

La gestión del mantenimiento acorde a la criticidad de los activos / Maintenance management according to the criticality of the assets

Leider Inocencio Saraiba-Núñez¹ <https://orcid.org/0000-0002-9267-4082>, Yorley Arbella-Feliciano¹ <https://orcid.org/0000-0003-0777-5311>, Maira Rosario Moreno-Pino¹ mmoreno@uho.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0003-4991-149X>, Raúl Torres-Sainz¹ <https://orcid.org/0000-0002-1243-3642>

Institución de los autores

¹Universidad de Holguín, Cuba.

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento - No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Resumen

El análisis de criticidad es una técnica de fácil manejo y comprensión por los especialistas de electro medicina, establece rangos relativos a la probabilidad de ocurrencia de fallas y sus consecuencias. Se emplearon diferentes métodos como el análisis-síntesis, inducción-deducción, sistémico-estructural, medición y modelación, con el objetivo de realizar el análisis de criticidad al activo electro médico Termociclador de ácido desoxirribonucleico Perkin Termal Cetus modelo 480, para realizar la gestión del mantenimiento al mismo. Se valoró el equipo electro médico Termociclador Perkin Termal Cetus modelo 480 y su resultado es que se clasifica como crítico por su nivel de actividad, lo que tributa en la gestión del mantenimiento con la selección de los modos de fallas manifestados y en base a estos se logra mitigar los riesgos de falla.

Palabras clave: Análisis de criticidad; Fallas y sus consecuencias; Gestión del mantenimiento

Abstract

The criticality analysis is a technique easy to use and understand by electro-medical specialists, it establishes ranges related to the probability of occurrence of failures and their consequences. Different methods such as analysis-synthesis, induction-deduction, systemic-structural, measurement and modeling were used in order to perform the criticality analysis of the Perkin Thermal Cetus model 480 deoxyribonucleic acid thermocycler electro-medical asset, in order to carry out the maintenance management of the same. The Perkin Thermal Cetus model 480

electro-medical equipment was evaluated, and its result is that it is classified as critical due to its level of activity, contributing to the maintenance management with the selection of the failure modes manifested and based on these it is possible to mitigate the risks of failure.

Keywords: Criticality analysis; Failures and their consequences; Maintenance management

Introducción

En la actualidad la gestión del mantenimiento en activos electro médicos en las instituciones de salud del Ministerio de Salud Pública (MINSAP) se viene realizando bajo criterios bien definidos de confiabilidad, el poder implementar esta gestión bajo enfoques de riesgo, haciendo uso de un análisis de criticidad asegura una mejor competitividad a la hora de tomar decisiones en la gestión del mantenimiento en activos que se encuentran en estado límite.

Algunos autores (Yerbabuena y Ashqui, 2019), valoran la necesidad en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de activos electro médicos considerar los estudios de criticidad, por lo que es necesario la realización del análisis de criticidad el cual permitirá la identificación y jerarquización de activos en función de los criterios que realizan la evaluación de las funciones del mismo llegando a determinar las consecuencias de las fallas potenciales, este análisis es del tipo cuantitativo.

Varios autores (Santos H et al., 2013), (Enova S.L, 2018), (Predictiva21, 2019), (Jonathan, 2022), (Team, 2022), plantean que el objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

La expresión matemática que analiza la criticidad se puede expresar como:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema (activo) o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes: seguridad, ambiente, producción, costos (operacionales y de mantenimiento), tiempo promedio para reparar y frecuencia de falla.

Para contribuir a la comprensión y desarrollo de la gestión del mantenimiento acorde a la criticidad de los activos, este trabajo presenta como objetivo realizar el análisis de criticidad al

activo electro médico Termociclador de ácido desoxirribonucleico (ADN) Perkin Termal Cetus modelo 480 que se encuentra en estado límite.

Materiales y Métodos

Durante el proceso de explotación de un activo en particular, debe tomarse en cuenta algunas tareas, entre las que resaltan:

Realizar el análisis estadístico de eventos de falla y de su impacto para establecer rangos relativos para las frecuencias de falla y para los impactos o consecuencias de falla.

Lograr un acuerdo aceptado a todos los niveles de la organización donde se utilizará el activo de criticidad y unificar criterios para su interpretación y correcta utilización.

Las tareas previamente expuestas son seguramente posibles, pero también implican un considerable esfuerzo de análisis y el consumo de recursos y tiempo; por esta razón, muchas entidades de salud deciden buscar entre los activos de criticidad ya adquiridos en explotación para adoptar una de estas metodologías (la que mejor se adecue a la naturaleza del proceso de explotación bajo análisis).

A continuación, se describen brevemente algunas de las partes del análisis de criticidad en el activo electro médico objeto de estudio: Termociclador de ADN Perkin Termal Cetus modelo 480, teniendo en cuenta: la jerarquización de los activos, clasificación del activo, selección del modelo de mantenimiento en función de la criticidad del activo, selección de los modos de falla, selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento escogido, determinación de frecuencias óptimas, determinación de la logística de mantenimiento, determinación de la logística de mantenimiento y agrupación de tareas en rutina.

Todas estas etapas definen un análisis de criticidad para la gestión del mantenimiento en activos electro médicos.

Resultados

En este análisis se determina la criticidad del activo objeto de estudio, mediante una matriz de frecuencia por consecuencia de falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impacto o consecuencias en los cuales incurrirá el activo en estudio si le ocurre una falla. La ecuación 1 muestra el modelo de cálculo de la criticidad, y la figura 1 muestra la matriz de criticidad.

Figura 1*Matriz de criticidad*

Nota: Fuente (Anel, 2021).

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \cdot \text{Consecuencia} \quad (1)$$

Para algunos autores (Anel, 2021), (Arte dinámico, 2022), (Soporte & Cia. SAS, 2021), es considerado que el análisis de criticidad permite jerarquizar los activos para dar prioridad a los activos más importantes y justificar la designación de recursos (mano de obra, materiales, repuestos). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la criticidad de los activos electro médicos reciben una puntuación.

En base a la función, pueden estar en cuatro categorías con puntuación entre 2 a 10.

Teniendo en cuenta el riesgo asociado con la aplicación clínica, se ponderan entre 1 a 5.

Requisitos de mantenimiento se ponderan entre 1 a 5.

Antecedentes del problema del activo (Promedio de averías de un activo) entre -2 a +2

En base a estos términos se valora la gestión del mantenimiento, dándose una puntuación a cada criterio.

Función del activo con puntaje de 10, ya que es un activo que brinda un apoyo vital dentro del diagnóstico clínico.

Riesgo físico asociado a la aplicación clínica, con puntuación de 5, ya que este activo presenta un alto riesgo de error en el diagnóstico clínico desarrollado a pacientes debido a que es soporte a la toma de decisiones

Requisitos de mantenimiento, con puntuación de 5, ya que este activo exige que sus ajustes y calibraciones tengan el menor margen de error y que se realicen remplazos de piezas debido al peligro de inducir el error humano en el diagnóstico clínico

Antecedentes de problemas con el activo, con puntuación de 0, ya que posee un promedio muy bajo de averías por meses

De esta forma la gestión del mantenimiento tomaría valores de:

$$GE = 10 + 5 + 5 + 0 = 20 \quad (2)$$

GE: Número de gestión de mantenimiento

Los mantenimientos se clasifican (en base al número de gestión):

12 o más, actividades preventivas: **CRÍTICO**

Menos de 12, actividades correctivas: **NO CRÍTICO**

El Termociclador de ADN Perkin Termal Cetus modelo 480 (Yerbabuena y Ashqui, 2019), (Linarez, 2019), (World Health Organization, 2012), (Perkin-Elmer/Cetus DNA Thermal Cycler - OpenWetWare, s. f.), (Cossio Rojas, 2021), (Integral, s. f.), se clasifica como un activo crítico, y por ser un activo al cual se le exige una alta disponibilidad y el tipo de mantenimiento es programado, el mantenimiento a estos activos es sistemático para poder prolongar su vida útil en base al nivel de riesgo asociado.

Selección del modelo de mantenimiento en función de la criticidad del activo

En el momento de seleccionar el modelo este pudiera ser: correctivo, ccondicional, sistemático o de alta disponibilidad. Por ser el termociclador de ADN un activo crítico, se elige el tipo de mantenimiento de alta disponibilidad, ya que el mantenimiento es programado, y la disponibilidad es media (40-90%).

Determinación de fallas funcionales: En este punto del análisis de criticidad se determinan las fallas funcionales del activo, se clasifican las fallas y los modos de fallas.

La tabla 1 muestra las fallas y modos de fallas con su clasificación. Para cada modo de falla se planifican las tareas a realizar, la cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 1

Clasificación de las Fallas y Modos de Fallas

Activo	Falla	Clasificación	Modo de falla	Clasificación
Termociclador de ADN		Funcional	Fusible defectuoso	A evitar
Perkin Termal Cetus modelo 480		Funcional	Pantalla de indicación defectuosa	A evitar

No funciona el activo	Funcional	Transformador reductor defectuoso	A evitar
	Funcional	Máquina de refrigeración defectuosa	A evitar
	Funcional	Filtro de línea defectuoso	A evitar
Falso contacto en la cinta y conectores	Funcional	Cinta en mal estado, partida	A evitar
Teclado defectuoso	Funcional	Teclado con suciedad	A evitar
	Funcional	Cinta defectuosa o partida	A evitar
Fallo en los indicadores de operación Stop, Help, Step, Star, Enter	Funcional	Indicadores defectuosos, perdida de la programación	A evitar
Fallo en las memorias	Funcional	Perdida de la programación de las memorias	A evitar
Se alteran los tiempos de la programación	Funcional	Desvalorización de los parámetros del sensor (R, V)	A evitar
Problemas en la máquina de refrigeración	Funcional	Termostato defectuoso	A evitar
	Funcional	Máquina quemada	A evitar

	Funcional	Relay de arranque defectuoso	A evitar
No llega toda la temperatura al bloque de sensores	Funcional	Electrobomba defectuosa	A evitar

Nota: Fuente elaboración propia.

Determinación de los modos de fallas. En este paso (Delgado, 2021), (Betancourt, 2020), determinan los diferentes modos de falla que presenta el activo, se clasifican y se le asignan tareas a cada uno de ellos para darles solución a los mismos. La tabla 2 muestra la clasificación para cada tipo de modo de fallas del activo.

Tabla 2

Clasificación de los modos de fallas

Activo	Modo de fallas	Clasificación	Tarea
Termociclador de ADN Perkin Termal Cetus modelo 480	Fusible defectuoso	A evitar	Cambiar fusible
	Pantalla de indicación defectuosa	A evitar	Sustituir pantalla de indicación
	Transformador reductor defectuoso	A evitar	Sustituir, reparar transformador
	Máquina de refrigeración defectuosa	A evitar	Reparar máquina de refrigeración
	Filtro de línea defectuoso	A evitar	Sustituir filtro de línea
	Cinta en mal estado, partida	A evitar	Limpiar, eliminar falso contacto, reparar cinta
	Teclado con suciedad	A evitar	Limpiar teclado
	Cinta defectuosa o partida	A evitar	Ajustar cinta

Indicadores defectuosos, pérdida de la programación	A evitar	Cambio de indicadores, revisar la programación, resetear la programación
Perdida de la programación de las memorias	A evitar	Reprogramación de las memorias, se resetean
Desvalorización de los parámetros del sensor (R, V)	A evitar	Cambiar los sensores defectuosos
Termostato defectuoso	A evitar	Cambiar el termostato
Máquina quemada	A evitar	Enrollado de la máquina
Relay de arranque defectuoso	A evitar	Relay defectuoso
Electrobomba defectuosa	A evitar	Sustituir electrobomba
No llega señal de mando a la electrobomba	A evitar	Reprogramación de las memorias, se resetean

Nota: Fuente elaboración propia.

Selección de tareas de acuerdo al modelo de mantenimiento escogido

En este punto se selecciona una tarea para cada modo de falla y se evitan fallos en cada tipo de activo electro médicos. Las tareas a realizar en base al tipo de mantenimiento escogido son clasificadas para evitar el modo de fallo antes mostrado, orientándose así las tareas correspondientes a cada modo de falla.

Determinación de frecuencias óptimas

En este punto de acuerdo a un análisis minucioso realizado a los manuales de mantenimientos brindados por los fabricantes se realiza la programación de las frecuencias del accionar de

mantenimiento al activo objeto de estudio. De esta manera se muestran la programación del mantenimiento a realizar en base a las frecuencias: tanto al fallo, como trimestral.

Cambiar fusible, al fallo

Sustituir pantalla de indicación, al fallo

Sustituir, reparar transformador, al fallo

Reparar máquina de refrigeración, al fallo

Sustituir filtro de línea, al fallo

Limpiar, eliminar falso contacto, reparar cinta, trimestral

Limpiar teclado, trimestral

Ajustar cinta, trimestral

Cambio de indicadores, revisar la programación, resetear la programación, trimestral

Reprogramación de las memorias, se resetean, trimestral

Cambiar los sensores defectuosos, al fallo

Cambiar el termostato, al fallo

Enrollado de la máquina, al fallo

Cambiar relay defectuoso, al fallo

Sustituir electrobomba, al fallo

Determinación de la logística de mantenimiento

En este punto se toma en cuenta las necesidades para la realización del mantenimiento en cada una de sus tareas a realizar tanto en equipos y herramientas, repuestos y materiales, los tiempos de ejecución tanto de parada como de tarea, y la mano de obra, o sea qué tipo de profesional va a realizar cada tarea. En la tabla 3 se muestra la infraestructura de logística a emplear.

Tabla 3

Logística de mantenimiento

Tarea	Herramientas equipos	y de	Repuestos materiales	Tiempos		Mano de obra
				T/parada	T/tarea	
Cambiar fusible	Juego destornilladores		Fusible 10 A	18 hora	10 min	Técnico Electrónico

Sustituir pantalla de indicación	Juego de destornilladores	de Pantalla 7 segmento		30 min	Técnico Electrónico
Sustituir, reparar transformador	Juego de destornilladores	de Alambre, barniz, alcohol		1 hora	Técnico Electrónico
Reparar máquina de refrigeración	Juego de destornilladores, pinzas, llaves	de Alcohol, barniz, alambre, aceite, gas freón,		8 horas	Técnico Electrónico
Sustituir filtro de línea	Juego de destornilladores	de Filtro de línea		30 min	Técnico Electrónico
Limpiar, eliminar falso contacto, reparar cinta	Juego de destornilladores	de Alcohol, cinta de 14 pines		20 min	Técnico Electrónico
Limpiar teclado	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha		20 min	Técnico Electrónico
Ajustar cinta	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha		20 min	Técnico Electrónico
Cambio de indicadores, revisar la programación, resetear la programación	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha, indicadores		2 horas	Técnico Electrónico
Reprogramación de las memorias, se resetean	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha, programador de memorias de lectura y escritura (EPROM)		2 horas	Técnico Electrónico

Cambiar los sensores defectuosos	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha, sensores	1 hora	Técnico Electrónico
Cambiar termostato	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha, termostato	20 min	Técnico Electrónico
Enrollado de la máquina	Juego de destornilladores, pinza	de Alcohol, brocha, barniz, alambre, aislante.	8 hora	Técnico Electrónico
Cambiar Relay defectuoso	Juego de destornilladores	de Alcohol, brocha, relay	20 min	Técnico Electrónico
Sustituir electrobomba	Juego de destornilladores, llaves, pinza	de Alcohol, brocha, electrobomba	1 hora	Técnico Electrónico

Nota: Fuente elaboración propia.

Agrupación de tareas en rutinas

En este paso se agrupan las tareas rutinarias del mantenimiento para poder realizar las tareas en base a la disponibilidad de personal profesional de mantenimiento que vaya a realizar estas tareas más las condiciones y los tiempos que se verifican de las anteriores tareas, las cuales se agrupan para poder realizar las rutinas de mantenimiento llegando a cubrir todas las tareas de mantenimiento programadas en el plan de mantenimiento. Para ello es de suma importancia la documentación del mantenimiento, se ha podido constatar que sin la documentación establecida se fracasa el plan de mantenimiento. Es en este punto donde se hace contacto con el personal médico que realiza el reporte de solicitud de mantenimiento mediante la orden de trabajo. El éxito del correcto llenado de la orden de trabajo facilitará en gran medida el éxito de la realización del mismo. Estas tareas se suman a la documentación de explotación técnica del activo objeto de estudio.

Rutina de tareas para el termociclador de ADN Perkin Termal Cetus modelo 480, con frecuencia trimestral.

Inspección del estado de los porta fusibles y fusibles

Inspección del estado de la pantalla de indicación (limpieza, falso contactos)

Inspección de los voltajes de entrada y salida del transformador reductor

Inspección de los voltajes de entrada y salida del transformador reductor
Inspección del funcionamiento de la máquina de refrigeración (valores de temperatura)
Inspección de las espurias a la salida del filtro de línea
Inspección de las cintas y conectores
Inspección del estado de suciedad del activo (teclado, conectores)
Inspección de la programación del activo, estado de las memorias EPROM (su programación)
Inspección de los valores nominales de los sensores
Inspección del estado de las protecciones del activo (termostato)
Inspección del estado de las señales en las tarjetas (señal de mando, voltajes)
Inspección del nivel de refrigeración (estado de la electrobomba, mangueras)

Conclusiones

El uso del análisis de criticidad permite la toma de decisiones acertadas. En el caso del activo electro médico objeto de estudio, debido a la selección certera de los estudios de confiabilidad operacional se logró la gestión del mantenimiento haciendo coincidir a cada modo de falla las tareas a cumplimentarse con las frecuencias pertinentes, haciendo uso de las herramientas necesarias. Adicionalmente se encuentran otros beneficios por re direccionar el presupuesto en áreas de mayor rentabilidad para el MINSAP.

Referencias Bibliográficas

- Anel, J. (2021). *RCM. Aprende En 5 Minutos. Mantenimiento Basado En La Confiabilidad. Lean Componentes*. <https://leancomponentes.com/rcm/>
- Arte dinámico. (2022). *EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD, UNA METODOLOGÍA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL* (Colombia) [Text]. Equipos y laboratorio de Colombia; equiposylaboratorio.com.
<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-operacional>
- Betancourt, D. (2020). *AMEF paso a paso + ejemplo práctico con EXCEL*.
<https://www.ingenioempresa.com/analisis-modo-efecto-fallas-amef/>
- Cossio Rojas, M. G. (2021). Sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos biomédicos de la Clínica San Pablo Trujillo, para aumentar su confiabilidad y reducir los costos de producción. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71442>

- Delgado, O. M. (2021). AMEF de Proceso [Calidad + Productividad] una poderosa «CORE TOOL». *Ica Consultores América*. <https://consultoresamerica.com/importancia-del-amef-en-tu-organizacionamef-de-proceso/>
- Enova S.L. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS - Enovalevante*. <https://enovalevante.es/consultoria-industrial/analisis-criticidad-de-equipos/>
- Integral, A. (s. f.). *UF0402 Mantenimiento Preventivo de Sistemas de Electromedicina*. Recuperado 19 de julio de 2022, de <https://www.academiaintegral.com.es/cursos-gratis/certificados-de-profesionalidad/sanidad/uf0402-mantenimiento-preventivo-de-sistemas-de-electromedicina-3563.html>
- Jonathan, T. (2022). Análisis de criticidad: Qué es y por qué es importante. *cmc-latam.com*. <https://cmc-latam.com/2022/02/23/analisis-de-criticidad-que-es-y-por-que-es-importante/>
- Linarez. (2019). *¿Cómo gestionar un servicio de mantenimiento de electromedicina? – Cookbook Laboratory*. <https://www.cookbooklaboratory.com/como-gestionar-un-servicio-de-mantenimiento-de-electromedicina/>
- Perkin-Elmer/Cetus DNA Thermal Cycler—OpenWetWare*. (s. f.). Recuperado 25 de julio de 2022, de https://openwetware.org/wiki/Perkin-Elmer/Cetus_DNA_Thermal_Cycler
- Predictiva21. (2019). Análisis de Criticidad Integral de Activos. *Predictiva21*. <https://predictiva21.com/analisis-criticidad-integral-activos/>
- Santos H, J., Gutiérrez, E., Strefezza, M., & Agüero, M. (2013). *Análisis de criticidad integral de activos físicos*.
- Soporte & Cia. SAS. (2021). *Evaluación de la criticidad de los activos-18-jun-2021*.
- Team, I. (2022). Cómo Hacer un Análisis de Criticidad • Infraspak Blog. *Infraspak Blog*. <https://blog.infraspak.com/es/analisis-de-criticidad/>
- World Health Organization. (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos. *Medical equipment maintenance programme overview*, 90.
- Yerbabuena, A., & Ashqui, D. (2019). *Determinación de la criticidad de los equipos médicos según OMS*. <https://1library.co/article/determinaci%C3%B3n-de-la-criticidad-de-los-equipos.qvl84oly>

Síntesis curricular de los Autores

M. Sc. Ing. Leider Inocencio Saraiba-Núñez¹ lsaraiban@uho.edu.cu; <https://orcid.org/0000-0002-9267-4082> Profesor universitario de la Universidad de Holguín, departamento de Informática en la asignatura de Inteligencia Artificial, doctorante del doctorado en Gestión organizacional. Miembro del grupo de procesamiento de datos biomédicos, Master en Matemática Aplicada e Informática para la administración, investiga temas en la gestión del mantenimiento, análisis de datos.

Dr. C. Ing. Yorley Arbella-Feliciano¹ yarbella@uho.edu.cu <https://orcid.org/0000-0003-0777-5311> Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Auxiliar del Departamento de Mecánica de la Universidad de Holguín. Investiga temas relacionados con la gestión del mantenimiento.

Dra. C. Ing. Maira Rosario Moreno-Pino¹ mmoreno@uho.edu.cu <https://orcid.org/0000-0003-4991-149X>. Profesora Titular del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín. Doctora en Ciencias Pedagógicas, Master en Educación Superior. Ingeniera Industrial. Jefa de la Disciplina Calidad de la carrera de Ingeniería Industrial. Investiga en temas de Gestión de la calidad y de gestión organizacional en general.

Ing. Raúl Torres-Sainz¹ rtorress@uho.edu.cu <https://orcid.org/0000-0002-1243-3642> Ing. Mecánico, Profesor instructor del Departamento de Mecánica de la Universidad de Holguín, investiga temas de la gestión del mantenimiento, doctorante del Doctorado de Gestión Organizacional.

Institución de los autores

¹Universidad de Holguín, Cuba.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en relación con el artículo presentado

Declaración de contribución de autoría

- **Leider Inocencio Saraiba-Núñez y Raúl Torres-Sainz** Conceptualización, Ideas; formulación o evolución de los objetivos y metas generales de la investigación, realizada por los autores
- **Leider Inocencio Saraiba-Núñez y Raúl Torres-Sainz** Curación de datos – Actividades de gestión para anotar (producir metadatos), depurar datos y mantener los datos de la investigación.
- **Leider Inocencio Saraiba-Núñez y Raúl Torres-Sainz** Análisis formal – Aplicación de técnicas estadísticas, matemáticas, computacionales u otras técnicas formales para analizar o sintetizar datos de estudio
- **Leider Inocencio Saraiba-Núñez y Raúl Torres-Sainz** Investigación – Realización de una investigación y proceso de investigación, o la recolección de datos/evidencia
- **Leider Inocencio Saraiba-Núñez y Yorley Arbella-Feliciano y Maira Rosario Moreno-Pino** Metodología – Desarrollo o diseño de la metodología; creación de modelos Administración del

proyecto – Responsabilidad de gestión y coordinación de la planificación y ejecución de la actividad de investigación,

- Leider Inocencio Saraiba-Núñez y Yorley Arbella-Feliciano y Maira Rosario Moreno-Pino
Supervisión – Responsabilidad de supervisión y liderazgo en la planificación y ejecución de actividades de investigación, incluyendo la tutoría externa al equipo central, por los autores
Redacción – borrador original – Preparación, creación o presentación del trabajo publicado, específicamente la redacción del borrador inicial (incluyendo la traducción sustantiva)

Como citar este artículo

Saraiba-Núñez, L. Arbella-Feliciano, Y., Moreno-Pino, M. R., Torres-Sainz, R., (2023). La gestión del mantenimiento acorde a la criticidad de los activos. *Revista Ciencias Holguín*, 29(2), 13-25.

Fecha de Recepción: 08 de febrero 2023

Fecha de Aprobación: 14 de marzo 2023

Fecha de Publicación: 30 de abril 2023