

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i1.2080>

Análisis de criticidad basado en riesgo aplicado a los activos de los sistemas operativos de una planta de potabilización de agua para la gestión del mantenimiento

Risk-based criticality analysis applied to the assets of the operating systems of a water purification plant for maintenance management

Jeyson Patricio Egas García

jegasg@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0064-8638>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo – Ecuador

Kelvin Diego Moposita Ortega

kmopositao@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1032-8558>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador – Quevedo

Miguel Angel Briones Espinoza

miguelbriones@itscv.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-3090-2762>

Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador – Quevedo

Alex Efraín Moncayo Condo

alexmoncayo@itscv.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6485-9920>

Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador – Quevedo

Cristhian Javier Macas Enriquez

cristhianmacas@itscv.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-3513-0058>

Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador – Quevedo

*Artículo recibido: 18 febrero 2026-Aceptado para publicación: 20 marzo 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

RESUMEN

El presente estudio desarrolló un análisis de criticidad para la correcta gestión de activos del sistema de agua potable. El mismo que fue específicamente adaptado a las condiciones operativas de la planta de agua potable del Cantón El Empalme, Ecuador. El objetivo principal de esta investigación fue optimizar la gestión integrada de los activos físicos de la planta, buscando garantizar la continuidad, la eficiencia y la sostenibilidad en el suministro de servicios de agua potable a la comunidad. Para alcanzar este objetivo, se realizó inicialmente un estudio detallado de la situación actual, lo que permitió caracterizar con precisión el estado de los activos, los


procedimientos de mantenimiento existentes y la infraestructura operativa. Esta etapa fue crucial para identificar deficiencias y oportunidades de mejora. Posteriormente, se llevó a cabo un exhaustivo estudio de criticidad sobre los activos que constituyeron componentes esenciales del proceso de potabilización del agua.

Palabras clave: gestión de activos, gestión de mantenimiento, agua potable, análisis de criticidad

ABSTRACT

The present study developed a criticality analysis for the correct asset management of the drinking water system. The same one that was specifically adapted to the operating conditions of the drinking water plant in the El Empalme city, Ecuador. The main objective of this research was to optimize the integrated management of the plant's physical assets, seeking to guarantee continuity, efficiency, and sustainability in the provision of drinking water services to the community. To achieve this objective, an initial detailed study of the current situation was carried out, which allowed for a precise characterization of the state of the assets, existing maintenance procedures, and operational infrastructure. This stage was crucial for identifying deficiencies and opportunities for improvement. Subsequently, a comprehensive criticality study was conducted on the assets that constituted essential components of the water purification process.

Keywords: asset management, maintenance management, potable water, criticality analysis

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

El cantón de El Empalme, enclavado en el territorio guayasense, destaca principalmente por su robusta economía basada en la agricultura. Este municipio ha atravesado un cambio urbano significativo en tiempos recientes, confrontando diversos obstáculos vinculados al incremento demográfico y las exigencias de servicios básicos, aspectos que ponen en tela de juicio la viabilidad de su progreso futuro (Contreras Rodríguez & Solórzano León, 2022).

Las cifras proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) revelaron que la jurisdicción alberga aproximadamente 81,024 residentes. El sector metropolitano central experimenta deficiencias significativas en la distribución del recurso hídrico potable, consecuencia directa de la escasa inversión en renovación infraestructural (Jaramillo et al., 2025).

La supervisión y cuidado sistemático de equipos e instalaciones potencia el aprovechamiento de la infraestructura permanente, minimizando interrupciones operativas y erogaciones innecesarias. La gestión de activos, complementada con el fortalecimiento de las competencias laborales, maximiza el rendimiento operativo, evidenciando la trascendencia de estudiar los componentes que intervienen en el proceso de potabilización y distribución de agua potable (Martínez-Pérez, 2024).

El esquema administrativo del mantenimiento integra cuatro pilares operacionales: el diseño estratégico, la configuración estructural, la materialización de acciones y el monitoreo de resultados. Resulta vital establecer mecanismos de evaluación permanente para refinar los procedimientos y aumentar su impacto positivo (Martínez-Pérez, 2024).

El proceso investigativo, de carácter empírico, incorporó evaluaciones sistemáticas, monitoreo presencial, recolección de datos mediante análisis documental detallado, buscando comprender el panorama actual y detectar tanto potencialidades como limitaciones institucionales (Moubray, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Programa General de Investigación

Esta sección introduce el diseño general del estudio, detallando las etapas y el enfoque metodológico. Se inicia con una caracterización esencial de la Planta de Agua Potable del cantón El Empalme y su contexto geográfico, incluyendo un estudio de los procesos de potabilización. Finalmente, se presenta el programa de investigación estructurado, alineado con los objetivos específicos, que guiará la recopilación y análisis de datos para el diagnóstico de la gestión de activos.

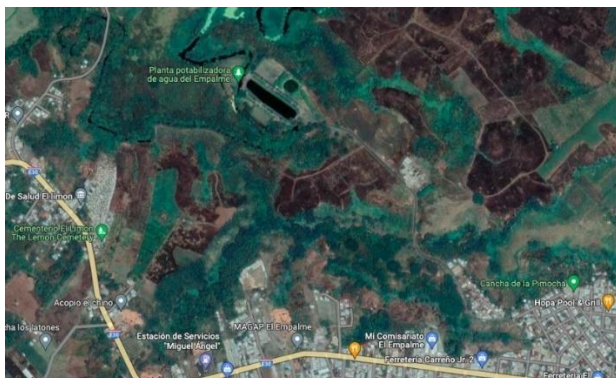
Caracterización de la planta de Agua potable

El sistema de Agua Potable se emplaza en el cantón El Empalme, provincia del Guayas e involucra las instalaciones del proyecto multipropósito Daule-Peripa y las poblaciones que se

encuentran a lo largo de una ruta de aproximadamente 14 kilómetros de la vía de servicio: Carlos Julio Arosemena, Puerto Palmar, Pedro Vélez y Campoverde. Geográficamente, la planta de agua potable está ubicada en la siguiente dirección.

Figura 1

Ubicación Geográfica de la Planta de Agua potable

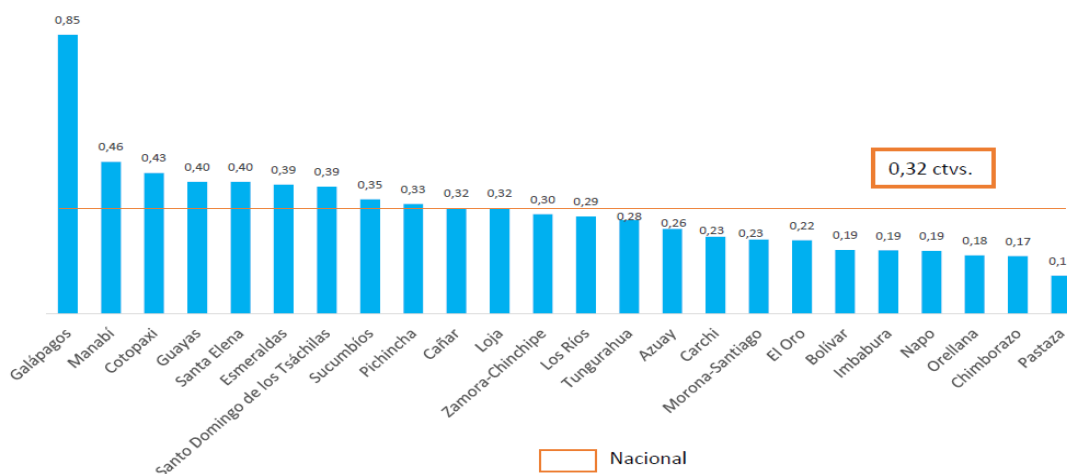


Fuente: (Google Maps, 2023).

En el Ecuador, el costo promedio del m^3 , por la prestación del servicio de agua potable a nivel domiciliario es de 0,32 centavos de dólar. A nivel provincial, en la figura 2, se observa la mayor tasa en la provincia de Galápagos con 0,85 USD/ m^3 , mientras que en la provincia del Guayas en donde pertenece el cantón El Empalme la tasa es de 0.40 USD/ m^3 .

Figura 2

Costo Unitario Promedio del m^3 de Agua Potable, a nivel provincial (usd/ m^3), 2022



Fuente: AME-INEC-ARCA-BDE, Registro de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado, 2022.

Programa de Investigación

Para el desarrollo de la investigación, se llevaron a cabo cuatro etapas o tareas alineadas con los objetivos específicos, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1*Programa de Investigación*

Tarea	Objetivo	Aspectos analizados	Instrumentos	Lugar
1	Realizar un análisis de la situación actual para caracterizar la gestión de activos.	Estado actual de los activos, políticas de mantenimiento.	Entrevistas, revisión documental, observación directa.	Planta de Agua potable.
2	Efectuar un análisis de criticidad a los activos que forman parte del proceso de potabilización de agua.	Identificación de activos críticos, impacto en la operación, frecuencia de fallas.	Análisis de criticidad cuantitativo (Matrices de criticidad)	Planta de Agua potable.

Población

Para el análisis de la gestión de mantenimiento y garantizar los resultados de los objetivos planteados se tomará el 100% de la población, luego mediante un diagrama Pareto se determinará cuáles son las áreas que contienen equipos de alta y media criticidad que pueden llegar a causar la para inmediata de la planta de agua potable del cantón El Empalme. Estas áreas son las que se tomarán en cuenta para realizar el análisis de criticidad.

Tabla 2*Equipos Dentro del Proceso potabilización de agua***LISTA DE EQUIPOS DENTRO DEL PROCESO DE POTABILIZACION DE AGUA**

Nivel 1 ÁREA		Nivel 2 EQUIPOS		Nivel 3 SISTEMAS	
Área de captación	4	Bombas de presión		Sistema de almacenamiento de agua	
Área de captación	1	Transformador trifásico de 400Kva.		Sistema de almacenamiento de agua	
Área de inspección de calidad	1	Equipo portátil para análisis microbiológicos del agua		Sistema de inspección general	
Área de Captación	1	Set de calibración para turbidímetro 2100		Sistema de almacenamiento de agua	

Área de captación	1	Sensor para PH metro	Sistema de almacenamiento de agua
Área de inspección de calidad	1	Destilador de agua capacidad 4lt/h	Sistema de inspección general
Área de inspección de calidad	1	Balanza analítica Capacidad 220gs	Sistema de inspección general
Área de inspección de calidad	1	Medidor de color Aqua Tester	Sistema de inspección general
Área de captación y área de distribución	7	Válvulas de mariposa 250MM	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de purga del filtro 1	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de purga del filtro 2	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de purga del filtro 3	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de purga del filtro 4	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de ingreso al filtro 1	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de ingreso al filtro 2	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de ingreso al filtro 3	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Válvula de ingreso al filtro 4	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	1	Multímetro digital	Sistema general de bombeo
Área de captación	2	Bombas estacionarias de 20 HP con turbinas	Sistema de almacenamiento de agua
Área de captación	1	Turbina de motor de 100 HP	Sistema de almacenamiento de agua
Área de captación	1	Motor de 100 HP	Sistema de almacenamiento de agua
Área de captación	1	Motor 1 Hp (Abierto 1800 RPM)	Sistema de almacenamiento de agua
Área de adición de sustancias	1	Adaptador para los contenedores de cloro	Sistema controlado de sustancias
Área de captación	6	Motores trifásicos 60 HP	Sistemas de almacenamiento de agua

Área de almacenaje	2	Tanques plásticos de 2500 LTS	Sistema general de almacenamiento
Área de almacenaje	1	Tecele mecánico de 3 toneladas	Sistema general de almacenamiento
Área de captación y área de distribución	2	Tablero de control	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	2	Breaker's principal de 800	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	2	Breaker's de 250	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	2	Detector de voltaje 3 fases	Sistema general de bombeo
Área de captación y área de distribución	2	Temporizadores	Sistema general de bombeo
Área de distribución	4	Bombas	Sistema de distribución
Área de distribución	1	Motor 1HP (abierto 1800 RPM)	Sistema de distribución
Área de distribución de sustancias	4	Tanques de 1100 lts de dosificado	Sistema controlado de sustancias
Área de adición de sustancias	1	Bomba de alimentación de agua 1.5 HP	Sistema controlado de sustancias
Área de adición de sustancias	1	Bomba para agua potencia de 2 HP de 220 V	Sistema controlado de sustancias
Área de adición de sustancias	1	Válvula de control de presión	Sistema controlado de sustancias
Área de adición de sustancias	2	Reguladores de vacío 100 LBS (Clorador)	Sistema controlado de sustancias
Área de distribución	1	Ralentizador motor 1	Sistema de distribución
Área de distribución	1	Ralentizador motor 2	Sistema de distribución
Área de distribución	1	Ralentizador motor 3	Sistema de distribución
Área de distribución	1	Válvula de compuerta 200 MM	Sistema de distribución
Área de distribución	4	Motores trifásicos 75 HP	Sistema de distribución

Nota: La tabla detalla el inventario de equipos de la Planta de Agua Potable, organizados por área, equipo y sistema. Presenta una infraestructura diversa que incluye bombas, motores, válvulas, equipos eléctricos y de control de calidad, esenciales para la captación, tratamiento y distribución del agua. Esta lista es fundamental para el diagnóstico y la gestión de activos.

Determinación de unidades críticas del proceso

Es importante destacar que, para llevar a cabo un análisis de criticidad efectivo, se deben considerar factores como la frecuencia de fallos, la capacidad de detección y la gravedad de los fallos en el proceso del producto. Sin embargo, tras recopilar datos en colaboración con el responsable de la planta de agua potable, se determinó que el principal indicador para construir el diagrama de Pareto es la frecuencia de fallos de cada sistema. A través del porcentaje acumulado, se puede identificar de manera rápida y sencilla aquellos sistemas que presentan mayor criticidad. Estos sistemas de mayor criticidad serán posteriormente sometidos a un análisis más detallado en los cuadros AMFE.

Tabla 3

Frecuencia de fallos de los sistemas de la Planta de Agua

Sistemas	Frecuencia de fallo	% total	% acumulado
Sistema de distribución	9	31,57	31,57
Sistema de almacenamiento de agua (captación)	8,5	29,82	61,40
Sistema controlado de sustancias	6,5	22,80	84,21
Sistema de inspección general	4,5	15,78	100
Total	28,5	100	

Nota: La frecuencia de fallos se evalúa utilizando una escala del 1 al 10, basada en los datos recopilados a partir de los registros mantenidos por el personal de mantenimiento. Estos registros documentan la recurrencia de fallos en los equipos, permitiendo asignar una puntuación acorde a la frecuencia observada.

Figura 3

Análisis de Pareto de los Fallos detectados



Nota: El diagrama de Pareto indica que los dos sistemas más relevantes, el Sistema de Suministro y el Almacenamiento de Agua (Captación), son responsables de la gran mayoría de las averías (alrededor del 61.40%). Esto se alinea con el principio de Pareto, que postula que un pequeño número de causas (sistemas) es el que provoca la mayor parte de los fallos (averías).

Modelo de criticidad de factores ponderados basados en el concepto de riesgo

El riesgo es un concepto de carácter probabilístico, definido como "probables pérdidas o egresos derivados de la probable ocurrencia de un evento no deseado o fallo". En este sencillo, pero potente concepto, coexisten la posibilidad de que un evento o afirmación se haga realidad o se cumpla, con las repercusiones de que esto suceda (Tandalla Guanoquiza, 2017).

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Para determinar el grado de criticidad, se consideraron 4 factores relevantes: el impacto y la flexibilidad en las operaciones, los gastos de reparación y los efectos en la seguridad y el medio ambiente (Flores et al., 2020).

$$\text{Consecuencia} = (\text{impacto operacional} \times \text{flexibilidad operacional}) + \text{Costos de mantenimiento} + \text{impacto seguridad y medio ambiente}$$

Principios esenciales para el estudio de la criticidad

El concepto de "crítico" y la definición de "crítica" pueden ser interpretados de manera diversa y depender del objetivo que se busca posicionar. Bajo este enfoque, hay una amplia gama de herramientas para el análisis de la criticidad, adaptadas a las oportunidades y requerimientos de la organización (Verona Chujutalli, 2019).

- C1. Seguridad: Riesgo de sucesos no deseados que causen perjuicios a individuos.
- C2. Ambiente: Existe la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que perjudiquen el entorno.
- C3. Efecto operativo: Habilidad que cesa cuando sucede el fallo.
- C4. Costos: Representan los gastos asociados a la avería.

- C5. Capacidad de adaptación operacional: cuando se cuenta con un equipo parecido para sustituirlo
- C6. Incidencia de fallos: Cuando cualquier elemento del sistema falla.

Tabla de factores ponderados de la criticidad

Estos elementos deben ser valorados en encuentros laborales con la implicación de las diferentes personas relacionadas con el entorno operacional (mantenimiento, operaciones, procesos, seguridad y medio ambiente) (Flores et al., 2020).

Tabla 4

Criterios de valoración para el estudio de la criticidad

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
FRECUENCIA DE FALLAS (FF)	Mayor o igual a 8 fallas/mes	4
	De 5 a 7 fallas/mes	3
	De 2 a 4 fallas/mes	2
	Menor o igual a 1 falla/mes	1
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	Parada inmediata de toda la producción	10
	Afecta más del 50% a la producción	7
	Afecta menos del 50% a la producción	4
	No afecta a la producción	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	No se dispone de otro equipo igual o similar	4
	El sistema puede seguir funcionando	2
	Se dispone de otro equipo igual o similar	1
COSTO DE MANTENIMIENTO (CM)	Más de US\$ 10,000	3
	Entre US\$ 5,000 y menos de US\$ 10,000	2
	Menos de US\$ 5,000	1
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (ISAH)	Afecta a la seguridad humana	8
	Afecta al medio ambiente produciendo daños reversibles	6

Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores accidentes e incidentes.	2
Provoca impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales.	1
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente	0

Fuente: (del Castillo-Serpa et al., 2009)

Nota: La Tabla 4 establece un sistema de ponderación para evaluar la criticidad de los activos, fundamental para priorizar las acciones de mantenimiento. Utiliza cinco criterios clave: Frecuencia de Fallas (FF), Impacto Operacional (IO), Flexibilidad Operacional (FO), Costo de Mantenimiento (CM) e Impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene (ISAH).

Matriz de Criticidad

Para determinar el grado de criticidad de cada sistema, se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores clave: frecuencia y consecuencias, los cuales se sitúan en la matriz de criticidad en el eje Y y el eje X. La matriz de criticidad que se presenta a continuación facilita la clasificación de los sistemas en tres sectores (Pesántez Huerta, 2007).

Zona de sistemas no esenciales (NC)

Zona del sistema de Criticidad Media (MC)

Zona crítica de sistemas (C)

Figura 4

Matriz de Criticidad

Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencia				

Nota: La Figura 4 representa una matriz visual para clasificar la criticidad de los sistemas o equipos basándose en dos dimensiones clave: Frecuencia (eje Y) y Consecuencia (eje X). Esta herramienta es fundamental para la gestión de activos, ya que permite identificar rápidamente dónde se concentran los mayores riesgos y, por ende, las prioridades de intervención.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de Criticidad de Equipos en Sistemas de Captación y Distribución

El análisis de criticidad es un instrumento que facilita la identificación y clasificación por su relevancia de los componentes de una instalación que merecen ser asignados recursos (humanos, financieros y tecnológicos), para desempeñar su función o el objetivo que se espera, en el marco de sus restricciones de diseño y en un contexto laboral concreto en un momento determinado (Pesántez Huerta, 2007).

El propósito de un análisis de criticidad es desarrollar un método que funcione como herramienta de apoyo en la definición de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, posibilitando la subdivisión de los componentes en partes que puedan ser gestionadas de forma controlada y auditable (Mendoza, 2005).

Al identificar de manera completa los sistemas más esenciales, se podrá determinar de forma más eficaz la priorización de los programas y planes de mantenimiento de carácter predictivo, preventivo, correctivo e incluso posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá determinar la prioridad para la programación y ejecución de órdenes laborales (Mendoza, 2005).


Tabla 5

Motor Trifásico de 60 HP / WEG / 141.01.04 – 19 – S01565

EQUIPO: Motor Trifásico de 60 HP					CÓDIGO(S): 141.01.04 – 19 – S01565							
DATOS DEL EQUIPO:												
PROVEEDOR:	WEG	AÑO:	2017				MODELO DE MANTENIMIENTO		¿MTO. LEGAL?		SUBCONTRATOS NECESARIOS	
DIRECCIÓN:							CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO	X
							CONDICIONAL	X			CORRECTIVO	
							SISTEMÁTICO	X	NO	X	INSPECCIONES	
TELÉFONO:				ALTA DISPONIBILIDAD				OVERHAUL	X			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Motor Trifásico del 60HP				VALORES DE REFERENCIA:				ELEMENTOS QUE LO COMPONEN: estator, rotor, carcasa, rodamientos, sistema de ventilación, conexiones eléctricas, placa de identificación, cubierta protectora.				
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:				Temperatura: ≤ 80°C (carcasa externa)		Vibración: ≤ 4.5 mm/s						
				Nivel de ruido: ≤ 75 dB		Aislamiento: R≥1 MΩ a 1000V						
ANÁLISIS DE CRITICIDAD						HERRAMIENTAS NECESARIAS: Juego de llaves, extractor de rodamientos, Multímetro.						
						FORMACIÓN NECESARIA: Tecnólogo Industrial o electricidad		ESPECIFICAR MANTE. LEGAL: N/A				
						SUBCONTRATOS: N/A						
Tipo de Zona	Seguridad y ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento		REPUESTOS CRÍTICOS EN STOCK PERMANENTE EN LA PLANTA:				CONSUMIBLES:		
A Crítico	Accidentes graves o impactos ambientales significativos	Se detiene la producción	Inconformidad del producto.	Costos altos de mantenimiento o reparación.		Rodamientos, terminales para conexiones eléctricas (cables y accesorios), ventilador de refrigeración, rotor, grasas y lubricantes				Grasa: Aceite: Otros:		
Análisis Cuantitativo	FF = 4	IO = 7	FO = 4	CM = 2	ISAH = 6	144						

Tabla 6

Análisis Criticidad Motor Trifásico de 60 HP / WEG / 141.01.04 – 19 – S01565 / Sistema de Captación

				Gobierno Municipal El Empalme <i>¡Renacemos juntos! ★★</i>				ANÁLISIS DE CRITICIDAD				ELABORADO POR: JEYSON EGAS	
												APROBADO POR:	
												FECHA DE APROBACIÓN:	
MÁQUINA/EQUIPO: MOTOR TRIFÁSICO DE 60 HP						ÁREA /PROCESO: CAPTACIÓN							
FECHA DE REVISIÓN:						RESPONSABLE DE LA REVISIÓN:							
NUMERO DE ACTIVO/CODIFICACIÓN: 141.01.04 – 19 – S01565						MARCA DEL EQUIPO: WEG							
COMPONENTES		ESTADO DE COMPONENTES			ANÁLISIS DE CRITICIDAD								
		BUENO	REGULAR	MAL ESTADO	IO	FO	CM	SHA	C	FF	CTR		
Rodamientos			✓		7	4	2	6	36	4	144		
Estator			✓										
Rotor			✓										
Sistema de ventilación				✓									
Conexiones eléctricas				✓									
Análisis de criticidad del equipo						Riesgo alto - se necesita intervención urgente							

CONCLUSIONES

El análisis de criticidad desarrollado bajo un enfoque semicuantitativo permitió jerarquizar los activos en función de su probabilidad de falla y del impacto operacional, sanitario y económico asociado a su indisponibilidad. La evaluación se centró estratégicamente en las áreas de Captación y Distribución, debido a su influencia directa en la continuidad del servicio y en la garantía de abastecimiento a la población.

En el área de Captación se identificaron 10 activos con niveles de criticidad relevantes, de los cuales 3 fueron clasificados con criticidad media. Estos activos presentan una probabilidad de falla moderada y un impacto significativo en el proceso, ya que cualquier interrupción en esta etapa compromete el suministro hacia las unidades posteriores de tratamiento. La dependencia funcional en equipos electromecánicos, como bombas y sistemas de impulsión, incrementa la

vulnerabilidad operativa del sistema, especialmente ante fallas eléctricas o deficiencias en mantenimiento preventivo.

En el área de Distribución, se evaluaron 9 activos, identificándose igualmente 3 con criticidad media. Esta condición se explica principalmente porque el sistema opera mediante bombeo directo, lo que implica una dependencia total del funcionamiento continuo de los equipos de impulsión. A diferencia de sistemas que cuentan con almacenamiento intermedio suficiente, el bombeo directo reduce la capacidad de amortiguación ante fallas, generando un impacto inmediato en la prestación del servicio y aumentando el riesgo de interrupciones no programadas.

En términos generales, el estudio demuestra que la aplicación de un análisis de criticidad basado en riesgo constituye una herramienta eficaz para sustentar técnicamente la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento, contribuyendo a mejorar la confiabilidad del sistema, minimizar interrupciones del servicio y fortalecer la sostenibilidad operativa de la planta de potabilización de agua.

REFERENCIAS

- Contreras Rodríguez, E. F., & Solórzano León, J. N. (2022). Sistema de gestión técnica y su incidencia en los factores de riesgos mecánicos en la planta de tratamiento de agua potable del cantón el Empalme 2022.
- del Castillo-Serpa, A., Brito-Ballina, M., & Fraga-Guerra, E. (2009). Análisis de criticidad personalizados. *Ingeniería Mecánica*, 12(3), 1-12.
- Flores, M., Medina, D., Vargas, D., & Remache-Vinueza, B. (2020). Asignación de modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo. *CienciAmérica*, 9(4), 27-34.
- Jaramillo, C. D. A., Muñoz, G. G. G., Albarracín, C. S. L., & Cedeño, R. J. A. (2025). Sistemas SCADA, Aplicaciones en Plantas Potabilizadoras de Agua de la Costa Ecuatoriana, Caso Municipio del Cantón El Empalme. *INGENIO*, 8(1), 83-90.
- Martínez-Pérez, F. (2024). Sistema de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Agrícola*, 14(2), //cu-id.com/2284/v2214n2282e2210.
- Mendoza, R. H. (2005). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. *Club de Mantenimiento*, 12.
- Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en confiabilidad. *Gran Bretaña: Aladon ltda.*
- Pesántez Huerta, A. E. (2007). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*
- Tandalla Guanoquiza, D. F. (2017). Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL.
- Verona Chujutalli, L. M. (2019). Desarrollo de un programa de prevención de riesgos y control de incendios para la planta envasadora de gas licuado de petróleo de la empresa Jebicorp SAC en la provincia de Trujillo.