

Propuesta de plan de mantenimiento Preventivo para la conservación del material Zamak, en las armas traumáticas comercializadas por Lans Soluciones basado en la norma ISO 9001:2015 usando la técnica RCM.

Kenny David Vanegas Correa, 235519262300
Facultad de ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Mantenimiento electromecánico Industrial

Universidad Antonio Nariño

Bogotá sede Sur

kvanegas76@uan.edu.co

Lady Fajardo Castellanos

ladyfajardo@uan.edu.co

Resumen: Con el presente trabajo se entrega una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para conservación del material zamak (Zn-Al), siendo habitual encontrar una tasa alta de porosidad en la superficie de las armas traumáticas que se encuentran expuestas a un ambiente húmedo como es el del municipio del valle del Guamuez/Putumayo, en donde se encuentra la empresa Lans Soluciones, encargada de la distribución y mantenimiento de estas armas. Se pretende identificar el deterioro del material zamak ocasionado por la corrosión, mediante la espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) y el diseño de curvas de polarización potencio dinámicas, permitiéndose identificar los parámetros a tener en cuenta para el mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo que se encuentra vigente en Lans Soluciones, basándose en la normativa ISO 9001:2015 articulada con la técnica RCM proyectando una organización y debida planificación de los cuidados del material obteniendo una mayor vida útil del arma traumática logrando evitar los daños causados por mantenimientos inadecuados que se realizan al desconocer el material de estudio, aumentando la confiabilidad del cliente hacia la empresa.

palabras claves: aleación, eis, polarización potenciodinámica, zamak, porosidad.

INTRODUCCIÓN

Las armas traumáticas son consideradas armas de defensa personal, las cuales según el artículo 11 del decreto ley 2535 de 1993, son aquellas diseñadas para defensa individual a corta distancia, estos artículos como muchos que se encuentran en la industria, tienen como materia de fabricación el material conocido como Zamak, el cual es un conjunto de aleaciones conformada principalmente por zinc y aluminio, en su composición también contiene cobre y magnesio en menores proporciones. Teniendo en cuenta el modelo por inyección de las aleaciones de zinc, es evidente que se catalogan en una importancia de primer orden, puesto que su precio es bajo y su punto de fusión es solo de 380°C

[1], lo que permite un uso estable de este tipo de aleación para el aprovechamiento en la fabricación a gran escala de piezas con características geométricas complejas y paredes delgadas además de una buena resistencia mecánica, lo que favorece una aplicación generalizada de estas piezas, como se puede observar en la tabla I sobre las “propiedades mecánicas de las aleaciones de zamak” y la tabla II sobre la “composición química de las aleaciones de zamak” [1].

Tabla I:

Propiedades mecánicas de las aleaciones de zamak			
Propiedad	Zamak-2	Zamak-3	Zamak-5
Dureza Brinell (Kg/dm ³)	100	82	91
Resistencia al impacto (J)	47	58	65
Densidad (g/cm ³)	6,6	6,6	6,6
Rango (°C)	379-390	381-387	380-386
Conductividad térmica (W/h°Cm)	27,4	27,4	27,4
Coefficiente de expansión térmica (°C ⁻¹)	15,2	15,2	15,2
Conductividad eléctrica (%IACS)	25	27	26

² Rodríguez, J., Castro, L., y Del Real, J. C. (2012). PROCESOS INDUSTRIALES para materiales metálicos. Recuperado de [Procesos industriales para materiales metálicos: \(2ª Edición\) - Julian Rodríguez Montes, Lucas Castro Martínez, Juan Carlos del Real Romero - Google Libros](#)

Tabla II:
Composición química de las aleaciones de zamak

Aleación	Al	Cu	Fe	Zn
Zamak 2	3,9-4,3	2,6-2,9	0,075	resto
Zamak 3	3,9-4,3	0,1	0,75	resto
Zamak 5	3,9	0,7-1,2	0,075	resto

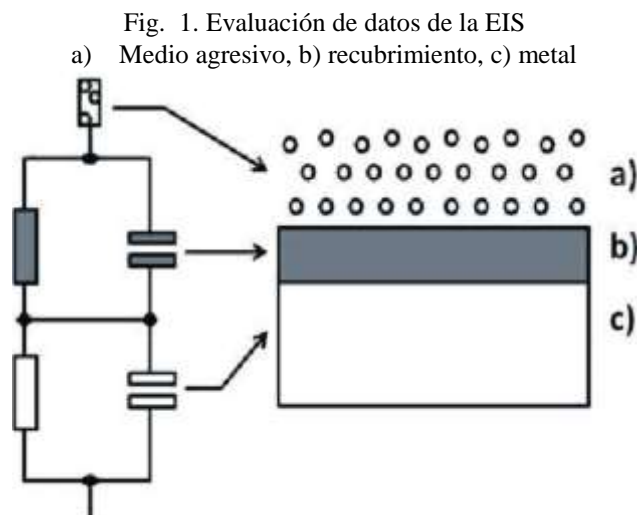
² Rodríguez, J., Castro, L., y Del Real, J. C. (2012). *PROCESOS INDUSTRIALES para materiales metálicos*. Recuperado de [Procesos industriales para materiales metálicos: \(2ª Edición\) - Julian Rodríguez Montes, Lucas Castro Martínez, Juan Carlos del Real Romero - Google Libros](#)

Sin embargo en la solidificación rápida del material durante la compresión provoca porosidad, lo que es un defecto causado por la captura de gases en las cavidades de los moldes usados influyendo directamente en el aumento de la probabilidad de aparición de corrosión, generando acciones que ayuden a la reducción del efecto de corrosión, usando recubrimientos metálicos protectores del material, algunas irregularidades de la superficie del metal base o una inadecuada técnica durante los procesos de recubrimiento que afecten la adherencia o la homogeneidad de los espesores, entre otras circunstancias, pueden originar puntos activos o áreas de menor resistencia y que al ocasionarse se produce la reacción de corrosión y produce el aumento del volumen del material, dando lugar a ampollas o mejillas que provocaran tensiones en la interfaz zamak (Zn-Al) con cobre (Cu), llegando a romper el revestimiento de Níquel (Ni) y Cromo (Cr) para dar salida a los productos de corrosión [3].

Para combatir la corrosión y el deterioro del material se realiza actualmente unas operaciones de mantenimiento en la empresa Lans Soluciones, las cuales no han logrado mitigar el deterioro del material, no obstante, la empresa busca evitar o reducir los tiempos en que se realizan las operaciones de mantenimiento que conllevan a un limado, pulido o roce abrasivo del material, encontrando que al realizar una propuesta de mantenimiento preventivo realizando el uso de la NORMA ISO 9001 basado en el capítulo 8.1 sobre la planificación y control de cambios, la cual busca, determinar, proporcionar y mantener las condiciones que minimicen los tiempos en los que se hacen los mantenimientos preventivos[4] y reducir la tasa del deterioro del material, ligando esto a las características del material y la tasa de deterioro del mismo.

Por consiguiente, las características serán evaluadas por medio de las pruebas electroquímicas como la espectroscopia de impedancia que trata de una técnica de corriente alterna que determina la resistencia de corriente alterna (impedancia) y el ángulo de fase de un objeto de medición electroquímico en función de la frecuencia. Para ellos se superpone una tensión alterna sinusoidal de poca amplitud sobre el potencial del electrodo de trabajo y se mide la respuesta de corriente, después de la medición, el sistema describe de una forma aproximada por medio de un esquema equivalente [5].

En la fig. 1. Sobre la “evaluación de datos de la EIS” muestra a modo de ejemplo un esquema equivalente para el sistema metal/recubrimiento/medio. Con ayuda del método de ajuste de parámetros, los esquemas equivalentes se adaptaban a los datos experimentales. A los elementos de impedancia (resistencias, capacidades, inductancias) se asignan propiedades físicas, de estas propiedades pueden extraerse después conclusiones inmediatas de distintas propiedades como la eficacia de la protección contra la corrosión, la porosidad, el grosor la capacidad de absorción del agua de un recubrimiento, la eficacia de los inhibidores, la velocidad de la corrosión del metal de base.



³ Pancorbo, F.J. (2011). *Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación*. Recuperado de [Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la ... - Francisco J. Pancorbo - Google Libros](#)

Estas mediciones se extrapolan por medio de curvas de polarización potencio dinámicas [6] las cuales requieren de un proceso electroquímico cuya etapa determinante de la velocidad es la transferencia de carga, se trabaja con curvas de polarización experimentales y aparentes, pues no se ajustan exactamente al proceso de corrosión, cuando el metal en contacto con un medio alcanza el potencial de corrosión la corriente no es cero, puesto que la corriente anódica es igual a la corriente catódica y ambas tienen signos opuestos resulta una corriente neta en cero.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Lans Soluciones es una empresa que incluye en su portafolio de servicios, la distribución y mantenimiento de armas traumáticas, que se encuentran fabricadas con el material zamak, de donde no se ha incluido un plan de mantenimiento preventivo adecuado en sus procesos, ocasionando un aumento en el deterioro del material el cual influye en la vida útil del producto; por tal motivo se busca detectar las causas que influyen en el incremento del deterioro del material como también las acciones pertinentes que se deben incluir en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo de las armas traumáticas sujeto a la normativa ISO 9001:2015 por medio de la técnica RCM.

23551926230

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Las armas traumáticas fabricadas con el material zamak ha presentado un deterioro, debido a los bajos índices de mantenimientos preventivos que se realizan, como también en los inadecuados mantenimientos que se están siendo implementados en los productos fabricados con el material zamak, lo que ha generado un incremento en la tasa de corrosión, ocasionando el aumento de mantenimientos correctivos, aumentando los costos de mantenimientos y las garantías de durabilidad del producto, las cuales corresponden por la cartera la empresa distribuidora de las armas traumáticas.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en la empresa Lans Soluciones identificado con nit: 1126450231-3 ubicado en el municipio Valle del Guamuez-Putumayo, tiene en su portafolio de servicios, la venta y distribución de armas traumáticas, en las que hoy por hoy se ha observado un deterioro temprano debido a la corrosión generada por la humedad y el inadecuado almacenamiento, en consecuencia, la responsabilidad de las garantías por deterioro prematuro de los productos los cuales asume la empresa, han sido altos, aumentando las pérdidas económicas por ganancia en ventas de armas traumáticas, ocasionando que se afecte la confianza de los clientes que adquieren los productos por compra en Lans Soluciones, siendo estos motivos, influyentes en que la empresa decida en prestar mayor atención al plan de mantenimiento y almacenamiento de las armas traumáticas, pretendiendo que la conservación de estos productos, que están fabricados con el material de estudio que es el zamak, manifiesten una tasa de corrosión más baja que la inicial, resultado de la implementación del estudio promovido por el presente proyecto para el cual han destinado la materia prima, correspondiente al zamak (Zn-Al).

Esta necesidad en obtener confianza en los clientes, hace que la empresa se interese en cumplir normativas para asegurar la calidad de los productos, sin embargo, existen algunas dificultades que permiten que la empresa logre el objetivo de confiabilidad y garantizar la implementación de un plan de mantenimiento adecuado, estas dificultades encontradas son:

PREGUNTA DEL PROBLEMA

¿Qué se debe realizar para prevenir el deterioro de las armas traumáticas, en cuanto al material de fabricación?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Generar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la conservación del material Zn-Al en las

armas traumáticas comercializadas por la empresa LANS SOLUCIONES.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el estado actual del proceso de mantenimiento de las armas traumáticas en la empresa Lans Soluciones.
- Determinar el deterioro del material zamak mediante técnicas electroquímicas, en curvas de polarización potencio dinámicas y espectroscopia de impedancia electroquímica, EIS.
- Consolidar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo usando la técnica RCM articulada con la norma ISO 9001:2015, para la conservación del material Zn- Al, de las armas traumáticas.

JUSTIFICACIÓN.

Para la empresa es importante reducir la cantidad de garantías causadas por las averías prematuras en las armas traumáticas, por causa del indebido almacenamiento y los continuos mantenimientos inadecuados que se realizan, generando un aumento en el deterioro del arma, por lo que es relevante realizar el mantenimiento preventivo a las armas traumáticas durante el almacenaje en la empresa y posterior a su venta, indicarle al cliente como lo debe realizar y con qué periodicidad.

Por consiguiente es necesario realizar un estudio sobre la composición y comportamiento de la aleación Zn-Al conocida comercialmente como zamak, con respecto a su deterioro y como afecta la corrosión al material, para lograr tener una aproximación del debido tratamiento del material y la periodicidad con la que se debe realizar el mantenimiento preventivo, a las armas traumáticas y de esta forma reducir la tasa de mantenimientos correctivos prematuros, que se originan por el deterioro del material que puede ser ocasionado por un debilitamiento del zamak, debido a la corrosión que lo afecta directamente, el cual es considerado como el factor principal de estudio en este trabajo de grado, generando una propuesta de plan de mantenimiento preventivo el cual será estructurado bajo la técnica RCM y los parámetros de la ISO 9001:2015.

ALCANCE

- Con la realización de este proyecto se busca, que el planteamiento respecto al plan de mantenimiento que se plantee, se encuentre basados en la estructura de la normativa ISO 9001:2015 del numeral 6.3 del cual es pertinente ligarlo al adecuado funcionamiento del equipo o la herramienta.
- Así mismo el debido desarrollo del numeral 8.1 de la norma ISO 9001 sobre planificación y control operacional, determinando los recursos necesarios para conseguir la conformidad de los requisitos de los servicios y productos, continuando de una socialización he implementación de la forma más eficiente del mantenimiento para armas traumáticas fabricadas con la aleación zamak.
- El material de estudio fue facilitado por la empresa Lans Soluciones, el cual permite las piezas fabricadas de

zamak para realizar los cortes necesarios y llevar a cabo sus debidas pruebas experimentales, para determinar el deterioro del material.

MARCO TEÓRICO

Dentro del desarrollo de los objetivos específicos es importante desarrollar temas planteados como la identificación del deterioro del zamak por medio la prueba EIS y la polarización potenciodinámica, para los cuales se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las técnicas electroquímicas empleadas en la determinación del deterioro del zamak.

EIS

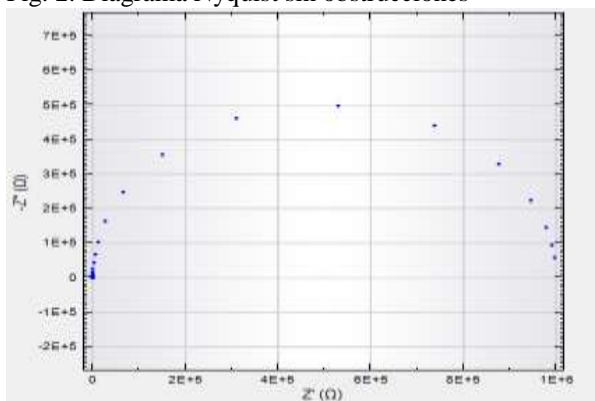
La técnica de espectroscopia de impedancia EIS es una técnica que consiste en la aplicación de una perturbación senoidal de potencial eléctrico de frecuencia variable al material estudiado y el registro de la respuesta en corriente dentro de una celda electroquímica. La impedancia se define como el cociente entre el potencial aplicado y la intensidad medida a la salida. En muchos materiales y sistemas electroquímicos la impedancia varía con la frecuencia del potencial aplicado en una forma que está relacionado con la propiedad de dichos materiales. Esto se debe a la estructura física del material, a los procesos electroquímicos que tengan lugar, o a una combinación de ambos, por consiguiente, si se hace una medida de impedancias en un rango de frecuencias adecuado y los resultados se representan en unos ejes acorde a los datos obtenidos es posible relacionar los resultados con las propiedades físicas y químicas de los materiales y sistemas electroquímicos. A partir de las mediciones de desfase y de amplitud de la respuesta, es posible obtener la impedancia de transferencia electroquímica del material estudiado (z^*).

Existen dos formas de representar gráficamente los resultados de impedancia obtenidos de un ensayo EIS:

Diagrama de Nyquist:

se ilustra en la Figura 2 la representación de la parte imaginaria multiplicada por -1 ($-Z''$), frente a la parte real (Z'). En el sistema de representación más utilizado y la información que se obtiene de él se basa en la forma que adoptan los espectros.

Fig. 2. Diagrama Nyquist sin obstrucciones

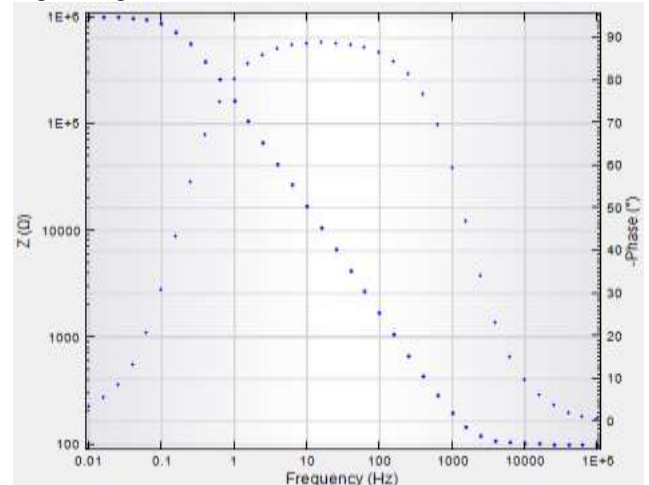


Fuente propia

Diagrama de Bode:

Se ilustra en la Figura 3, la representación del logaritmo del módulo de la impedancia ($\log(Z)$) y el desfase en función del logaritmo de la frecuencia. La información que se obtiene de este tipo de representación va encaminada sobre todo al comportamiento en función de la frecuencia

Fig.3. diagrama de bode, con curvas sin obstrucciones.

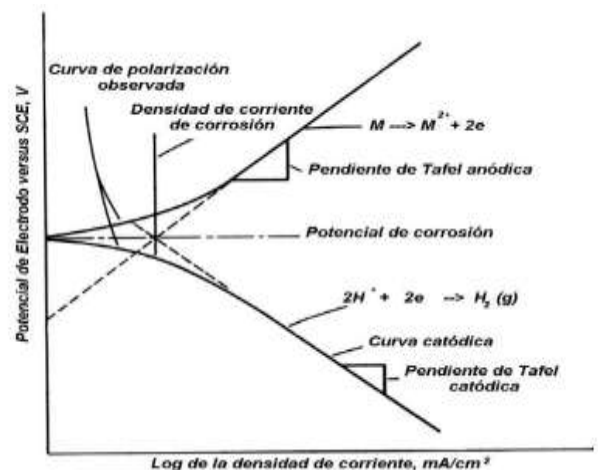


Fuente propia

CURVAS DE POLARIZACIÓN POTENCIODINÁMICAS:

Son diagramas, figura 4, que presentan el comportamiento de las reacciones anódicas y catódicas en el proceso corrosivo en un determinado rango de potencial. Mediante estas curvas se puede estudiar la cinética y los mecanismos de reacción del proceso de corrosión.

Fig 4. Esquema de las curvas experimentales de polarización (curvas sólidas) suponiendo un comportamiento de Tafel para las curvas de polarización individuales de oxidación y reducción (curvas punteadas)



¹¹ Guevara, Y., y Sanchez, J. (2014). INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA AGITACIÓN DEL MEDIO CORROSIVO CONSTITUIDO POR H₂SO₄-0.5 M y HCl-0.5 M, SOBRE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN DEL ACERO ASTM A335 P22, MEDIDO MEDIANTE DIFERENTES TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional De Trujillo, Perú. Recuperado de

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10390/Guevara%20Reyes%20-%20Sanchez%20Gallardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Los resultados obtenidos en la implementación de las técnicas electroquímicas nos ayudaran a identificar y plantear las problemáticas dentro de la implementación de los procesos actuales de los mantenimientos en las armas traumáticas dentro de la empresa Lans Soluciones, procediendo al diseño y estructuración de un plan de mantenimiento basado en las propiedades resistivas del material con respecto a sus recubrimientos, basándose en la revisión bibliográfica sobre los temas respecto a la estructuración de la ISO 9001:2015, identificando los falencias por medio de la técnica RCM, logrando articularlas, por lo tanto encontramos que:

ISO 9001:2015

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del cliente.

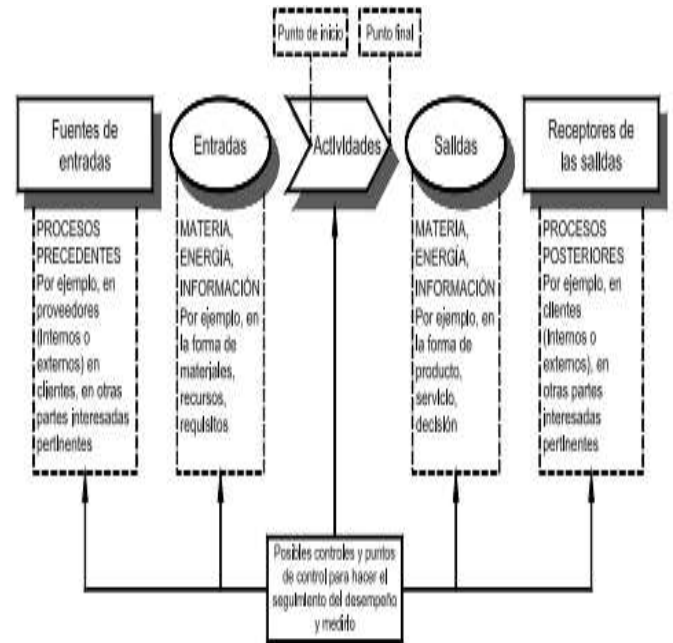
La comprensión y gestión de los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus resultados previstos. Este enfoque permite a la organización controlar las interrelaciones e interdependencias entre los procesos del sistema, de modo que se pueda mejorar el desempeño global de la organización.

Este enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización.

La aplicación del enfoque a procesos en un sistema de gestión de la calidad permite:

- La comprensión y la coherencia en el cumplimiento de los requisitos
- La consideración de los procesos en términos de valor agregado
- El logro del desempeño eficaz del proceso
- La mejora de los procesos con base en la evaluación de datos y la información.

Fig. 5 sobre representación esquemática de cualquier proceso



¹² organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad*. Recuperado de [ISO 9001:2015\(es\), Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos](#)

Se encuentra un ciclo para la aplicación de la norma, el cual consiste en planificar, hacer, verificar y actuar, este ciclo se denomina por sus iniciales como ciclo PHVA y se describe en cada uno de sus pasos de la siguiente manera:

Planificar: establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades.

Hacer: implementar lo planificado.

Verificar: realizar el seguimiento y cuando sea aplicable, realizar las mediciones de los procesos y los productos y los servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

La norma se articulará en este proyecto con la la técnica RCM la cual facilita la determinación de los requisitos de mantenimientos de cualquier activo físico dentro de su contexto operacional.

RCM

el RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo, para poder determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc.

23551926230

Para su aplicación se debe tener en claro el contexto en el que funciona el equipo, por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las que un sistema principal, aun cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción donde debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización).

La técnica RCM comienza con la redacción de funciones deseadas del equipo, continuando con la identificación de fallas funcionales o estados de falla y las consecuencias de falla.

La técnica RCM responde a 7 preguntas para desarrollarse apropiadamente:

1. ¿Cuáles son las funciones y los niveles de rendimiento de cada equipo?
2. ¿Como puede fallar cada equipo en su función?
3. ¿Cuáles son los modos de fallo?
4. ¿Cuáles son las causas de cada modo de fallo?
5. ¿Cuáles son las consecuencias de cada modo de fallo?
6. ¿Qué se puede/debe hacer para prevenir o predecir los fallos?
7. ¿Qué hacer si la prevención falla?

METODOLOGÍA

1. Se estudia el plan de mantenimiento estipulado he implementado actualmente, por parte de los técnicos de Lans Soluciones, que tienen como responsabilidad el mantenimiento y almacenamiento de las armas traumáticas. Se realizará una investigación bibliográfica sobre la fabricación del zamak y de esta forma obtener una visión clara de si este material puede contener acabados que permitan el incremento de la corrosión en las armas traumáticas; incluyendo en la investigación los incidentes de corrosión en la aleación de metales Zinc (Zn) y Aluminio (Al).
2. Se realizarán mediciones del deterioro del material por medio de la técnica EIS, usando, piezas de armas traumáticas que han sido facilitadas por LANS SOLUCIONES, las mediciones se proceden a efectuar con láminas del material, que se suspenderán en una solución acuosa representando el medio corrosivo al cual se encuentra expuesto normalmente, para proceder a la aplicación de corriente eléctrica por medio de un electrodo y un contraelectrodo lo que permitirá el transporte de iones

a través de los poros presentes en el material, formando un circuito eléctrico; este procedimiento se ejecutara en los laboratorios de la sede BOGOTA SUR de la Universidad Antonio Nariño bajo la supervisión del tutor asignado, continuando con la generación de curvas de polarización potencio dinámicas, lo que favorece la obtención de datos experimentales sobre la tasa de deterioro del material zamak. Mediante la determinación del potencial de corrosión, precisando en la transferencia de carga, la cual estará siendo controlada y activada; cuando el metal en contacto con un medio alcanza el potencial de corrosión la corriente neta (I_{neta}) es cero, puesto que $I_{anódica} = I_{catódica}$

3. Identificado los factores de fabricación y de uso (almacenamiento y combustión de recamará), como la rapidez en la que puede afectar la corrosión al zamak, se concluirá por medio de una investigación bibliográfica, que tipo de sustancias y artículos de mantenimiento se deben emplear para la debida conservación de las armas traumáticas, evitando el desgaste o avería prematura de estas mismas y poder proponer un plan de mantenimiento para armas traumáticas fabricadas con el material zamak, incluyendo la norma de mantenimiento ISO 9001 conexo a la estructuración y objetividad de la técnica RCM.

RESULTADO

Se desarrollan los objetivos específicos para darle cumplimiento a las 3 etapas de la metodología.

1. Identificar el estado actual del proceso de mantenimiento de las armas traumáticas en la empresa Lans Soluciones.

Se determinan unas falencias dentro de la estructuración documentación en la organización empresarial, encontrando que:

Falta de documentación:

No ha existido una documentación diligenciada respecto al estado de llegada y salida de las armas traumáticas, lo que ha ocasionado que el estado del arma tenga que tener una incertidumbre al momento de reclamo por parte del cliente; el no tener un registro de entrega donde se manifieste el perfecto estado del producto garantizando el funcionamiento, implica la responsabilidad de fallas del arma traumática por parte de la empresa.

Se evidencia que no hay un formato de recibido, que describa el estado actual del arma traumática, antes de realizar un mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, como también encontramos que no existe un plan de mantenimiento a seguir relacionado con el material de fabricación de las armas traumáticas.

Fallas en la capacitación del personal:

La capacitación del personal destinado para realizar los mantenimientos es muy baja por parte de los proveedores, lo que ocasiona una manipulación inadecuada del material de estudio, influyendo directamente en el aumento del deterioro del Zamak, lo que incrementa las fallas en las garantías de los servicios prestados en el mantenimiento de las armas traumáticas.

Ausencia de seguimiento y control al desempeño de los procesos:

En Lans Soluciones no cuenta con la persona encargada del seguimiento y control de los procesos realizados en el área de mantenimiento, lo que ocasiona un sesgo con la garantía de la realización de los servicios prestados. Como tampoco se cuenta con una rubrica de realización de actividades en el área de mantenimiento.

Falta de la participación del personal:

En Lans Soluciones, el área de recursos humanos tiene la responsabilidad de contratación de personal calificado para el desarrollo de las actividades y servicios prestantes de la empresa, siendo el mantenimiento preventivo y correctivo de armas traumáticas unos de los servicios incluidos en su portafolio, se debe manejar con tal importancia para el debido cumplimiento de las especificaciones y normativas específicas del mismo.

Falta de registro del plan de mantenimiento adecuado:

Actualmente no existe un plan de mantenimiento estipulado a seguir, por lo tanto, no se ha llevado un registro de los mantenimientos realizados en las armas traumáticas.

La investigación sobre los procesos de mantenimiento da como resultado la obtención de un diagrama de flujo en la figura 6 representada en el ANEXO 1 sobre el procedimiento actual en mantenimiento de armas traumáticas de la empresa Lans Soluciones, donde evidenciamos la falta de documentación pertinente para la autorización de procesos a realizar, seguimiento de procesos realizado

Siendo el zamak el material de estudio se hace un apunte bibliográfico sobre el material para identificar las características y propiedades que pueden influenciar en el material de fabricación de las armas traumáticas.

el zamak es un material resultante de la aleación del zinc con aluminio y otros elementos como el cobre y el magnesio, como resultado de esta aleación es un material versátil no ferroso utilizado para crear piezas por medio de inyección a presión con alta precisión y reproducibilidad de detalles, tiene dureza, alta resistencia a la atracción, deformabilidad plástica, este material se puede cromarse, pintarse o mecanizarse, todo dependiendo para el tipo de actividad que se utilice; en la industria de armas

traumáticas es muy frecuente encontrar pavonamientos alcalinos o ácidos, como también recubrimientos por medio de pinturas, teniendo en cuenta la pieza de estudio se trabaja bajo una pieza que tiene un recubrimiento de pintura.

Como se menciona el zamak no es ferroso, es de color gris y ofrece un aspecto similar a la plata, proporciona un excelente rendimiento electrónico además de protección contra interferencias a conectores electrónicos, así como el chasis y protecciones para equipos de telecomunicación e informáticos manuales.

En las armas traumáticas, el cañón tiene unos recubrimientos de protección de acuerdo al funcionamiento (combustión controlada) en donde el zamak se encuentra debajo recubrimiento de la pintura y por encima de material ferroso, actuando como protector de la primera capa ferrosa, como se indica en la figura 6. Mientras que en el resto del arma no se encuentra material ferroso, evidenciando las partes metálicas del arma traumática es zamak protegido por el recubrimiento de la pintura.

Fig.6. sobre el zamak en el cañón de un arma traumática



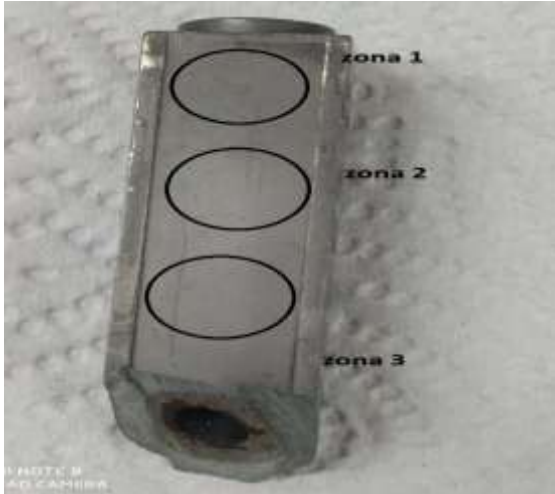
Fuente propia

- Determinar el deterioro del material zamak mediante técnicas electroquímicas, en curvas de polarización potencia dinámicas y espectroscopia de impedancia electroquímica, EIS.

se procede a realizar mediciones del espesor del recubrimiento por medio del espesímetro en las zonas destinadas a realizar las pruebas, como se observa en la figura 7 y 8, imagen izquierda cañón, imagen diestra mango.

23551926230

Fig.7 sobre zonas 1, 2 y 3 de estudio del arma traumática



fuelle propia

Fig.8 sobre zonas 5 y 6 de estudio del arma traumática



fuelle propia

Mediciones epesimetro	
zona	espesor (µm)
1	84
2	1300
3	1600
4	68
5	65

Fuelle propia

Se tiene registro fotográfico evidenciado en la figura 9 sobre el uso del espesimetro para medición del espesor de la cubierta, en la zona 4

Fig.9, uso del espesimetro, indicando un espesor de 68 µm



Fuelle propia

Continuando con prueba de continuidad de corriente para la debida calibración y estabilización del circuito eléctrico, en área de la muestra con recubrimiento como se indica en la figura 10.

Fig.10, sobre calibracion y estabilizacion del circuito electrico de estudio.



Fuelle propia

Montaje de muestra en equipo de prueba, indicado en el registro fotográfico de la figura 11 y 12.

El montaje para nuestro equipo de prueba, está indicado en el registro fotográfico de la figura 11, en donde se evidencia una solución de iones en contacto con el material de estudio, formando un circuito eléctrico entre el ánodo, cátodo y sensor de iones, que se encuentran sincronizados al equipo que designara los datos de corrida al software NOVA 11.1 para su posterior análisis

Fig. 11 montaje en equipo de prueba de corrosión



fuelle propia

23551926230

Se indica en la figura 12 el montaje correspondiente a la parte eléctrica, donde encontramos un sensor de iones que nos indicara la fuente de corriente que se transmitida a través por el material que se encuentra energizada por un ánodo y de esta forma obtener los datos pertinentes a propiedades eléctricas como lo es la resistencia.

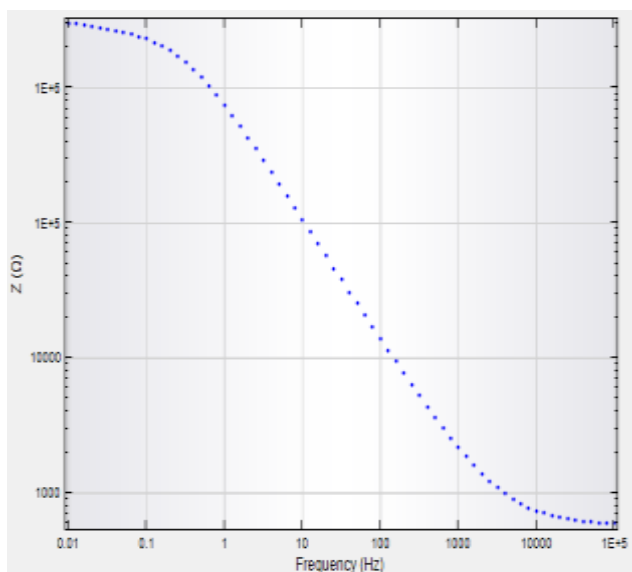
Fig. 12, sobre montaje de muestra en equipo de prueba, cable azul (sensor de iones) cable negro (ánodo), cable rojo (cátodo) en contacto con la muestra y material de estudio.



fuentes propia

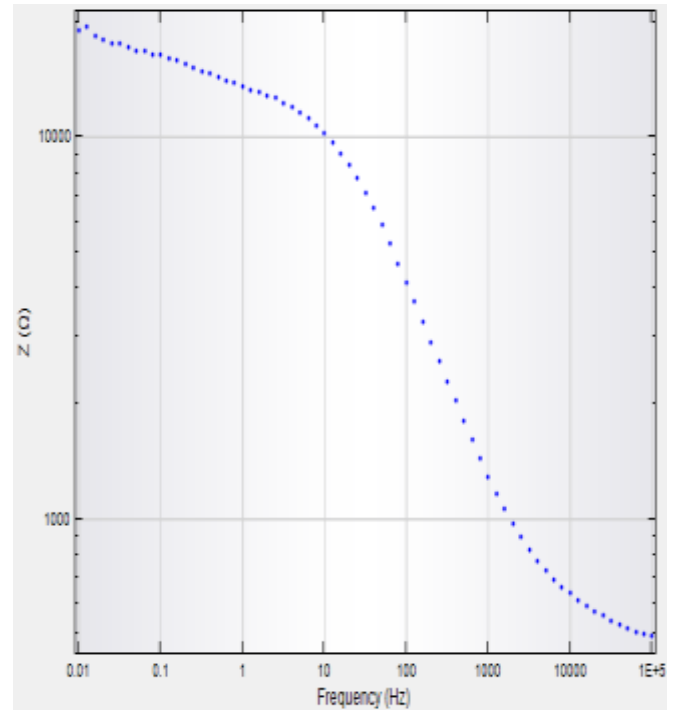
Luego de hacer el montaje y poner la muestra a correr se obtienen los siguientes resultados:

Diagrama de Bode en Zona 1: Este diagrama pone en evidencia una impedancia por encima de los $1 * 10^6 \Omega$ a frecuencias del orden de 0,01 V.



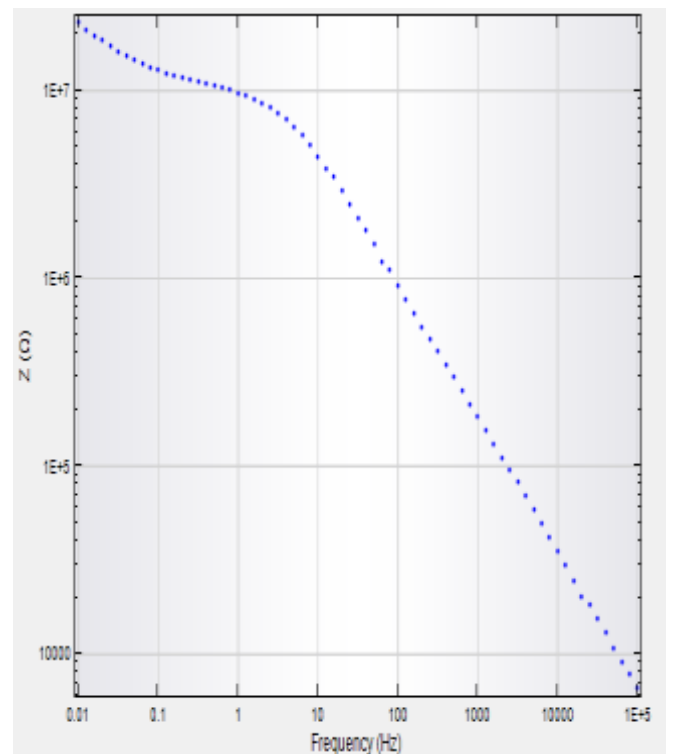
Fuente propia

Diagrama de Bode en Zona 2: Este diagrama pone en evidencia una impedancia por encima de los $1 * 10^4 \Omega$ a frecuencias del orden de 0,01 Hz



Fuente propia

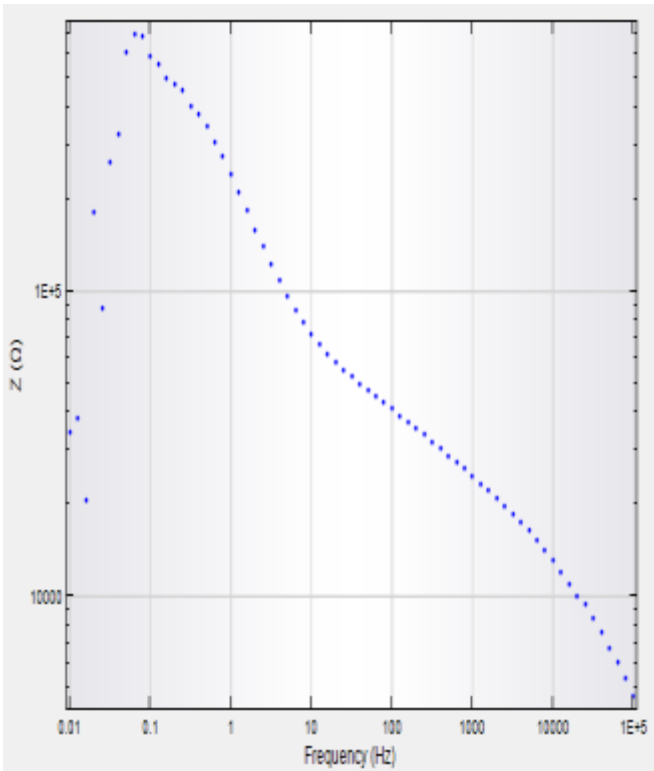
Diagrama de Bode en Zona 3: Este diagrama pone en evidencia una impedancia por encima de los $1 * 10^7 \Omega$ a frecuencias del orden de 0,01 Hz



Fuente propia

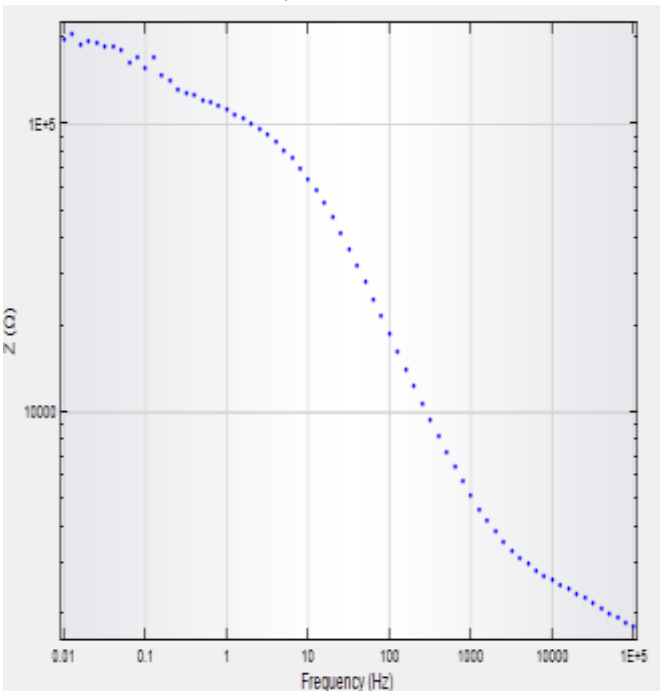
23551926230

Diagrama de Bode en Zona 4 Este diagrama pone en evidencia una impedancia por encima de los $1 \times 10^5 \Omega$ a frecuencias del orden de 0,1 Hz



Fuente propia

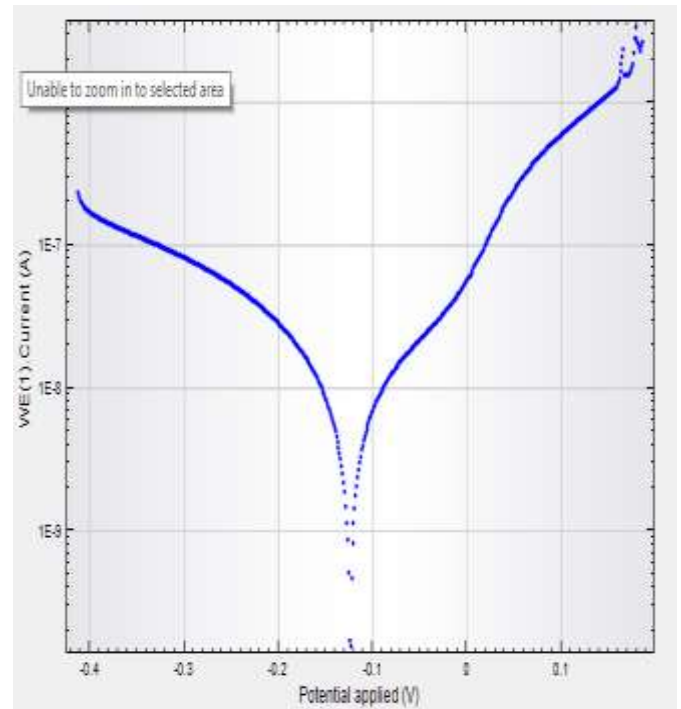
Diagrama de Bode en Zona 5: Este diagrama pone en evidencia una impedancia por encima de los $1 \times 10^5 \Omega$ a frecuencias del orden de 0,01 Hz



Fuente propia

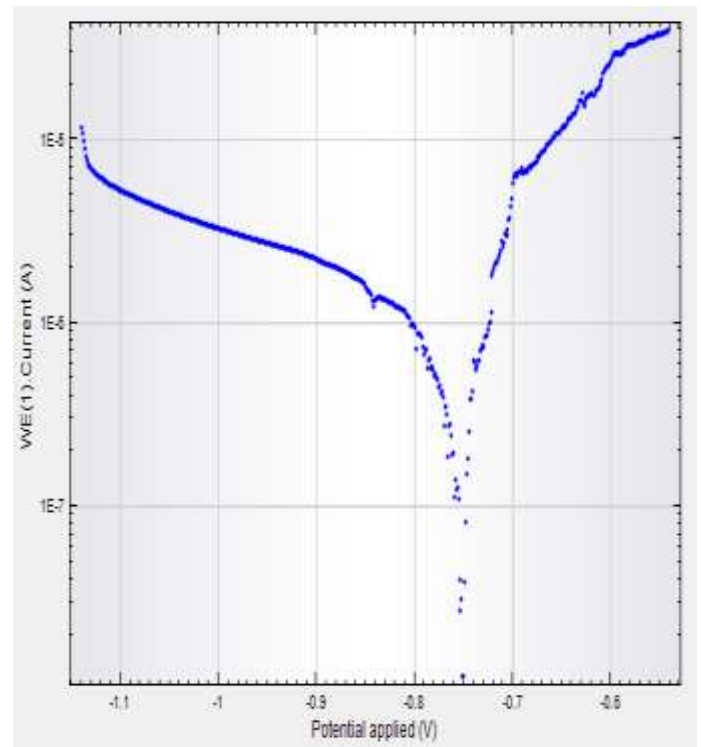
CURVAS DE POLARIZACIÓN POTENCIO DINÁMICAS

curvas de polarización potencio dinámica en Zona 1: Esta curva india un potencial de corrosión cercano a los -0,1 V



Fuente propia

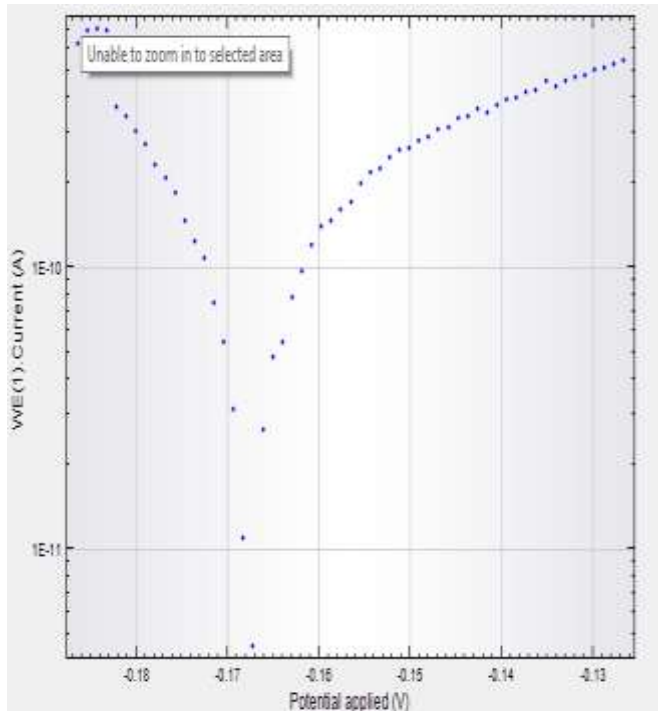
curvas de polarización potencio dinámica en Zona 2: Esta curva india un potencial de corrosión entre los -0,8 V y -0,7 V.



Fuente propia

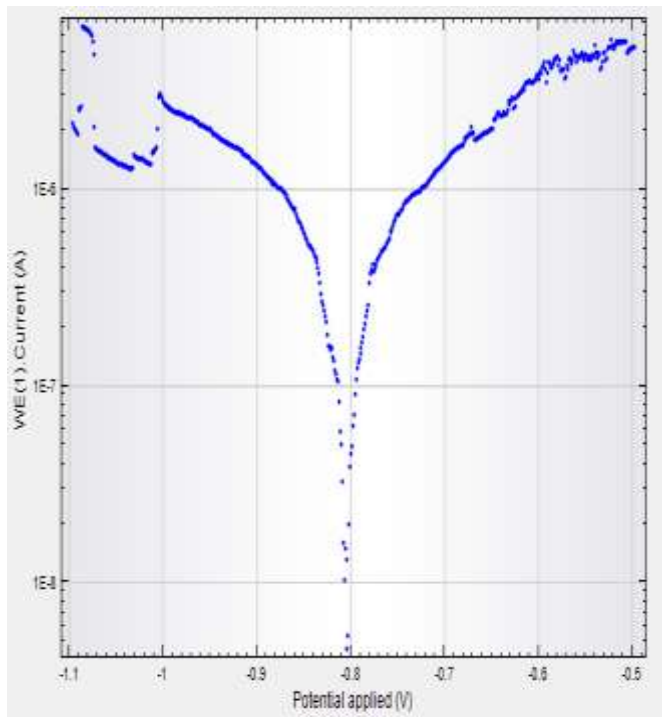
23551926230

curvas de polarización potencio dinámica en Zona 3: Esta curva india un potencial de corrosión entre los -0,17 V y -0,175 V



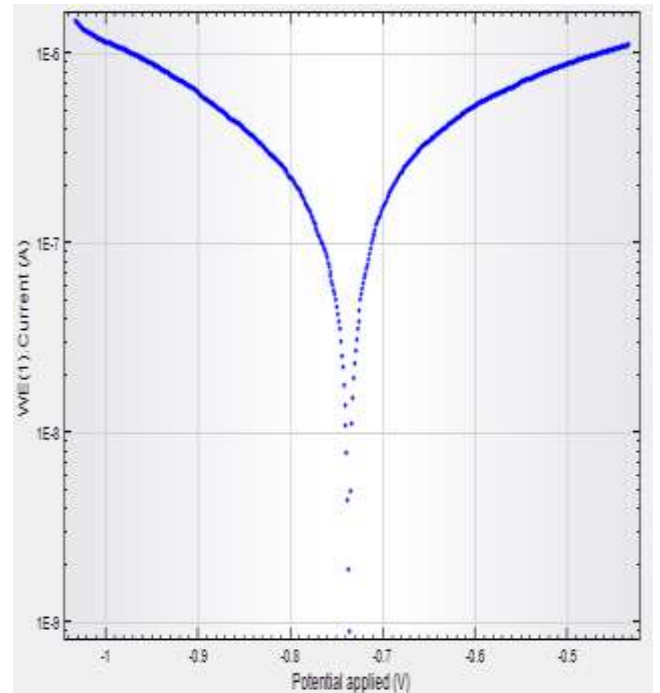
Fuente propia

curvas de polarización potencio dinámica en Zona 4: Esta curva india un potencial de corrosión cercano por debajo de los -0,8 V.



Fuente propia

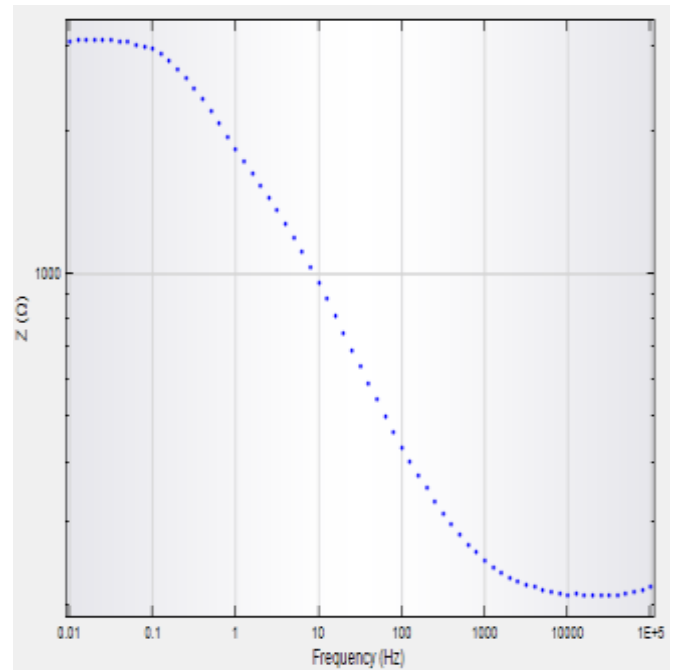
curvas de polarización potencio dinámica en Zona 5: Esta curva india un potencial de corrosión cercano a los -0,75 V.



Fuente propia

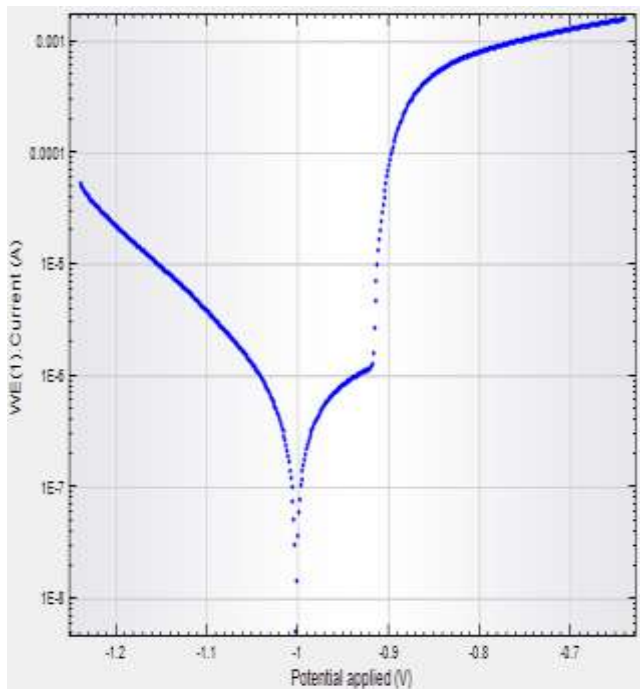
Se tiene una zona 6 la cual ha sido tratada para poder realizar medidas sin la cubierta de pintura, estas graficas son las siguientes:

Diagrama de Bode en Zona 6: Este diagrama pone en evidencia una impedancia por debajo de los $1 \times 10^4 \Omega$ a frecuencias del orden de 0,01 Hz



Fuente propia

curvas de polarización potencio dinámica en Zona 6: Esta curva india un potencial de corrosión cercano a -1 V



Fuente propia

La graficas evidencian un comportamiento resistente a los ataques de iones cuando se encuentra bajo un recubrimiento el cual, persistirá en la impedancia, siempre y cuando el recubrimiento presente uniformidad, evidenciando esta característica en la dispersión que tienen los puntos al momento de formar los diagramas, por tal motivo fue se realizó pruebas en material sin recubrimiento para tener un punto de referencia del comportamiento del material cuando no tiene una resistencia por parte del recubrimiento y notar este comportamiento, aclararía como afecta la corrosión en el material desnudo como ose evidencia en la figura 13., demostrando la importancia de los recubrimientos al momento de la permeabilidad en el intercambio iónico con el medio.

Figura 13. Evidencia fotográfica del material zamak sin recubrimiento luego del impacto realizado en la prueba de polarización potencio dinámica



Fuente propia

Por consiguiente, se procede a identificar los elementos que se usan para un mantenimiento preventivo, estos elementos se caracterizan por mitigar y ayudar a retirar la corrosión

existente en la materia, como también las impurezas producidas por el uso, el cual es descrito como un proceso de combustión luego de un impacto físico en la parte trasera de la munición (es donde se encuentre el almacenamiento de la pólvora comprimida)

En nuestro anexo 2 se evidencia la comparación de las diferentes curvas de los diagramas de Bode, de donde Si bien la impedancia está indicando la irresistibilidad que presenta el recubrimiento del material, se debe relacionar el espesor que tiene este en sus diferentes zonas para poder observar un comportamiento de permeabilidad en el momento de haber un intercambio de iones desde el medio externo al interno del material lo que facilitara el acceso de electrones y por consiguiente la oxidación del material.

Por eso encontramos con mayor impedancia la zona 3 que tiene mayor espesor de recubrimiento (1600 μm) y con menor capacidad de impedancia la zona 6 la cual se encuentra desprotegida, indicando que no cuenta con un recubrimiento que se oponga a la permeabilidad de Iones.

Analizando los valores obtenidos en la magnitud de impedancia en relación a los espesores de sus respectivas zonas determino que los recubrimientos no son de primera mano u/o uniformes, puesto que el material de estudio se encuentra, con desperfectos de recubrimientos como lo es el desgaste por el uso y el indebido almacenamiento que se la ha dado a estas piezas, evidenciándolo en la zona 5 el cual al tener una diferencia de 300 μm , por debajo del espesor de la zona 3, indica un comportamiento de resistencia más bajo que el de la zona 4 que tiene una diferencia de 1532 μm por debajo de la zona 3, lo que indica que la irregularidad del recubrimiento siendo un espesor ancho, no proporciona del todo una impedancia alta hacia la permeabilidad de Iones

- Pasando a evaluar las curvas de polarización potenciodinámicas de las 6 zonas ilustradas en la gráfica comparativa del anexo 3, indica que al ser una prueba que evidencia el pico de potencial de corrosión, encontramos un orden más semejante en comparación con el análisis de las gráficas de bode, al que se hace respecto a la correlación del espesor del recubrimiento, evidenciando que a mayor es el espesor y entre mejor sea la uniformidad del recubrimiento se encontrara menor porosidad arrojando como resultado, un alto potencial de corrosión, indicando que hay mayor reacción de aceptación de electrones (reducción) aumentando el potencial por encima de -0,2V antes de realizarse la oxidación del metal que es cuando hay una pérdida de electrones por parte del recubrimiento, ocasionando la corrosión del metal.

3. Consolidar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo usando la técnica RCM articulada con la norma ISO 9001:2015, para la conservación del material Zn- Al, de las armas traumáticas.

Se parte identificando los materiales e insumos de armas traumáticas fabricados para el mantenimiento de las armas traumáticas:

23551926230

Materiales e insumos de mantenimiento armas traumáticas fabricadas con el material zamak:

- Cepillos (escobillón-churrusco) metálicos con diámetro accesible al diámetro del cañón del arma.



¹⁷ Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego. (s.f). *Texas Parks & Wildlife Department*. Recuperado de [Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego — Texas Parks & Wildlife Department](#)

- Varillas extensoras para el cepillo de limpieza (escobillón-churrusco)



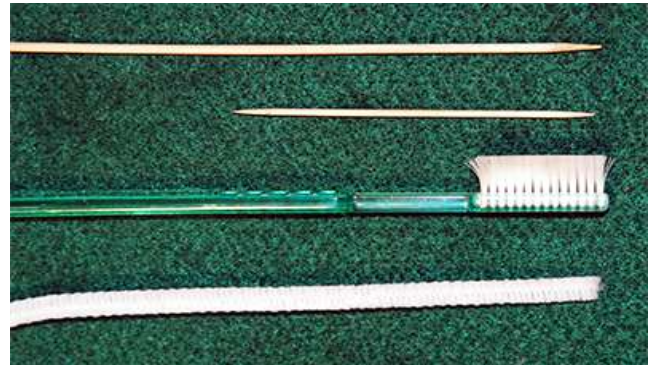
¹⁷ Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego. (s.f). *Texas Parks & Wildlife Department*. Recuperado de [Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego — Texas Parks & Wildlife Department](#)

- Lubricante de armas de fuego marca SONAX



¹⁷ Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego. (s.f). *Texas Parks & Wildlife Department*. Recuperado de [Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego — Texas Parks & Wildlife Department](#)

- Cepillos sintéticos



¹⁷ Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego. (s.f). *Texas Parks & Wildlife Department*. Recuperado de [Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego — Texas Parks & Wildlife Department](#)

Siendo identificados los materiales necesarios para el mantenimiento, se realiza la estructuración del sistema de mantenimiento según normativa ISO 9001:2015 del proceso de mantenimiento y cuestionamiento según la técnica RCM encontrado en el anexo 4, representando el sistema PHVA para lograr identificar la planificación el hacer la verificación de los procesos y por último el actuar frente a la obtención de los resultados de las practicas realizadas. Pará poder proceder a la implementación de la técnica RCM, respondiendo las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las funciones y los niveles de rendimiento de cada equipo?

Las armas traumáticas, deben tener un funcionamiento óptimo para que en el momento de accionamiento cuando se genera el efecto combustión en su recamara, no se ocasionen acciones inseguras de detonación para el cliente que está haciendo uso del producto. Así mismo como garantizar un tiro preciso en el objetivo destinado a impactar con el proyectil traumático

- ¿Como puede fallar cada equipo en su función?

El arma traumática puede presentar fallas, como cuando la recamará se encascará, ocasionando el atrapamiento del proyectil traumático en el cañón de disparo y la no liberación del proyectil por parte del proveedor, la no liberación de la vainilla del proyectil traumático, el no accionamiento del martillo al accionar el gatillo.

- ¿Cuáles son los modos de fallo?

- Atrapamiento del proyectil traumático en el cañón.
- Movimiento corto en el resorte del proveedor.
- Movimiento no rectilíneo por parte de la recamara.
- Desviación del proyectil en el momento de liberación del cañón.
- Aumento de la presencia de corrosión en el arma traumática.
- El no detonar del proyectil traumático.

- ¿Cuáles son las causas de cada modo de fallo?

- Atrapamiento del proyectil traumático en el cañón.

Es ocasionado por la obstrucción que genera la acumulación de residuos de las combustiones realizadas

23551926230

- con anterioridad, lo que no permite la liberación del proyectil traumático.
- Movimiento corto en el resorte del proveedor.
Es ocasionado por la falta de la lubricación del contenedor y del mismo resorte del proveedor.
 - Movimiento no rectilíneo por parte de la recámara.
Ocasionado por la acumulación de residuos de combustión en las correderas que facilitan el monte y desmonte del arma, puede también ser ocasionado por el debilitamiento de estas mismas correderas.
 - Desviación del proyectil en el momento de liberación del cañón.
Ocasionado por una acumulación parcial de residuos de combustión y corrosión liberados por la erosión del material que compone el arma traumática.
 - Aumento de la presencia de corrosión en el arma traumática.
Ocasionado por la falta de mantenimientos preventivos que se deben realizar luego de cada uso que se le da al arma.
 - El no detonar del proyectil traumático.
Ocasionado por el debilitamiento de impacto que es generado por el martillo detonando el cual tiene su fuerza de accionamiento por medio de resortes, los cuales se encontraran con debilitamiento por corrosión, y falta de lubricación.
- ¿Cuáles son las consecuencias de cada modo de fallo?
 - Atrapamiento del proyectil traumático en el cañón.
Ocasionaría combustión con poca salida de energía, aumentando la presión de salida de la energía de combustión, poniendo en riesgo la integridad del usuario y por consiguiente la estructura del arma.
 - Movimiento corto en el resorte del proveedor.
Ocasionara el montaje corto de la munición en la recámara de combustión del arma, y esta acción es necesaria para poder llevar a cabo el golpe de la aguja percutora sobre la munición y ocasionar la combustión.
 - Movimiento no rectilíneo por parte de la recámara.
Ocasionara el desgaste prematuro de la varilla guía, resultando en una avería disminuyendo la vida útil del arma.
 - Desviación del proyectil en el momento de liberación del cañón.
Ocasionando disparos no precisos, lo que podría generar un accidente de fijación a los objetivos que se desea impactar, por lo que es evidente tener en cuenta el anexo 8 sobre el decálogo de armas letales.
 - Aumento de la presencia de corrosión en el arma traumática.
Ocasionando desgaste en piezas mecánicas del arma, aumentando fallas de accionamiento y por consiguiente el daño del producto.
 - El no detona miento del proyectil traumático.
Ocasionando fallas de su objetivo final que es la liberación del proyectil para generar un impacto en el objetivo destinado.
Se puede encontrar que cual de los modos de fallos descritos pueden generar una acción no natural del arma traumática la

cual se encuentra diseñada para liberar un proyectil por medio de un proceso de combustión generado al momento de un impacto en la vainilla que contiene la pólvora, este proceso, al no ser realizado con naturalidad en la recámara del arma traumática ocasionaría accidentes directos sobre el cliente que accione el arma, como también el funcionamiento del arma, lo que ocasionaría un fallo en la garantía de funcionamiento y acortamiento de su vida útil.

- ¿Qué se puede/debe hacer para prevenir o predecir los fallos?
Realizar mantenimientos preventivos, con materiales adecuados, garantizando la preservación del material de fabricación como los el zamak, esto garantiza un buen funcionamiento, puesto que la preservación de las piezas que permiten el funcionamiento, permitiendo que se desarrollase un proceso mecánico natural para su debido desempeño.
- ¿Qué hacer si la prevención falla?
Si la prevención no es adecuada, se debe evaluar el estado del funcionamiento del arma, el cual puede presentar averías de fabricación, que no son detectadas en el momento de llegada a la tienda y tampoco al momento de distribuir al cliente.

Realizado el proceso metodológico y encontradas las fallas a mejorar dentro de la estructuración en la documentación de los procesos, se aplica este análisis de procesos y se hace la debida vinculación bajo la normativa ISO 9001:2015 en pro de la preservación y manipulación de armas traumáticas fabricadas con el material zamak, para proponer flujograma del plan de mantenimiento diseñado y expuesto en el anexo 6.

CONCLUSIONES

- A través de las pruebas realizadas (EIS y polarización potenciodinámica) se evidencio la importancia del recubrimiento en las armas traumáticas para la disminución del deterioro del material zamak, si bien entre mayor sea el espesor y no presente irregularidades (porosidad, desigualdad en los espesores) mayor es la capacidad de resistir a la reducción de electrones y retarda la oxidación de los mismos.
- Se reconoce que la uniformidad y el desgaste de los recubrimientos afectan directamente a la magnitud de impedancia, por lo que no se es factible, realizar limpiezas abrasivas a las partes externas que están protegidas con los recubrimientos.
- La implementación del plan propuesto, es un proceso el cual se inicia identificando y poniendo al corriente el personal indicado para los procesos necesarios que corresponden a la planeación, ejecución y seguimiento de los mismos.
- La falta de capacitación y documentación sobre la aplicación de la normativa, ocasionan el desempeño irregular de procesos diseñados empíricamente en el mantenimiento de productos fabricados bajo condiciones que se desconocen, aumentando la incertidumbre de la garantía del producto que se distribuye.

- Si bien las armas traumáticas tienen un recubrimiento que genera el efecto retardado de la corrosión, se debe tener en cuenta que la uniformidad y porosidad resultado de la fabricación del producto, son factores que no se puede controlar desde el mantenimiento preventivo, diseñado para la empresa Lans Soluciones, puesto que es una garantía de fabricación de la cual no se tiene evidencia, generando un sesgo entre la vida útil del producto y su deterioro.
- El estado actual de la documentación y por correspondiente del proceso de planificación y control del proceso de mantenimiento en la empresa Lans Soluciones evidenciaron que son fallas que se desarrollaran en las garantías que debían corresponder por la falta de confiabilidad en los productos distribuidos.

RECOMENDACIONES

- Dada la importancia de los mantenimientos preventivos en las armas traumáticas es de suma importancia que la empresa Lans Soluciones de inicio en el menor tiempo posible a la implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto en el trabajo presente.
- Es necesario la estipulación de personal de mantenimiento y la debida supervisión, y poder continuar un debido seguimiento y mejoramiento de los procesos realizados.
- Así mismo el área de mantenimiento de la empresa Lans Soluciones debe comprometerse con la continuidad y el buen desempeño de los procesos de calidad.
- Es importante la actualización y capacitación en la implementación y generación de procesos de garantía en las actividades de mantenimiento y administrativas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Degarmo, E. P., Black. J.T., y Kohser, R. A. (2002). *MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACION*. Recuperado de [Materiales y procesos de fabricación - E. Paul DeGarmo, J. Temple Black, Ronald A. Kohser - Google Libros](#)
- [2] Rodriguez, J., Castro, L., y Del Real, J. C. (2012). *PROCESOS INDUSTRIALES para materiales metálicos*. Recuperado de [Procesos industriales para materiales metálicos: \(2ª Edición\) - Julian Rodríguez Montes, Lucas Castro Martínez, Juan Carlos del Real Romero - Google Libros](#)
- [3] Pancorbo, F.J. (2011). *Corrosión, degradacion y envejecimiento de los materiales empleados en la edificación*. Recuperado de [Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la ... - Francisco J. Pancorbo - Google Libros](#)
- [4] Escandon, J. S. (2020). *MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO A LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE ELECTRONICA AVANZADA DE LA FACULTAD DE INGENIERA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/24314/EscandonCardenasJuanSebastian2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[5] Dietsche, K. H., y Klingebiel, M. (2005). *Manual de la tecnica del automovil*. Recuperado de [Manual de la técnica del automóvil - Google Libros](#)

[6] Universidad Nacional de la Plata. (2016). *Determinación de velocidades de corrosión*. Recuperado de

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi1_vqv7vP3AhWTRjABHbk2Bk0QFnoEAcQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ing.unlp.edu.ar%2Fcatredras%2FQ0854%2Fdescargar.php%3Fsecc%3D0%26id%3DQ0854%26id_inc%3D23680&usg=AOvVaw13rj8L51uk-ZJaIVtqhWjG

[7] Kunst, S.R., Bianchin, A.C., Mueller, L.T., Santana, J.A., Volkmer, T.M., Morisso, F.D., Carone, C.L., Ferreira, J.Z., Mueller, I.L., & Oliveira, C.T. (2014, marzo 14). Model of anodized layers formation in Zn-Al (Zamak) aiming to corrosion resistance. *Journal of Materials Research and Technology*. Recuperado de [Model of anodized layers formation in Zn-Al \(Zamak\) aiming to corrosion resistance \(x-mol.com\)](#)

[8] Martinez, M. (2009). *Thermo-Mechanical Behavior of a Zinc Die Casting Alloy Considering Natural Aging* (tesis doctoral). Clausthal University of Technology, Murcia, España. Recuperado de [Thermo-Mechanical Behavior of a Zinc Die Casting Alloy Considering Natural Aging \(core.ac.uk\)](#)

[9] Majin, J., Gomez, H., y Florez, J. (2019). GUIA PARA LA GENERACION DE PLANES DE MANTENIMIENTO BASADOS EN ISO9001:2008 Y ANSI/ISA 88,95. CASO DE ESTUDIO: PLANTA TRILLADORA DE CAFE PERGAMINO. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(33), 1- 10. Recuperado de [GUÍA PARA LA GENERACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO BASADOS EN ISO 9001: 2008 Y ANSI/ISA 88, 95. CASO DE ESTUDIO: PLANTA TRILLADORA DE CAFÉ PERGAMINO | Majin Erazo | REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA \(RCTA\) \(unipamplona.edu.co\)](#)

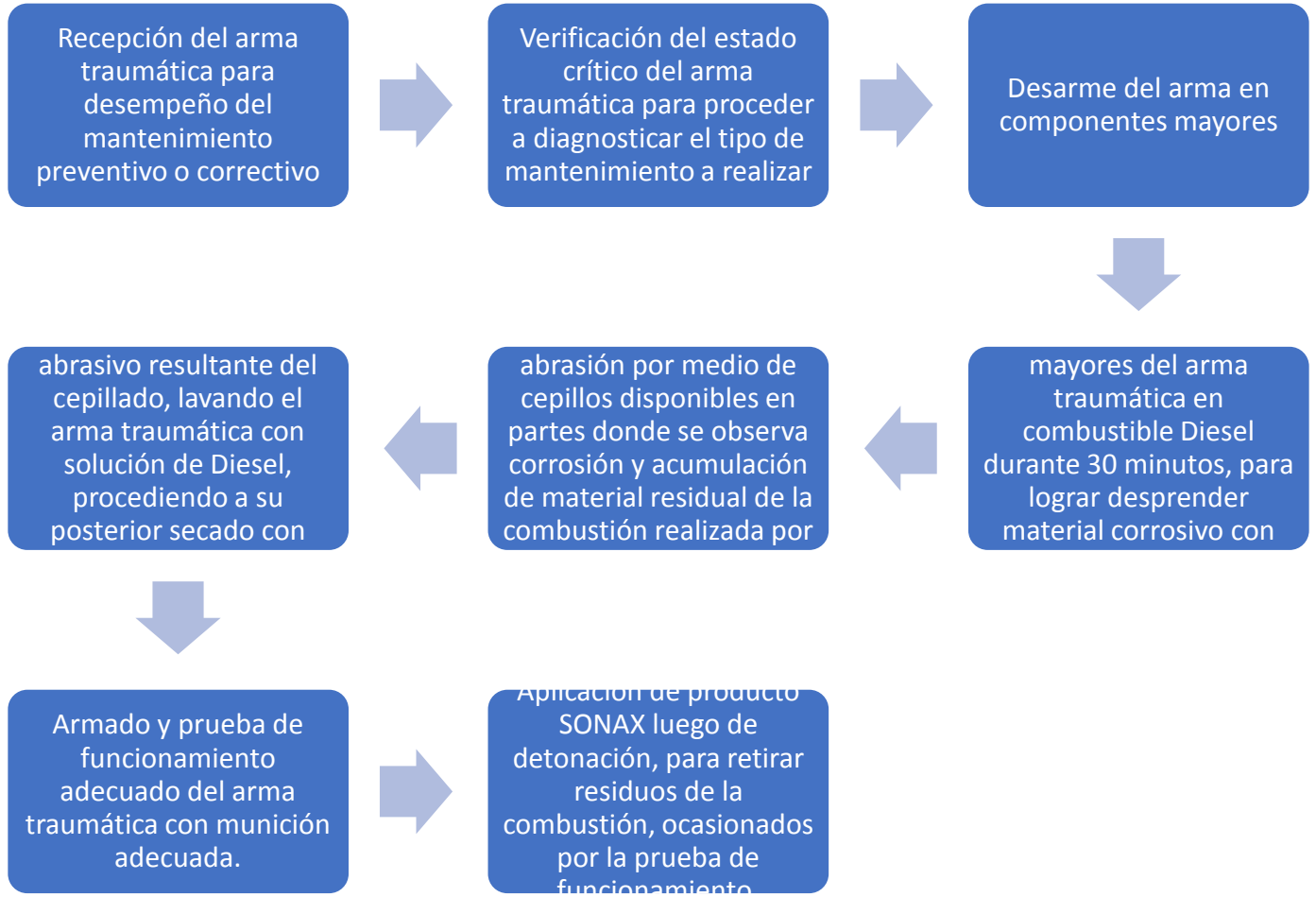
[10] Vasquez, J. (2007). *EMPLEO DE LA TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIAS ELECTROQUÍMICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE BIOMATERIALES. APLICACIÓN A UNA ALEACIÓN BIOMÉDICA DE Co-Cr-Mo* (Tesis de Máster). Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de [TesisMaster LuisVazquez.pdf \(upv.es\)](#)

[11] Guevara, Y., y Sanchez, J. (2014). INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA AGITACIÓN DEL MEDIO CORROSIVO CONSTITUIDO POR H2SO4-0.5 M y HCl-0.5 M, SOBRE LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN DEL ACERO ASTM A335 P22, MEDIDO MEDIANTE DIFERENTES TÉCNICAS ELECTROQUÍMICAS (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional De Trujillo, Perú. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10390/Guevara%20Reyes%20-%20Sanchez%20Gallardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [12] Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad*. Recuperado de [ISO 9001:2015\(es\), Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos](#)
- [13] Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M., y Tolentino, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Científica*, 23(1), 51-59. Recuperado de [Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad \(RCM\) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos \(redalyc.org\)](#)
- [14] Madhurihammad. (10 de noviembre de 2020). Advantages and Disadvantages of RCM [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://es.acervolima.com/ventajas-y-desventajas-de-rcm/>
- [15] Reliabilityweb. (2010). *Reliabilityweb*. Recuperado de [Reliabilityweb El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional](#)
- [16] Mantenimiento de armas de fuego. (s.f). *Wikipedia*. Recuperado de [Mantenimiento de armas de fuego ContenidoyNecesidad \(hmong.es\)](#)
- [17] Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego. (s.f). *Texas Parks & Wildlife Department*. Recuperado de [Limpieza y Mantenimiento de las Armas de Fuego — Texas Parks & Wildlife Department](#)
- [18] TACTICAL NORMAS. (2018). *MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE UN ARMA DE FUEGO*. Recuperado de [MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA – TACTICAL POLIGONO \(poligonotactical.co\)](#)

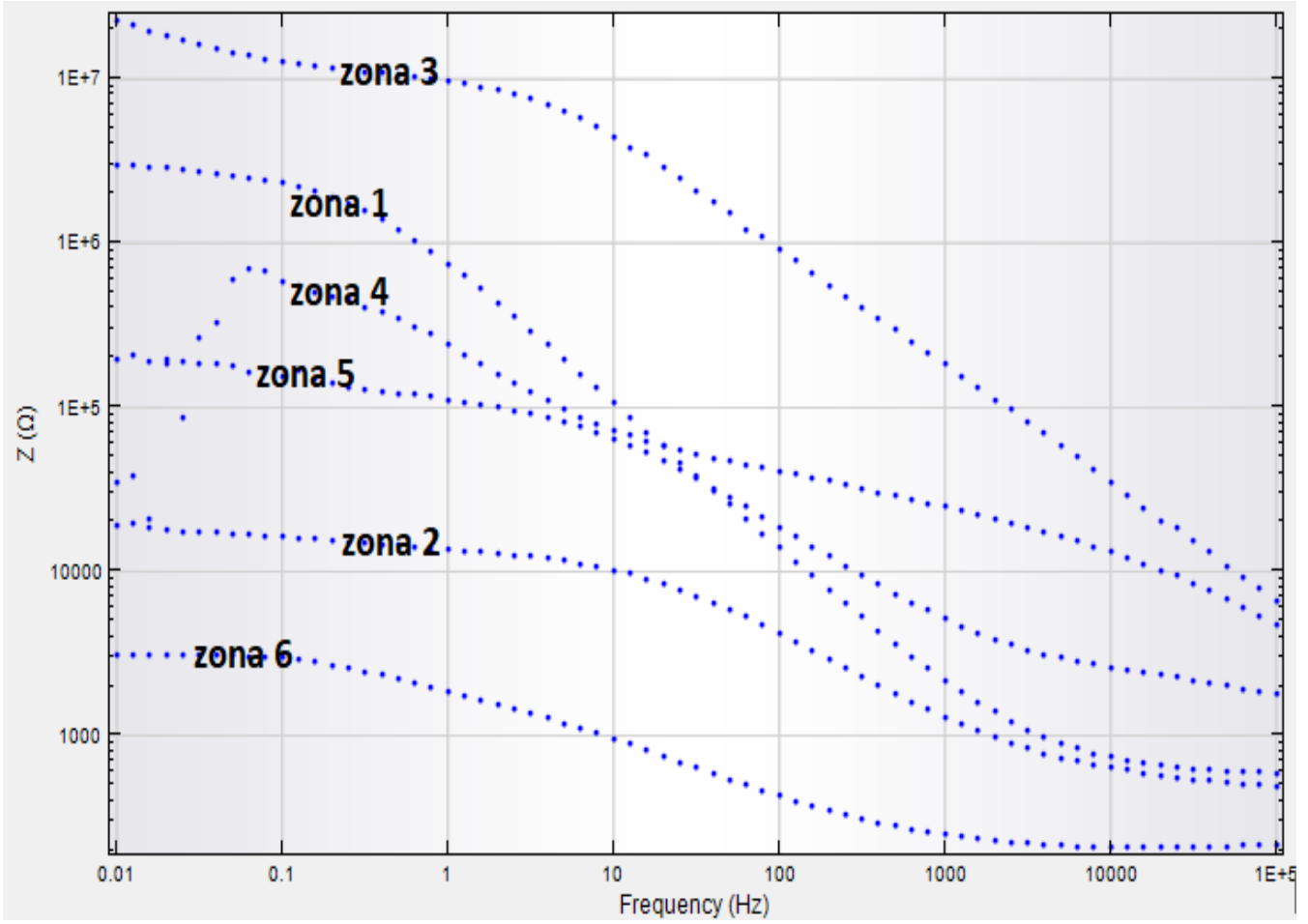
ANEXOS

- ANEXO 1: Fig. 6. sobre diagrama de flujo del procedimiento actual en mantenimiento de armas traumáticas en Lans Soluciones.



fuelle propia

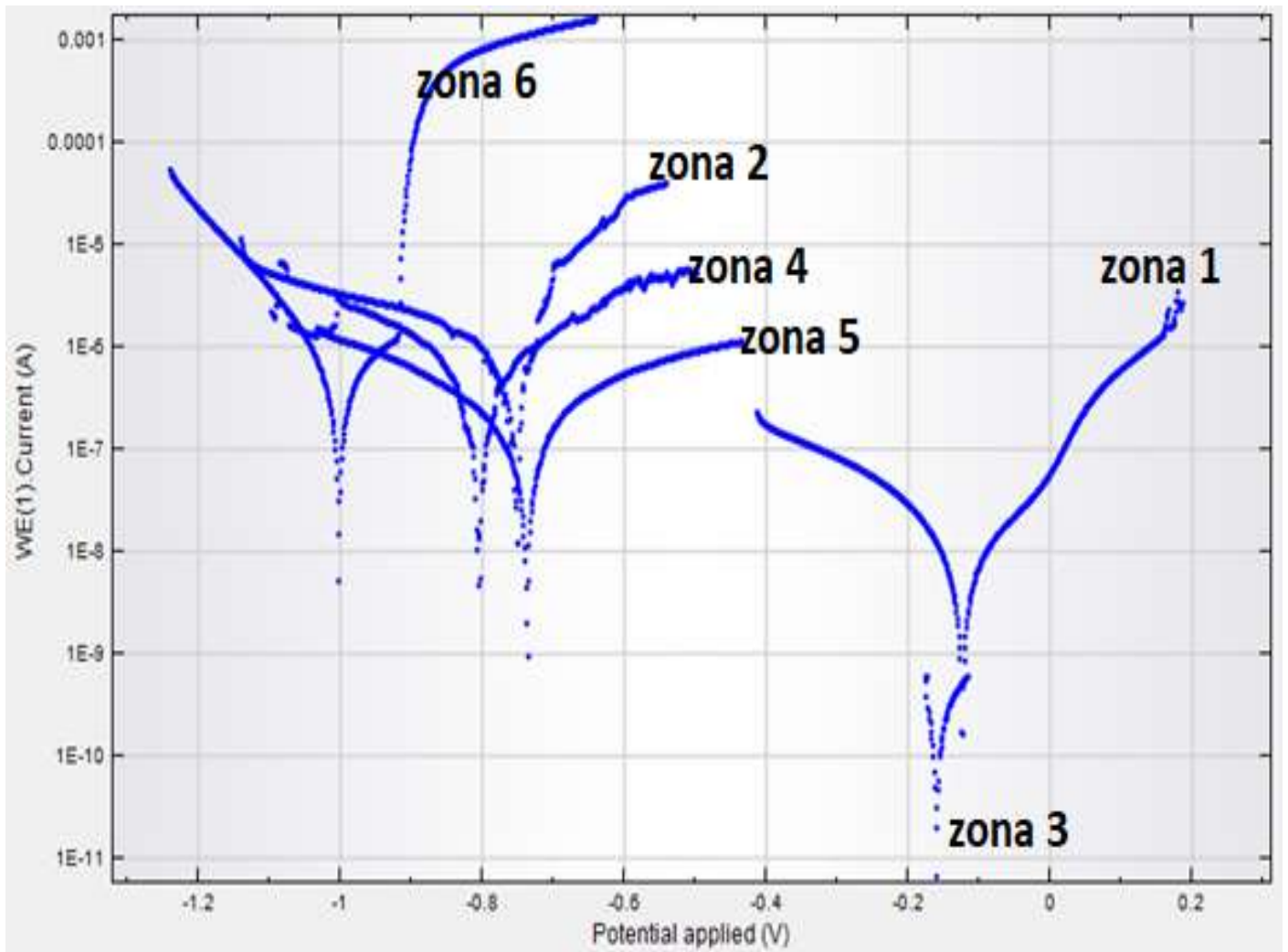
ANEXO 2: Graficas de bode de las 6 zonas estudiadas del material zamak



Fuente propia

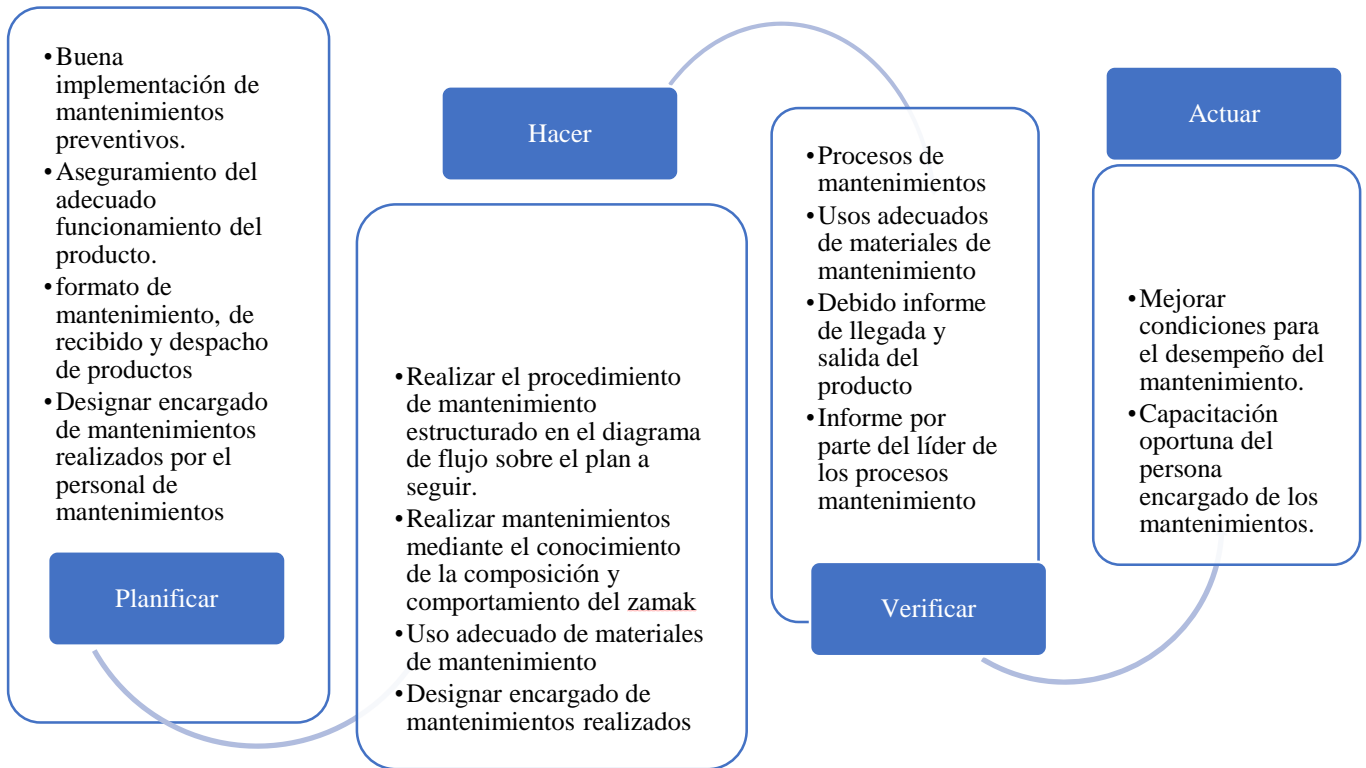
23551926230

- ANEXO 3: curvas de polarización potenciodinámicas de las 6 zonas de estudio del material zamak



Fuente propia.

- ANEXO 4: La estructuración del sistema de mantenimiento según normativa ISO 9001:2015 del proceso de mantenimiento y cuestionamiento según la técnica RCM.



Fuente propia

- ANEXO 6: flujograma del plan de mantenimiento diseñado para Lans Soluciones sobre el mantenimiento preventivo para armas traumáticas según la norma ISO 9001:2015 aplicando la técnica RCM.



Fuente propia

23551926230

- ANEXO 7: sobre aval de la empresa de Lans Soluciones para el estudio y mejoramiento del plan de mantenimiento actual de la empresa.



LANS Soluciones

¡Hacemos tu vida más fácil!

Valle del Guamuez-Putumayo, 18 de marzo de 2022

Señores:

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica (FIMEB)

ASUNTO: Autorización para el Diseño de un plan de mantenimiento para armas traumáticas.

Respetuosamente y bajo la calidad del representante legal de LANS SOLUCIONES me dirijo a ustedes con el fin dar a conocer la aprobación para intervención por parte del estudiante: Kenny David Vanegas correa con documento de identidad 1018471676 de Bogotá D.C para dar desarrollo al Trabajo de Grado titulado "Diseño de un plan de mantenimiento para armas traumáticas, basado en el deterioro del material ZAMAK"

Con la presente se hace constar que nos ha presentado la propuesta y estamos de acuerdo con lo planteado como acción de mejora y fortalecimiento de herramientas de trabajo; de parte de LANS SOLUCIONES se brindara el apoyo con el suministro de piezas de armas traumáticas fabricadas con la aleación metálica conocida como ZAMAK.

Gracias por la atención prestada.

Cordialmente,

LUIS EDUARDO MUÑOS ANDRADE
Representante legal LANS SOLUCIONES

Barrio Nueva Esmeralda Calle 9 N° 7 A 34 - La Hormiga - Putumayo
Correo lans.soluciones@gmail.com - Whatsapp 312 405 2468 - Celular 316 377 9561

- ANEXO 8: sobre el decálogo de armas letales en aplicado en la empresa Lans Soluciones.



Lans Soluciones


¡Hacemos tu vida más fácil!

DECÁLOGO DE ARMAS

1. Siempre que maneje un arma hágalo como si estuviera cargada.
2. Nunca pregunte si su arma está cargada o descargada, cerciórese por sí mismo.
3. Nunca apunte su arma cargada o descargada a objetos a los cuales nunca piense disparar.
4. Controle la boca de fuego de su arma cuando sufra una caída.
5. No mezcle las bebidas alcohólicas o psicotrópicas con el manejo de armas.
6. Antes de cargar un arma verifique su munición, esta debe estar limpia y seca.
7. Antes de oprimir el disparador piense en cuál será la dirección que tendrá el proyectil.
8. No dispare su arma a través de obstáculos que le impidan observar que hay detrás de él.
9. Siempre mantenga su arma descargada y no la abandone donde puede ser tomada por niños o personas inexpertas.
10. No descuide las medidas de seguridad en el manejo de las armas de fuego, el desconocimiento pone en peligro su vida y la de los demás.

23551926230

- ANEXO 9: Procedimiento no conformidades y acciones de mejora.

	LANS SOLUCIONES	Código	LS-PR-01
	PROCEDIMIENTO DE PLAN DE MANTENIMIENTO.	Versión	01
		fecha	7/05/2022
		Página	1

1. OBJETIVO

Establecer procedimientos, formatos de seguimiento y responsabilidades con el fin de controlar la elaboración, desarrollo y seguimiento de los mantenimientos (preventivos o correctivos),

2. ALCANCE:

Inicia con la identificación de revisión de la normativa ISO 9001:2015 hasta la identificación de los modos de fallo con sus respectivas causas y consecuencias definidos por la técnica RCM.

3. DEFINICIONES:

Modos de fallo: posible manera en la que un sistema puede fallar.

Formatos de seguimiento: sirven para poder analizar y resolver cualquier contingencia que se presente.

4. GENERALIDADES:

El procedimiento para corregir las no conformidades debe ser evaluadas y en seguimiento hasta verificar un proceso óptimo con resultados positivos para la empresa.



LANS SOLUCIONES	Código	LS-PR-01
PROCEDIMIENTO PLAN DE MANTENIMIENTO.	Versión	01
	fecha	7/05/2022
	Página	2



Ac
Ve.

Fuente propia

23551926230

- ANEXO 10: propuesta de formato de recibido y diagnóstico de armas traumáticas para la empresa Lans Soluciones.

		LANS SOLUCIONES		Código	LS-FR-01
		Formato de recibidos y diagnóstico de armas traumáticos para mantenimientos		Versión	01
				fecha	7/05/2022
				Página	1
Datos de propietario					
Nombre			celular		
Identificación			Fecha de recibido		
correo electrónico			Fecha de entrega		
N°	Marca del arma	serial	estado/diagnostico	tipo de mantenimiento a emplear	costo
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
					TOTAL
_____ Responsable del mantenimiento			_____ Firma propietario		

