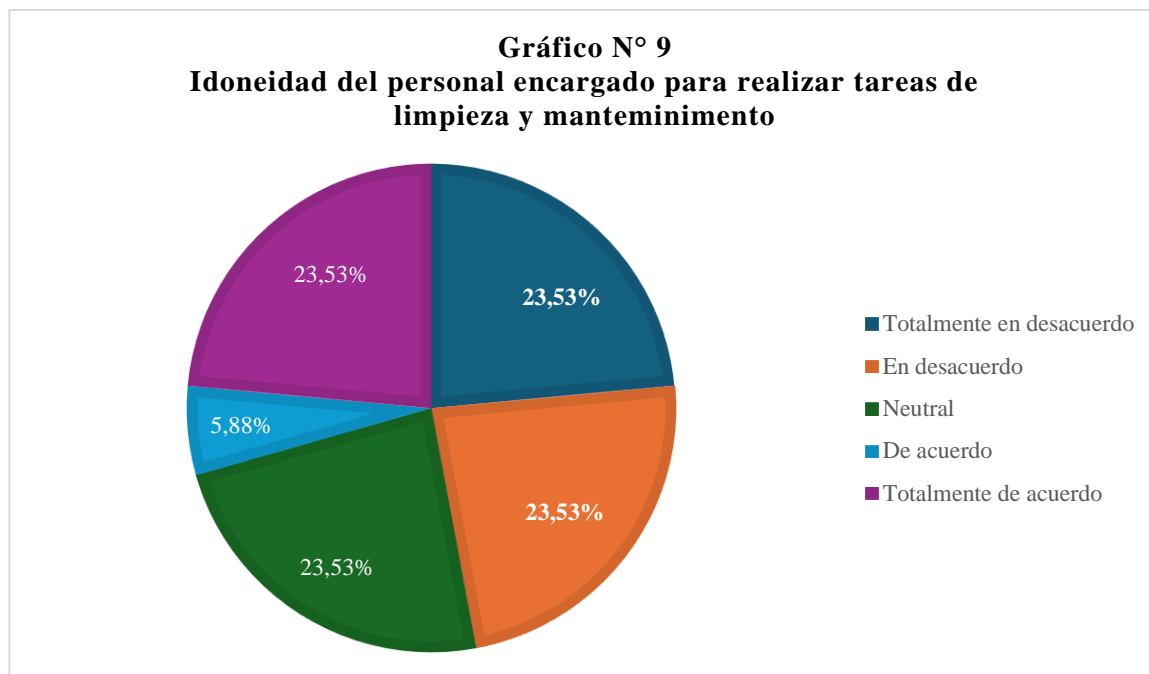
Gráfico N° 8
Valoración sobre la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento del mobiliario para evitar la oxidación



Fuente: Elaboración propia, 2024

Como se muestra en el gráfico N° 9, los resultados sobre la capacitación del personal para realizar correctamente las tareas de limpieza y mantenimiento de los muebles de acero inoxidable en el hospital muestran una distribución diversa de opiniones. Un 23,5% de los encuestados está totalmente en desacuerdo y otro 23,5% está en desacuerdo, lo que indica que una porción significativa de los participantes considera que no están adecuadamente capacitados para llevar a cabo estas tareas de manera correcta.

Además, un 23,5% se mantiene neutral, lo que sugiere incertidumbre o falta de claridad sobre su nivel de capacitación. Solo un 6% de los encuestados está de acuerdo, y un 23,5% considera que está totalmente de acuerdo con estar capacitado para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento.

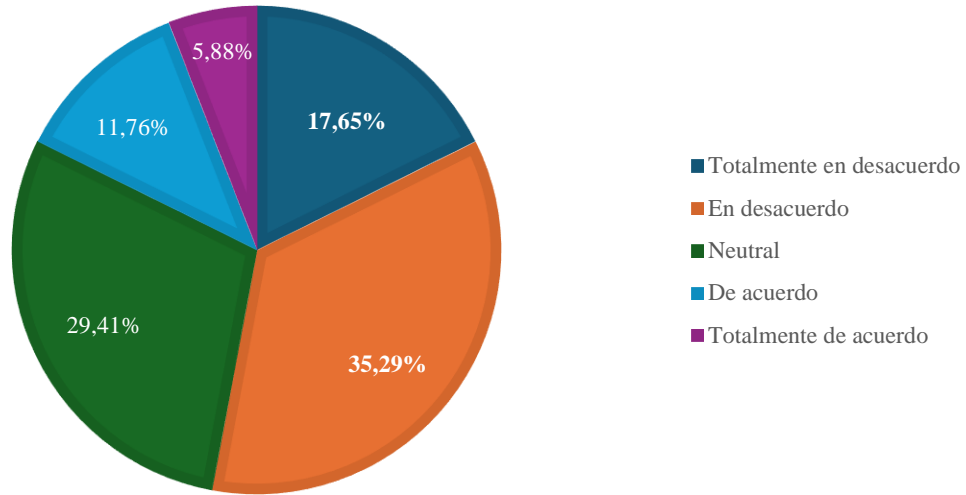


Fuente: Elaboración propia, 2024

Sobre la claridad y facilidad de seguimiento de los procedimientos establecidos para el mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable revelan una percepción mayormente negativa entre los encuestados. Como se evidencia en el gráfico N° 10, un 35,3% está en desacuerdo con la afirmación, y un 17,6% está totalmente en desacuerdo, lo que indica que una porción significativa de los participantes considera que los procedimientos no son claros o fáciles de seguir.

Por otro lado, un 29,4% se mantiene neutral, lo que sugiere una falta de certeza o experiencia para juzgar la claridad de los procedimientos. Solo un 11,8% de los encuestados está de acuerdo, y un 5,9% considera que los procedimientos son totalmente claros y fáciles de seguir.

Gráfico N° 10
Precisión de los procedimientos establecidos para el mantenimiento y limpieza del mobiliario



Fuente: Elaboración propia, 2024

4.2.2. Resultados de las entrevistas

Los resultados obtenidos de las entrevistas relacionadas con el objetivo de evaluar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones muestran perspectivas diversas entre los entrevistados.

En cuanto a las técnicas y productos de limpieza, el primer entrevistado menciona que generalmente se utiliza alcohol para la limpieza, mientras que el segundo entrevistado detalla el uso de detergentes neutros y desinfectantes hospitalarios, complementados con paños de microfibra para el secado, aunque indica que no siempre se realiza un enjuague adecuado después de aplicar los productos químicos. El tercer entrevistado señala que no tiene conocimiento sobre los productos utilizados, ya que no hay relación directa con su subárea de equipo médico; por lo que, en las siguientes consultas que se le realizan sobre el tema, tampoco puede externar su parecer.

Respecto a la efectividad de las prácticas de limpieza actuales, el primer entrevistado destaca la colaboración del departamento de infectología, lo que asegura que los productos utilizados sean uniformes y prevengan posibles focos de infección. Mientras que, el segundo entrevistado, por su parte, opina que las prácticas actuales son funcionales, pero considera que la falta de un protocolo específico para el manejo del acero inoxidable podría ser un problema. Además, sugiere implementar un monitoreo del enjuague y secado, así como utilizar productos menos corrosivos.

Sobre la frecuencia de las inspecciones y el mantenimiento preventivo, el primer entrevistado señala que son los mismos usuarios de los servicios quienes velan por el mantenimiento, y en caso de daños, se informa al superior para su reparación. Y el segundo menciona que las inspecciones se realizan trimestralmente, pero considera que esto podría ser insuficiente, sugiriendo que las revisiones mensuales serían más adecuadas para detectar daños o corrosión temprana.

Sobre los problemas recurrentes en los procedimientos de limpieza que podrían contribuir a la oxidación, el primer entrevistado no ha observado problemas significativos, destacando que el aumento de áreas estériles ha fomentado el uso adecuado de los muebles y su limpieza en áreas ventiladas. Mientras que, el segundo entrevistado, sin embargo, identifica el uso excesivo de productos químicos y la falta de un enjuague completo como problemas recurrentes, además de señalar que no siempre se seca inmediatamente el mobiliario después de la limpieza.

Finalmente, en cuanto a la capacitación recibida por los encargados de la limpieza, el primer entrevistado menciona que, al asignar las áreas de servicio, se ofrece una capacitación general sobre el uso adecuado de las áreas y las tareas correspondientes. Y el segundo entrevistado señala que la capacitación es de carácter general y no específica para el manejo

del acero inoxidable, sugiriendo que sería beneficioso ofrecer talleres específicos sobre técnicas de limpieza, tipos de productos adecuados y manejo de superficies sensibles.

4.2.3. Análisis de los resultados

El análisis de los resultados obtenidos en relación con el objetivo de evaluar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones revela una percepción diversa sobre la efectividad de las prácticas utilizadas. En primer lugar, la mayoría de los encuestados muestra preocupaciones sobre la efectividad de las prácticas actuales.

Aunque un 35,4% considera que las prácticas de limpieza y desinfección contribuyen a mantener la integridad de los muebles de acero inoxidable, una parte significativa de los encuestados (35,2%) manifiesta desacuerdo, lo que sugiere que no todos perciben las prácticas como efectivas. Esta disparidad destaca la necesidad de revisar y mejorar los protocolos establecidos para garantizar una limpieza más adecuada y eficiente, especialmente en lo que respecta a la prevención de la oxidación.

En cuanto a la frecuencia del mantenimiento, los resultados muestran que un 41,2% de los encuestados considera que la frecuencia actual de las inspecciones y mantenimientos es insuficiente para prevenir la oxidación, lo que subraya una inquietud común sobre la periodicidad de los mantenimientos preventivos. Esto está en línea con la sugerencia de varios participantes que consideran que la frecuencia de las revisiones debería ser mensual en lugar de trimestral, para detectar de manera más temprana cualquier indicio de corrosión o daño en los muebles de acero inoxidable.

Otro aspecto clave abordado en los resultados es la capacitación del personal encargado de las tareas de limpieza. Un porcentaje importante de los encuestados,

específicamente un 47% (23,5% en desacuerdo y 23,5% totalmente en desacuerdo), considera que la capacitación es insuficiente.

Esto resalta una clara oportunidad de mejora en cuanto a la formación específica para el manejo de acero inoxidable, con una necesidad evidente de ofrecer talleres especializados que incluyan técnicas adecuadas de limpieza, el uso de productos específicos y la correcta gestión de superficies sensibles. La falta de capacitación especializada podría estar contribuyendo a la insuficiencia en la prevención de la oxidación.

Además, los procedimientos establecidos para el mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable también muestran áreas de mejora. Un 35,3% de los encuestados considera que los procedimientos no son claros ni fáciles de seguir, lo que refleja una posible falta de estandarización o claridad en los procesos. La necesidad de revisar y estandarizar estos procedimientos es evidente para asegurar que todo el personal esté alineado con las mejores prácticas y que no se generen inconsistencias en su aplicación.

Por último, los resultados de las entrevistas proporcionan detalles adicionales sobre la implementación práctica de estas actividades en el hospital. Si bien algunos entrevistados destacan la colaboración interdepartamental y las técnicas de limpieza básicas utilizadas, como el alcohol y detergentes neutros, también surgen preocupaciones sobre la falta de un protocolo específico para el manejo del acero inoxidable y la insuficiente supervisión del enjuague y secado tras la aplicación de productos químicos. Estos hallazgos refuerzan las conclusiones de la encuesta, indicando que las prácticas actuales no están completamente alineadas con los estándares de calidad requeridos para evitar la oxidación del acero inoxidable.

4.3. Impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable

El análisis del impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones del Hospital México, centrado en la estimación de la vida útil de los muebles y los costos asociados a su reposición, se divide en varios aspectos clave, tales como el costo directo de la reposición, el impacto sobre la vida útil y los gastos anuales relacionados con el deterioro. A continuación, se expone un análisis detallado de estos resultados en términos de colones costarricenses.

4.3.1. Vida útil de los muebles de acero inoxidable

La vida útil de los muebles de acero inoxidable está directamente vinculada a la efectividad de las prácticas de mantenimiento y limpieza, así como a factores ambientales como la exposición a la humedad, productos químicos y frecuencia de uso. En el caso específico del Hospital México, los muebles de acero inoxidable se consideran fundamentales para garantizar un entorno estéril y seguro en las salas de operaciones. Sin embargo, la presencia de oxidación, ya sea visible o en fase temprana, afecta considerablemente la durabilidad de estos muebles.

Los datos sobre la vida útil obtenidos en la investigación muestran que, en promedio, los muebles de acero inoxidable de la sala de operaciones presentan una vida útil de aproximadamente siete a diez años en condiciones ideales de mantenimiento. No obstante, cuando hay una exposición constante a agentes corrosivos o prácticas de limpieza inadecuadas, esta vida útil puede reducirse significativamente, llegando a un promedio de 5 a 6 años. Este deterioro acelerado implica una frecuencia más alta en la reposición de estos muebles.

4.3.2. Costos de reposición de los muebles de acero inoxidable

Los costos de reposición están asociados a varios factores, incluyendo el tipo de mobiliario (mesas quirúrgicas, bancos, estanterías y otros), la calidad del acero inoxidable utilizado y el proveedor seleccionado. Basado en estimaciones del mercado, el costo promedio de reposición de un mueble de acero inoxidable de tamaño mediano, adecuado para una sala de operaciones, es de aproximadamente de ¢1 500 000 a ¢2 500 000.

Si se considera que, en promedio, cada mueble tiene que ser reemplazado cada seis años debido a la oxidación y otros factores, el gasto anual asociado a la reposición de un solo mueble sería de ¢250 000 a ¢416 666, dependiendo del costo inicial y de la frecuencia con la que los muebles lleguen a deteriorarse por oxidación.

4.3.3. Estimación de los gastos anuales asociados al deterioro

Para calcular los gastos anuales asociados al deterioro de los muebles de acero inoxidable, es necesario tener en cuenta la cantidad de muebles en la sala de operaciones y el grado de oxidación observado en la muestra estudiada.

A continuación, se describe el cálculo de los gastos anuales estimados, tomando como referencia un conjunto de muebles y sus respectivas tasas de deterioro.

Ejemplo de cálculo para un conjunto de 10 muebles:

Costo promedio de reposición por mueble: ¢2 000 000

Vida útil promedio de los muebles sin oxidación: 7 años

Gasto anual por mueble debido a la oxidación: $\text{¢}2\,000\,000 / 7 \text{ años} = \text{¢}285\,714$

Gasto anual total para 10 muebles: $10 \times \text{¢}285\,714 = \text{¢}2\,857\,140$

Este gasto anual se incrementa si la vida útil de los muebles disminuye debido a la oxidación, ya que la frecuencia de reposición se acelera. Por ejemplo, si los muebles deben

ser reemplazados cada 5 años debido a un alto grado de oxidación, el cálculo sería el siguiente:

Costo promedio de reposición por mueble: ₡2 000 000

Vida útil promedio reducida por oxidación: 5 años

Gasto anual por mueble debido a la oxidación: ₡2 000 000 / 5 años = ₡400 000.

Gasto anual total para 10 muebles: 10 x ₡400 000 = ₡4 000 000.

4.3.4. Impacto en los costos de mantenimiento

Además de los costos de reposición, la oxidación también genera gastos adicionales relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. Estos costos se incrementan cuando los muebles comienzan a deteriorarse debido a la falta de limpieza adecuada o la corrosión acelerada. Entre los gastos asociados al mantenimiento preventivo de los muebles de acero inoxidable se incluyen productos químicos para la limpieza (desinfectantes, detergentes neutros), materiales de secado (paños de microfibra), así como el tiempo de trabajo del personal de mantenimiento.

El costo anual promedio de mantenimiento preventivo por mueble podría oscilar entre ₡50 000 y ₡80 000, dependiendo de la frecuencia de las labores de limpieza y el tipo de productos utilizados.

Cálculo de los costos de mantenimiento anual para 10 muebles:

Costo de mantenimiento preventivo por mueble: ₡60 000.

Costo de mantenimiento anual total para 10 muebles: 10 x ₡60 000 = ₡600 000.

4.3.5. Costo total anual asociado a la oxidación

Al combinar los costos de reposición y mantenimiento preventivo, se obtiene un costo anual total asociado al impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable:

Caso 1: Si la vida útil es de 7 años (sin oxidación significativa).

Gasto anual por reposición (10 muebles): ¢2 857 140.

Gasto anual en mantenimiento preventivo (10 muebles): ¢600 000.

Costo anual total: ¢3 457 140.

Caso 2: Si la vida útil se reduce a 5 años debido a la oxidación.

Gasto anual por reposición (10 muebles): ¢4 000 000.

Gasto anual en mantenimiento preventivo (10 muebles): ¢600 000.

Costo anual total: ¢4 600 000.

4.3.6. Análisis del impacto de la oxidación

Los resultados de este análisis evidencian que la oxidación de los muebles de acero inoxidable tiene un impacto significativo en los costos operativos del Hospital México, tanto en términos de reposición como de mantenimiento preventivo. En un escenario de oxidación moderada, los gastos anuales pueden ascender a ¢3457 140 por un conjunto de 10 muebles. Si la oxidación reduce la vida útil de los muebles a 5 años, este costo anual se incrementa a ¢4 600 000.

Para mitigar estos costos, es fundamental revisar y mejorar las prácticas de mantenimiento, limpieza y capacitación del personal para prevenir la oxidación y prolongar la vida útil de los muebles de acero inoxidable en los quirófanos.

4.4. Estrategias de mejora en las prácticas de mantenimiento y selección de materiales

Para aumentar la durabilidad de los muebles de acero inoxidable y optimizar los costos de inversión en el Hospital México, las siguientes estrategias de mejora están basadas en los resultados del análisis de factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles:

4.4.1. Control de la humedad

a) Estrategia:

Implementar un sistema de control de humedad eficiente en las salas de operaciones. La humedad es uno de los principales factores identificados en el deterioro de los muebles. Se recomienda instalar deshumidificadores de alta capacidad y mantener niveles de humedad controlados mediante sensores automáticos.

b) Acciones específicas:

- Realizar mediciones periódicas de la humedad relativa y ajustar la ventilación según sea necesario.
- Mejorar el mantenimiento de las instalaciones para evitar filtraciones de agua.
- Evaluar la ubicación y el rendimiento de los sistemas de climatización para garantizar una circulación de aire constante.

c) Impacto esperado:

La reducción de la humedad controlará significativamente la corrosión y prolongará la vida útil de los muebles.

4.4.2. Revisión de productos desinfectantes

a) Estrategia:

Desarrollar un protocolo de limpieza más adecuado para el acero inoxidable, minimizando el uso de productos desinfectantes agresivos que aceleran la oxidación, como el cloro, detergentes alcalinos y peróxido de hidrógeno.

b) Acciones específicas:

- Identificar y utilizar productos de limpieza menos abrasivos y más apropiados para el acero inoxidable.
- Garantizar un adecuado enjuague y secado tras la aplicación de cualquier producto de limpieza.
- Capacitar al personal en el uso correcto de los productos de limpieza y en la importancia de no dejar residuos químicos en las superficies.

c) Impacto esperado:

La implementación de un protocolo adecuado reducirá el daño causado por productos desinfectantes y evitará un desgaste acelerado del material.

4.4.3. Mejora de la ventilación

a) Estrategia:

Optimizar la ventilación en las salas de operaciones para asegurar que el aire circule adecuadamente y se evite la acumulación de humedad y contaminantes.

b) Acciones específicas:

- Realizar una evaluación técnica del sistema de ventilación actual y ajustarlo según los hallazgos.

- Asegurar que el sistema de ventilación tenga suficiente capacidad para mantener un ambiente sin humedad excesiva.
- Programar inspecciones periódicas para asegurar el funcionamiento eficiente de la ventilación.

c) Impacto esperado:

Una mejor ventilación reducirá la acumulación de humedad y residuos, lo que disminuirá el riesgo de oxidación y garantizará un entorno más seguro y saludable.

4.4.4. Control de fluctuaciones de temperatura

a) Estrategia:

Establecer un sistema de control de temperatura más estable en las salas de operaciones para minimizar las fluctuaciones térmicas que afectan la estructura del acero inoxidable.

b) Acciones específicas:

- Regular la temperatura de las salas de operaciones para evitar cambios bruscos.
- Instalar termómetros y sistemas de control de temperatura automatizados.
- Establecer procedimientos para monitorear la temperatura y ajustar la climatización según sea necesario.

c) Impacto esperado:

La estabilización de la temperatura minimizará el impacto de las fluctuaciones térmicas, lo que aumentará la durabilidad de los muebles.

4.4.5. Mantenimiento preventivo más frecuente

a) Estrategia:

Aumentar la frecuencia de los mantenimientos preventivos para detectar la oxidación en etapas tempranas y evitar daños mayores.

b) Acciones específicas:

- Establecer una programación de mantenimiento mensual en lugar de trimestral para realizar inspecciones exhaustivas y detectar posibles signos de corrosión.
- Implementar un sistema de seguimiento de las condiciones de los muebles para anticipar problemas antes de que se conviertan en reparaciones costosas.

c) Impacto esperado:

La detección de problemas tempranamente, lo que reducirá el costo de reparaciones mayores y prolongará la vida útil de los muebles.

4.4.6. Capacitación del personal

a) Estrategia:

Mejorar la capacitación del personal encargado del mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable, para que puedan aplicar las mejores prácticas y prevenir la oxidación.

b) Acciones específicas:

- Desarrollar y ofrecer talleres especializados en la limpieza y el mantenimiento adecuado del acero inoxidable.

- Instruir al personal sobre el uso correcto de productos de limpieza, la importancia de un buen secado y las técnicas apropiadas para evitar daños en las superficies.
- Realizar evaluaciones periódicas para asegurar que el personal esté aplicando correctamente los procedimientos.

c) Impacto esperado:

Un personal capacitado podrá aplicar técnicas de limpieza y mantenimiento más eficientes, lo que reducirá la incidencia de oxidación y alargará la vida útil de los muebles.

4.4.7. Selección de materiales de alta calidad

a) Estrategia:

Asegurar que los muebles de acero inoxidable sean fabricados con materiales de alta calidad (grado 316) que sean más resistentes a la corrosión.

b) Acciones específicas:

- Revisión de las especificaciones del material utilizado para fabricar los muebles y cambiar a acero inoxidable de mayor resistencia si es necesario.
- Establecer relaciones con proveedores que garanticen la calidad del material.

c) Impacto esperado:

La disminución de la susceptibilidad a la oxidación y mejorará la durabilidad de los muebles a largo plazo.

4.4.8. Estandarización de procedimientos de mantenimiento y limpieza

a) Estrategia:

Estandarizar los procedimientos de mantenimiento y limpieza para que todo el personal siga un protocolo claro y eficiente, evitando inconsistencias en su aplicación.

b) Acciones específicas:

- Rediseñar y formalizar los procedimientos para asegurar su claridad y efectividad.
- Asegurar que todos los involucrados en el mantenimiento y limpieza de los muebles estén familiarizados con los protocolos.
- Implementar un sistema de control para monitorear el cumplimiento de los procedimientos.

c) Impacto esperado:

La estandarización garantizará que todas las tareas se realicen de manera eficiente y coherente, reduciendo el riesgo de daños innecesarios y asegurando la durabilidad de los muebles.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, tomando como base los resultados obtenidos de la implementación de los instrumentos de investigación:

5.1. Conclusiones

5.1.1. Sobre la identificación de los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable

La humedad, combinada con una ventilación inadecuada, es un factor clave que acelera la oxidación de los muebles de acero inoxidable en las salas de operaciones. El control riguroso de la humedad y la mejora de la ventilación son fundamentales para reducir los riesgos de corrosión y prolongar la durabilidad de los muebles, garantizando un ambiente hospitalario más seguro.

Por otra parte, los productos desinfectantes agresivos, como el cloro, detergentes alcalinos y peróxido de hidrógeno, contribuyen significativamente al deterioro de las superficies metálicas. Es crucial implementar procedimientos de limpieza más estrictos, incluyendo el uso adecuado de estos productos, un enjuague efectivo y un secado correcto de las superficies, para minimizar su impacto en la oxidación.

En lo que respecta a las fluctuaciones frecuentes de temperatura y el uso intensivo de los muebles también afectan negativamente su durabilidad. Mantener una temperatura más controlada en las salas de operaciones y gestionar el uso del mobiliario para evitar

sobrecargas contribuiría a reducir el desgaste acelerado, asegurando que los muebles de acero inoxidable tengan una vida útil más prolongada.

5.1.2. Sobre la evaluación de las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable

Existe una discrepancia en la percepción de la efectividad de las prácticas actuales de limpieza y desinfección de los muebles de acero inoxidable, lo que sugiere la necesidad de revisar y mejorar los protocolos establecidos. Es fundamental garantizar que las prácticas sean más adecuadas y eficientes, especialmente para prevenir la oxidación, y que estén alineadas con los estándares de calidad necesarios.

Un porcentaje considerable de los encuestados considera que la frecuencia actual de las inspecciones y mantenimientos preventivos es insuficiente, lo que indica la necesidad de aumentar la periodicidad de las revisiones. Implementar un mantenimiento más frecuente, como mensual en lugar de trimestral, podría ayudar a detectar de manera temprana cualquier signo de corrosión o daño en los muebles de acero inoxidable.

La falta de capacitación especializada para el personal encargado de la limpieza y el mantenimiento, así como la falta de claridad en los procedimientos establecidos, destacan como áreas de mejora cruciales. Por ello, es esencial ofrecer formación técnica sobre el manejo adecuado del acero inoxidable y estandarizar los procedimientos de limpieza y mantenimiento para garantizar la correcta aplicación de las mejores prácticas y evitar inconsistencias en su implementación.

5.1.3. Con respecto a la cuantificación del impacto de la oxidación en la durabilidad de los muebles de acero inoxidable

La oxidación de los muebles de acero inoxidable en el Hospital México genera un impacto considerable en los costos operativos, con gastos anuales de hasta \$4 600 000 en escenarios de oxidación moderada, lo que subraya la importancia de abordar este problema para optimizar los recursos del hospital.

Para mitigar los costos asociados con la oxidación, es esencial revisar y mejorar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza, ya que su efectividad influye directamente en la prevención de la corrosión y en la prolongación de la vida útil de los muebles.

La capacitación del personal en técnicas de mantenimiento y limpieza especializadas es un factor clave para prevenir la oxidación. Implementar programas de formación puede reducir los costos de mantenimiento preventivo y reposición de los muebles de acero inoxidable, contribuyendo a un entorno hospitalario más eficiente y sostenible.

5.1.4. Sobre la propuesta de estrategias de mejora en las prácticas de mantenimiento y selección de materiales

La implementación de estrategias de control de humedad, optimización de la ventilación y estabilización de la temperatura en las salas de operaciones resultará en un ambiente más adecuado para los muebles de acero inoxidable, reduciendo significativamente la oxidación y prolongando su vida útil.

La capacitación especializada del personal en técnicas de mantenimiento y limpieza del acero inoxidable, junto con la estandarización de los procedimientos, garantizará la correcta aplicación de las mejores prácticas, minimizando el riesgo de corrosión y mejorando la eficiencia de las tareas de mantenimiento.

El uso de acero inoxidable de mayor resistencia (grado 316) y la implementación de un mantenimiento preventivo más frecuente asegurarán que los muebles sean más duraderos y menos susceptibles a la oxidación, reduciendo los costos a largo plazo y evitando reparaciones costosas.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Para la mitigación del impacto de los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable

Se recomienda instalar deshumidificadores de alta capacidad y sistemas de ventilación eficientes en las salas de operaciones, con sensores automáticos que permitan mantener niveles óptimos de humedad y circulación de aire. Esto reducirá significativamente el riesgo de corrosión y prolongará la vida útil de los muebles de acero inoxidable.

Es crucial ajustar los procedimientos de limpieza para usar productos menos agresivos con el acero inoxidable, y asegurar un enjuague y secado adecuado de las superficies. Esto minimizará el impacto negativo de los desinfectantes y evitará un desgaste acelerado de los muebles.

Se recomienda regular las fluctuaciones térmicas en las salas de operaciones mediante la instalación de termómetros y sistemas automatizados de control de temperatura, lo cual minimizará el impacto de cambios bruscos en la estructura del acero inoxidable y mejorará su durabilidad.

5.2.2. Para la mejora en las prácticas de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable

Se debe llevar a cabo una revisión exhaustiva de los procedimientos actuales de limpieza y mantenimiento, con el fin de alinear las prácticas con los estándares de calidad requeridos. Esto garantizará que sean más eficaces en la prevención de la oxidación y la corrosión.

Se recomienda aumentar la frecuencia de las inspecciones preventivas a un mínimo mensual, en lugar de las actuales trimestrales, para detectar de manera temprana cualquier signo de oxidación y evitar daños mayores.

Es fundamental implementar un programa de formación continua para el personal encargado del mantenimiento y la limpieza, centrado en el manejo adecuado de los muebles de acero inoxidable. Esto garantizará que se apliquen correctamente las mejores prácticas y se evite el deterioro acelerado de los muebles.

5.2.3. Para la prolongación de la vida útil de los muebles y la consecuente reducción de costos

A fin de reducir los costos de reposición y mantenimiento preventivo, se deben fortalecer las prácticas de mantenimiento y limpieza, prolongando así la vida útil de los muebles y reduciendo los costos operativos.

de capacitación para el personal: La formación especializada en el mantenimiento adecuado de los muebles contribuirá a reducir los costos de mantenimiento preventivo y reposición, mejorando la eficiencia operativa del hospital.

5.2.4. Para estrategias de mejora en prácticas de mantenimiento y en selección de materiales

Se recomienda la implementación de un control exhaustivo de la humedad, ventilación y temperatura en las salas de operaciones, así como un mantenimiento preventivo más frecuente, lo que reducirá significativamente el riesgo de corrosión y garantizará la durabilidad de los muebles.

Para reducir la susceptibilidad a la oxidación y mejorar la durabilidad, es recomendable que el hospital adquiera muebles fabricados con acero inoxidable de mayor resistencia, como el grado 316.

La estandarización de los procedimientos de mantenimiento y limpieza, junto con la capacitación del personal, asegurará que las mejores prácticas se apliquen de manera eficiente, minimizando el riesgo de daños innecesarios y prolongando la vida útil de los muebles de acero inoxidable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alas M. (2019). *Investigación del efecto de la corrosión del acero en estructuras de concreto armado* [Tesis de Bachiller, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú]. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3148>
- Alsimet. (27 de febrero de 2020). *¿Cuáles son los tipos de corrosión más frecuentes y cómo evitarlos?* <http://alsimet.es/es/noticias/tipos-de-corrosion-como-evitarlos>
- Antala Specialty Chemicals. (26 de febrero de 2020). *¿Qué es la corrosión y por qué se produce?* <https://www.antala.es/que-es-la-corrosion-tipos/>
- Caja Costarricense de Seguro Social. (3 de noviembre de 2024). *Hospital México*. <https://www.ccss.sa.cr/hospitales>
- Climent M.A., y Ramis J. (2021). *Aplicación de técnicas ultrasónicas no lineales a la detección de la fisuración por corrosión del acero en hormigón* [Tesis de Doctorado, Universitat d'Alacant/Universidad de Alicante]. <https://observatorio-cientifico.ua.es/documentos/6215d21c57bb9051f90b7b0e>
- Corrales Brenes, R. (2021). *Análisis de degradación de los materiales utilizados en una carcasa expuesta a la intemperie usada en el proyecto GWSat: prototipo de monitoreo de humedales a través de un sistema espacial tipo Store and Forward* [Proyecto de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/2238/13425>

Crece Negocios. (2023). *Técnica de observación: tipos, uso y ejemplos*.
https://www.crecenegocios.com/tecnica-de-observacion/#google_vignette

España Peña, C. L. (2021). *Resistencia a la corrosión y al desgaste de películas delgadas de aceros inoxidables con y sin plata para aplicaciones biomédicas* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81156>

Galvanized Steel Tube. (11 de junio de 2023). *¿Cuáles factores afectan la dureza del acero?*
Galvanized Steel Tube. <http://www.galvanizedsteeltube.com/news/how-many-factors-affect-the-hardness-of-steel-67358669.html>

García, E. (16 de junio de 2023). *¿Qué es el acero inoxidable? Composición y propiedades*.
Todo Para la Industria. <https://todoparalaindustria.com/blogs/blog/que-es-el-acero-inoxidable-composicion-y-propiedades?srsIid=AfmBOoqik3-3FxJIRLPVF3Gq0wWG3UO-5EDBBvpZgiIUl-VcoEjBWKhw>

Gómez, M. (18 de diciembre de 2021). *Qué es una encuesta, para qué sirve y qué tipos existen*. <https://blog.hubspot.es/>

Grupo Acura. (2021). *Tratamientos superficiales: tipos, equipo especializado y medidas de seguridad*. <https://grupoacura.com/es/blog/tratamientos-superficiales/>

Hernández-Sampieri, R. y; Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education.

JN Aceros. (25 de octubre de 2019). *¿Cuáles son las aplicaciones médicas del acero inoxidable?*
<https://jnaceros.com.pe/blog/aplicaciones-medicas-acero-inoxidable?>

Merino Zevallos, Daniel Arturo. (2023). Aplicación de la metodología de Taguchi para determinar las variables que intervienen en ensayos de corrosión para acero estructural [Proyecto de Investigación para la obtención de la Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22012>

Montenegro Alcívar, G., y Quishpe Gaibor, J. (2019). La ética profesional en el uso de acero inoxidable para la fabricación de mobiliario del sector hospitalario. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, (octubre, 2019). <https://www.eumed.net/rev/cccss/2019/10/mobiliario-hospitalario-acero.html>

Muguira, A. (2023). *Tipos de entrevistas y sus características*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-entrevista/>

Ortuño García, M. D. (2022). *Materiales para aplicaciones médicas: biomateriales metálicos* [Trabajo de fin de grado para la Ingeniería en Tecnologías Industriales, Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia]. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/11962>

Padilla, J. (4 de noviembre de 2021). *¿Qué es un estudio transversal?* La mente es maravillosa. <https://lamenteesmaravillosa.com/estudio-transversal/>

Parra, A. (2024). *Cuáles son los tipos de variables en una investigación*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-variables-en-una-investigacion/>

QuestionPro. (2024). *Análisis de datos*. https://www.questionpro.com/es/analisis-de-datos.html#que_es_analisis_de_datos

Rodríguez Yáñez, J. E. (2023). *Evaluación de los efectos de la contaminación atmosférica y el ángulo de exposición sobre la corrosión del acero de bajo carbono y acero galvanizado en la región del Valle Central Occidental (VCO) de Costa Rica* [Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/10669/89424>

Saky Steel Co. (27 de marzo de 2019). *¿Cuáles son los principales factores que afectan la resistencia a la corrosión de los cables de acero inoxidable?* <https://sakysteel.com/es/news/what-are-the-main-factors-affecting-the-corrosion-resistance-of-stainless-steel-wire-ropes/>

Sánchez Mondragón, J. L. (2021). Análisis del fenómeno de la corrosión en aceros de tipo estructural desde el punto de vista de su uso en la industria de la ingeniería civil. *L'esprit Ingénieux*, 10(1), 9-34. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/2117>

Sánchez Kohn, P. (2024). *Métodos de investigación: Qué son y cómo elegirlos*. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-investigacion/>

Spira, N. (20 de diciembre de 2021). *¿Se oxida el acero inoxidable?* Kloeckner. <https://www.kloecknermetals.com/es/blog/does-stainless-steel-rust/>

Stabilit. (2024). *¿En qué consiste y cómo se produce la corrosión?* <https://www.stabilit.com/blog/en-que-consiste-y-como-se-produce-la-corrosion/>

Suárez, E. (22 de febrero de 2024). *Fuentes primarias y secundarias: la guía definitiva*.

<https://expertouniversitario.es/blog/fuentes-primarias-y-secundarias/>

Ulquiango Caza, S. N. (2024). *Análisis de corrosión de elementos finitos en un tornillo dental* [Trabajo de titulación por Ingeniería Biomédica].

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27110>

Universidad de Puerto Rico. (2024). *Guía básica sobre fuentes primarias*.

<https://uprrp.libguides.com/fuentesprimarias/fuentesprimarias>

APÉNDICES

Apéndice N°1

ENTREVISTA A PROFESIONALES

La siguiente entrevista, tiene el fin de obtener información para analizar los factores que contribuyen a la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México, mediante la evaluación de sus condiciones de uso y mantenimiento, para la identificación de soluciones que mejoren su durabilidad y optimicen los costos de inversión anuales. Esta entrevista es anónima y única y exclusivamente para fines académicos.

Objetivo 1: Identificar los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México.

1. ¿Qué condiciones ambientales considera que son más propensas a causar oxidación en el acero inoxidable, específicamente en entornos hospitalarios?
2. ¿Cuáles son los tipos de agentes químicos o productos utilizados en el entorno de una sala de operaciones que podrían influir en el deterioro del acero inoxidable?
3. ¿Podría explicar cómo el nivel de humedad y la ventilación en una sala de operaciones afectan la resistencia del acero inoxidable a la corrosión?
4. ¿Qué rol cree que tienen las prácticas de desinfección en la frecuencia o intensidad de la oxidación de los muebles de acero inoxidable?
5. ¿Existen factores relacionados con la calidad del acero inoxidable o su proceso de fabricación que aumenten la susceptibilidad a la oxidación en entornos hospitalarios?

Objetivo 2: Evaluar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones.

1. ¿Qué técnicas y productos de limpieza se utilizan actualmente para el mantenimiento de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones?
2. En su opinión, ¿qué tan efectivas son las prácticas de limpieza actuales para evitar la oxidación en los muebles de acero inoxidable? ¿Qué áreas considera que se pueden mejorar?
3. ¿Con qué frecuencia se realizan inspecciones y mantenimientos preventivos en los muebles de acero inoxidable? ¿Cree que esta frecuencia es adecuada?
4. ¿Ha observado algún problema recurrente en los procedimientos de limpieza que podría estar contribuyendo a la oxidación de los muebles?
5. ¿Qué capacitación reciben los encargados de la limpieza sobre el manejo y mantenimiento adecuado del acero inoxidable para prevenir su deterioro?

Apéndice N° 2

ENCUESTA A COLABORADORES

La siguiente encuesta, tiene el fin de obtener información para analizar los factores que contribuyen a la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones del Hospital México, mediante la evaluación de sus condiciones de uso y mantenimiento, para la identificación de soluciones que mejoren su durabilidad y optimicen los costos de inversión anuales. Esta encuesta es anónima y única y exclusivamente para fines académicos.

Objetivo 1: Identificar los factores ambientales y operativos que influyen en la oxidación de los muebles de acero inoxidable en la sala de operaciones

1. Las condiciones de humedad en la sala de operaciones afectan la durabilidad del acero inoxidable.
 - (1) Totalmente en desacuerdo
 - (2) En desacuerdo
 - (3) Neutral
 - (4) De acuerdo
 - (5) Totalmente de acuerdo
2. El tipo de productos desinfectantes utilizados en la sala de operaciones puede contribuir al deterioro de los muebles de acero inoxidable.
 - (1) Totalmente en desacuerdo
 - (2) En desacuerdo
 - (3) Neutral
 - (4) De acuerdo
 - (5) Totalmente de acuerdo
3. La ventilación de la sala de operaciones es adecuada para reducir los riesgos de oxidación en los muebles de acero inoxidable.
 - (1) Totalmente en desacuerdo
 - (2) En desacuerdo
 - (3) Neutral
 - (4) De acuerdo
 - (5) Totalmente de acuerdo
4. Los cambios frecuentes de temperatura en la sala de operaciones impactan negativamente en el estado del acero inoxidable.
 - (1) Totalmente en desacuerdo
 - (2) En desacuerdo
 - (3) Neutral
 - (4) De acuerdo
 - (5) Totalmente de acuerdo

5. Los factores operativos, como el uso intensivo de los muebles de acero inoxidable, aceleran su desgaste.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

Objetivo 2: Evaluar las prácticas actuales de mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable

6. Las prácticas actuales de limpieza y desinfección son efectivas para prevenir la oxidación del acero inoxidable en la sala de operaciones.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

7. Los productos de limpieza empleados actualmente son adecuados para el mantenimiento de los muebles de acero inoxidable.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

8. Considero que la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento de los muebles de acero inoxidable es suficiente para evitar la oxidación.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

9. Estoy capacitado para realizar correctamente las tareas de limpieza y mantenimiento de los muebles de acero inoxidable en el hospital.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

10. Los procedimientos establecidos para el mantenimiento y limpieza de los muebles de acero inoxidable son claros y fáciles de seguir.

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo