

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8edespdic.0054>

PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES PORTOVIEJO

PROPOSAL FOR A MANAGEMENT PLAN FOR THE MAINTENANCE OF THE ELECTRICAL ENERGY BACKUP SYSTEM OF THE PORTOVIEJO SPECIALTY HOSPITAL

Velásquez-Moreira Patricio Raúl¹; Llosas-Albuerne Yolanda Eugenia²

¹ Estudiante de la Maestría en Mantenimiento Industrial, Mención en Gestión Eficiente de Mantenimiento, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: prvelasquezm@outlook.com

² Docente de la Maestría en Mantenimiento Industrial, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. Correo: yolanda.llosas@utm.edu.ec

Resumen

En el sector de la salud, la calidad y seguridad del suministro eléctrico juegan un papel muy importante para la operatividad de hospitales y clínicas. Uno de los aspectos fundamentales para el buen funcionamiento de cualquier tipo de instalación hospitalaria es la gestión del sistema eléctrico, hoy día es más importante que nunca diseñar y operar sistemas eléctricos que, no sólo tengan la máxima eficiencia practicable, sino que, además, tengan el más alto grado de seguridad y confiabilidad. Pero más allá de esto, se debe tener especial atención no sólo en el suministro continuo de energía sino también en la calidad de ésta, referido a las distorsiones que pueden estar presentes en términos de variaciones de tensión o de frecuencia. Para garantizar un correcto funcionamiento, los centros de salud deben contar con un sistema de respaldo de energía que garantice que la electricidad no se verá afectada o interrumpida pese a fallas que puedan presentarse. En este estudio se tomó como contexto de investigación al Hospital de Especialidades Portoviejo, donde se practicaron auditorias cualitativas, semi-cuantitativas y cuantitativas, para escenificar la problemática del mantenimiento, en el sistema de respaldo eléctrico. Teniendo en cuenta que la unidad de respaldo de energía eléctrica está compuesta por Generadores y UPS, se realizó un análisis de criticidad a cada uno de ellos, analizando varios parámetros, con el objetivo de encontrar los equipos de alta criticidad y proceder a evaluarlos además de determinar las tareas de mantenimiento para cada uno de ellos, considerando las problemáticas existentes en el sistema eléctrico, donde las fallas o paros en el sistema de generación se pueden dar en momentos inesperados. En el análisis de criticidad de los UPS se obtuvieron 5 componentes en estado Crítico con rangos de $133,33 < \text{Puntaje} \leq 200$; se obtuvieron 5 equipos en estado regular o Semi-Crítico con valores de 82, 87, 116 y 123 ubicados en el rango de $66,66 < \text{Puntaje} \leq 133,33$. Y se obtuvo 8 componentes en estado No Crítico con un valor de 33, 58, 66 los cual se ubican dentro del rango $6 \leq \text{Puntaje} \leq 66,66$. Así mismo En base a los criterios evaluados en el análisis de criticidad se obtuvieron 5 componentes en estado Crítico con rangos de 136 y 156, ubicados en el margen $133,33 < \text{Puntaje} \leq 200$; se obtuvieron 5 equipos en estado regular o Semi-Crítico con valores de 99, 111, 126 y 123, ubicados en el rango de $66,66 < \text{Puntaje} \leq 133,33$. Y se obtuvo 2 componentes en estado No Crítico con un valor de 34 y 42 el cual se ubica dentro del rango $6 \leq \text{Puntaje} \leq 66,66$. Entendemos como operaciones o cargas críticas todo lo que implique la continuidad de la vida de los pacientes como: salas de operación o cuidados intensivos, emergencias, laboratorios, estaciones de enfermería, radiología, tratamiento de aguas y equipamiento o sistemas médicos vitales, entre otros. En el caso de la

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 04 de octubre de 2021.

Fecha de aceptación: 26 de noviembre de 2021.

Fecha de publicación: 08 de diciembre de 2021.

operación habitual, si hubiera una falla, el corte no debe ser mayor a 60 segundos y para cargas críticas, la falta de energía no puede superar los 10 segundos, es decir el respaldo actúa de inmediato cuando se trata de salvar la vida de una persona. El uso del análisis de Criticidad en el Sistema de Respaldo de Energía del Hospital permitió tomar decisiones acertadas y enfocarnos en los equipos de UPS y Generadores que se encuentran más críticos, por lo que se aplicó un AMEF tanto a generadores como a UPS, con el fin de realizar una mejor gestión para maximizar de su disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

Palabras clave: energía eléctrica, hospital, seguridad, plan de gestión, mantenimiento.

Abstract

In the health sector, the quality and safety of the electricity supply play a very important role in the operation of hospitals and clinics. One of the fundamental aspects for the proper functioning of any type of hospital facility is the management of the electrical system, today it is more important than ever to design and operate electrical systems that not only have the maximum practicable efficiency, but also have the highest degree of security and reliability. But beyond this, special attention must be paid not only to the continuous supply of energy but also to its quality, referring to the distortions that may be present in terms of voltage or frequency variations. To guarantee proper operation, health centers must have an energy backup system that guarantees that electricity will not be affected or interrupted despite failures that may occur. In this study, the Portoviejo Specialty Hospital was taken as the research context, where qualitative, semi-quantitative and quantitative audits were carried out, to stage the maintenance problem in the electrical backup system. Taking into account that the electric power backup unit is made up of Generators and UPS, a criticality analysis was carried out on each one of them, analyzing various parameters, with the aim of finding the highly critical equipment and proceeding to evaluate them in addition to determine the maintenance tasks for each of them, considering the existing problems in the electrical system, where failures or stoppages in the generation system can occur at unexpected times. In the criticality analysis of the UPS, 5 components were obtained in a Critical state with ranges of $133.33 < \text{Score} \leq 200$; 5 teams were obtained in regular or Semi-Critical status with values of 82, 87, 116 and 123 located in the range of $66.66 < \text{Score} \leq 133.33$. And 8 components were obtained in Non-Critical status with a value of 33, 58, 66 which are located within the range $6 \leq \text{Score} \leq 66.66$. Likewise Based on the criteria evaluated in the criticality analysis, 5 components were obtained in Critical status with ranges of 136 and 156, located in the margin $133.33 < \text{Score} \leq 200$; 5 teams were obtained in regular or Semi-Critical status with values of 99, 111, 126 and 123, located in the range of $66.66 < \text{Score} \leq 133.33$. And 2 components were obtained in a Non-Critical state with a value of 34 and 42, which is located within the range $6 \leq \text{Score} \leq 66.66$. We understand as operations or critical loads everything that implies the continuity of the life of patients such as: operating rooms or intensive care, emergencies, laboratories, nursing stations, radiology, water treatment and vital medical equipment or systems, among others. In the case of normal operation, if there is a fault, the cut must not be greater than 60 seconds and for critical loads, the lack of energy cannot exceed 10 seconds, that is, the backup acts immediately when it comes to saving a person's life. The use of the Criticality analysis in the Hospital's Energy Backup System allowed us to make the right decisions and focus on the UPS and Generator equipment that is most critical, for which an FMEA was applied to both generators and UPS, with the aim of in order to perform better management to maximize its availability, maintainability and reliability.

Keywords: electric power, hospital, safety, management plan, maintenance.

1. Introducción

En el sector de la salud, la calidad y seguridad del suministro eléctrico juegan un papel muy importante para la operatividad de hospitales y clínicas, tomando en consideración que, son el segundo tipo de construcción que más energía consume, por lo que la gestión continua y sin fallas de este recurso es una tarea compleja. Por este motivo, se debe mantener a todos los sistemas que forman parte de la unidad de generación en óptimas condiciones para su correcto funcionamiento.

El bienestar de los pacientes es vital en cualquier organización médica; y éste depende en gran parte del acceso continuo a la energía eléctrica, muchos equipos médicos requieren de un flujo constante de energía para su funcionamiento, y para evitar interrupciones causadas por eventualidades, es importante contar con energía de respaldo para no comprometer el sistema de salud.

En la actualidad la demanda de energía eléctrica es muy alta y se necesita garantizar el continuo servicio de generación, es decir, se debe garantizar la disponibilidad y la

confiabilidad de sus centrales generadoras, por lo que se debe contar con un sistema de respaldo de energía que garantice que la electricidad no se verá afectada o interrumpida pese a fallas que puedan presentarse.

Una Unidad Hospitalaria está conformada por diferentes Ingenieras como Eléctrica, Mecánica, Hidrosanitarias, Electrónica y Civil, que soporta el Servicio de Salud, (Lucio et al., 2015. p. 9), no obstante, para los fines de esta investigación se tomará como referente a la eléctrica, ya que se considera que es la más afectada dentro de Hospital de Portoviejo, el cual es el contexto de estudio.

Ante lo señalado, es evidente que los hospitales necesitan contar con mecanismos de provisión de energía, auxiliar, confiable y segura, capaz de mantener el pleno funcionamiento de los aparatos en caso de fallas en el sistema de suministro.

En cada hospital o instalación médica, los dispositivos electrónicos son indispensables para proveer a los pacientes la atención y el servicio que esperan; desde la sala de

atención a pacientes hasta el laboratorio o la estación de trabajo radiológica, o desde el área de recepción al centro de datos, computadoras, servidores y otros equipos electrónicos son partes esenciales de la operación normal de la instalación, pero el hecho de que estos equipos esenciales sean electrónicos significa que son vulnerables a una sobretensión o apagón por falta de mantenimiento, lo cual podría causar daños, o pérdida de datos importantes e interrumpir el servicio en toda la instalación.

Teniendo esto como norte, la modernización del plan de mantenimiento de los equipos hospitalarios, llámese estos generadores y UPS, son de vital importancia en términos de disponibilidad, confiabilidad y efectividad en la mejora de la seguridad del paciente y del usuario.

Los principales problemas detectados en el sistema de energía eléctrico de un hospital, son una alta indisponibilidad de los equipos y la no ejecución del mantenimiento de los mismos, según un programa establecido (Carrasco 2017, p. 4).

La calidad del mantenimiento es concluyente para brindar una buena atención médica a los pacientes, por lo tanto, es necesario evaluar su desempeño funcional, el cual es un proceso multidisciplinario y se considera importante para una organización porque es una herramienta que permite tomar decisiones gerenciales de manera oportuna (Orozco et al, 2017, p. 8).

Teniendo en cuenta que la unidad de generación está compuesta por varios equipos, se realiza un análisis de criticidad a cada uno de ellos, analizando varios parámetros con el objetivo de encontrar los equipos de alta criticidad y proceder a evaluarlos además de determinar las tareas de mantenimiento para cada uno de ellos.

Luego de haber realizado el análisis de criticidad, se procederá en la aplicación de un Análisis, Modo, Efecto y Fallas (AMEF), como evaluación prospectiva y sistémica para identificar y prevenir problemas dentro del proceso de atención y asegurar la atención del paciente.

Posteriormente se generará una matriz de riesgo de acuerdo a la probabilidad y severidad de la ocurrencia de los mismos para así

lograr cerrar el círculo de mejora de la calidad.

Finalmente se llevará a cabo un análisis RAMS para jerarquizar los equipos de mayor criticidad y proponer un plan de mantenimiento que mejore la situación actual de los mismos.

2. Materiales y métodos

Para la aplicación del método de trabajo que se ha ejecutado en la elaboración del Sistema de Gestión de Mantenimiento ha sido:

1. *Conocimiento del funcionamiento del Sistema.*

El funcionamiento de los sistemas juega un papel importante en la gestión del mantenimiento, el cual nos podrá mostrar cuáles son los puntos críticos en los procesos a ejecutar, se identificará las principales características estructurales de los sistemas de las Unidades Hospitalarias que determinan las fortalezas y, por lo mismo, la rentabilidad de ejecutar el mantenimiento en los equipos, donde se verán reflejados en la atención a los pacientes. (Milton, 2006)

2. *Inventario completo de las instalaciones y equipos.*

Nos permite realizar una gestión global de los activos, abarcando todas sus actividades, que van desde el establecimiento de un plan de necesidades, gestión de datos de compras, mantenimiento de un histórico de datos. Igualmente, el inventario permitirá el control de:

- Costes de uso: mantenimiento, consumibles, seguros ...
- Ingresos de uso: alquileres a terceros ...
- Costes de mantenimiento: propio, contratado, mano de obra, materiales ...
- Gestión de arrendamientos
Gestión de contratos de mantenimiento.

Permitirá al Técnico o al usuario tener una información ordenada a la medida de su organización y en función de sus necesidades concretas (Cuzco et al., 2019).

3. Población y muestra

3.1 Población

Ingeniería eléctrica del Hospital de Especialidades Portoviejo

3.2 Muestra

La muestra está representada por las instalaciones del sistema eléctrico de respaldo del Hospital de

Especialidades Portoviejo, basados en 18 UPS, marca General Electric y ABB con diferentes capacidades dependiendo de la necesidad de cada área de Especialización, de la misma manera se cuenta con 10 generadores Marca Modasa con capacidad de 750 kva, como puede observarse en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. UPS

No.	MARCA	MODELO	CAPACIDAD DEL UPS (KVA)	BLOQUE	PISO
1	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA	A	200
2	GE	LP-SERIES-CE	30 KVA	B	100
3	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA		200
4	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA		300
5	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA		
6	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA	C	100
7	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA	D	100
8	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA		300
9	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA	E	100
10	GE	LP-SERIES-CE	20 KVA	F	100
11	ABB	Powerwave 33	80 KVA		300
12	GE	LP-SERIES-CE	80 KVA		
13	GE	LP-SERIES-CE	80 KVA		
14	GE	LP-SERIES-CE	40 KVA	G	100
15	GE	LP-SERIES-CE	80 KVA	H	200
16	GE	LP-SERIES-CE	80 KVA		
17	ABB	Powerwave 33	80 KVA		
18	GE	LP-SERIES-CE	30 KVA		300

Tabla 2. Generadores

GENERADOR No.	CAPACIDAD	VOLTAJE	RESPALDO POR BLOQUE
1	750 KVA	460	J
2	750 KVA	460	J
3	750 KVA	460	J
4	750 KVA	460	J
5	750 KVA	460	J
6	750 KVA	460	J
7	750 KVA	220	J
8	750 KVA	220	J
9	750 KVA	220	J
10	750 KVA	220	J

4. Metodologías para el análisis y procesamiento de los datos

4.1 Análisis de Criticidad

La criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global sobre la producción o costos, facilita la toma de decisiones y enfoca los esfuerzos de mantenimiento sobre áreas de mayor relevancia y donde es necesario mejorar la confiabilidad operacional

El análisis del peso que se le da a la criticidad está dado por la fórmula:

$$\text{RIESGO} = \text{CONSECUENCIA} \times \text{PROBABILIDAD DE CONSECUENCIA}$$

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA DE FALLA} \times \text{IMPACTO}$$

Para determinar la criticidad de una unidad de evaluación se trabaja en una matriz de falla por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas, mientras que en el otro los impactos o consecuencias en los cuales decae este si llegase a presentarse una falla. Tal como se representa en la tabla 3 en la que se tiene una matriz determinada por tres rangos (Colores) o consideraciones acerca de la criticidad de cada uno de los activos físicos de análisis.

Tabla 3. Matriz de Criticidad.

Categoría de Frecuencia	5	M	M	A	A	A	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>Critico</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Semi critico</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>No Critico</td> </tr> </table>	A	Critico	M	Semi critico	B	No Critico
	A	Critico											
	M	Semi critico											
	B	No Critico											
	4	M	M	A	A	A							
3	B	M	M	A	A								
2	B	B	M	M	A								
1	B	B	B	M	A								
Categoría de consecuencias	1	2	3	4	5								

4.2 RAMS

El Análisis RAMS significa en sus siglas Reliability (fiabilidad), Availability (disponibilidad),

Maintainability (mantenibilidad) y Security (seguridad), análisis que nos ayuda en un determinado tiempo la disponibilidad de un Activo de un sistemas o equipo, el análisis se

basa en la mantenibilidad y fiabilidad de sus activos.

La confiabilidad de los activos como de los sistema necesita de la definición de cada uno de sus piezas, también es importante identificar los trabajos que realizan sus elementos y condiciones de servicio los mismos, definir las tasas de fallo como de su distribución. Los diferentes tipos de mantenimiento empleados en la gestión RAMS son el mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo programado, correctivo por emergencia y predictivo. la disponibilidad está en función de la mantenibilidad y la confiabilidad. La seguridad tiene como objetivo proteger la vida humana de los operadores que se encuentra realizando trabajos, como también de la integridad de la infraestructura de las Unidades Hospitalarias.

4.3 AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es una técnica que nos ayuda a identificar fallas en los activos de un Sistema, como también a evaluar o cuantificar de manera objetiva sus causas y efectos, con el objetivo de evitar su fallos reiteradamente y realizar

registros documentales de los eventos y prevención de los mismo, es una herramienta que nos ayuda a detectar posibles fallas en el diseño, producción y software para su anticipación a los problemas que puede provocar.

3. Resultados

Los datos obtenidos serán computados a través de un análisis de modo y efecto de falla (AMEF) que, constituye la herramienta principal para la optimización de la gestión de mantenimiento en una organización determinada.

Así mismo se aplicará un análisis RAMS el cual nos permite pronosticar para un periodo de tiempo determinado dichos parámetros de mantenimiento basados en la configuración de los equipos y su filosofía operacional

Las tablas 4 y 5, reflejan el resultado de la aplicación del AMEF tanto a generadores como UPS.

Tabla 4. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) Generadores.

Equipo	Función del equipo	Modo de la falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa de la falla potencial	Condiciones existentes				Acciones recomendadas	Resultados				Actividad responsable			
					Controles actuales	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION		NPR	Acciones tomadas	OCURRENCIA	SEVERIDAD		DETECCION	NPR	
08	RESPALDO DE ENERGIA ELÉCTRICA	Daño de Baterías	1. Falta en el nivel de carga del equipo 2. Contaminación del aire 3. Operación de Clases Técnicas	1. Falta de mantenimiento 2. Falta de fábrica 3. Cambio de batería según su vida útil y reconocimiento del fabricante	Inspecciones semanales		8	8	9	576	Revisión del estado y carga de baterías	Establecer plan de control y mantenimiento de baterías, validación del control diario de parámetros del Generador, chequeo mensual de los niveles de refresco de electrolitos de las baterías de reserva de emergencia del estado de los Generadores	1	2	3	2	Asistente de mantenimiento
		Acumulación de aire en el sistema de combustible	1. Falta en el nivel de carga del equipo	1. Tiempo de parada de funcionamiento de los Generadores		8	7	9	504	Purga manual de Aire en el sistema	1		1	1	1		
		Paga de combustible	1. Inodoro 2. Contaminación 3. Falta del equipo	1. Registro de la línea de combustible 2. Doble de repagos 3. Falta de mantenimiento		9	10	9	450	Revisión diaria de posibles fugas	1		1	1	1		
		Disyuntores y Fusibles	1. Falta del respaldo de energía	1. Falta de revisiones diarias		4	8	9	288	Revisión diaria del estado correcto de Disyuntores, revisión mensual de estado de los fusibles	1		2	1	2		
		Regulador de combustible	1. Falta del respaldo de energía	1. Falta de baterías 2. Gestión en adquisición de combustible		8	5	9	360	Validación de los niveles de combustible	1		1	1	1		
		Carbonización	1. Falta en el nivel de carga del Generador	1. Encendido con carga de los generadores		8	7	7	392	Encendido manual con carga	1		1	1	1		

Como puede observarse, en la evaluación de los generadores se pudieron encontrar fallas potenciales como daño de batería, acumulación de aire en el sistema combustible,

fuga, bajo nivel del mismo, disyuntores y fusibles, y carbonización con un NPR, entre 360 y 576, lo que estima la gravedad del control de mantenimiento actual.

Tabla 5. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF) UPS

Equipo	Función del equipo	Modo de la falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa de la falla potencial	Condiciones existentes				Acciones recomendadas	Resultados				Actividad responsable			
					Controles actuales	OCURRENCIA	SEVERIDAD	DETECCION		NPR	Acciones tomadas	OCURRENCIA	SEVERIDAD		DETECCION	NPR	
08	RESPALDO DE ENERGIA ELÉCTRICA INTERRUPTOR	Daño de Baterías	1. Reducción de tiempo de respaldo de energía eléctrica 2. Contaminación del aire por gases tóxicos 3. Inodoro	1. Tiempo de vida útil de las Baterías 2. Contaminación del Aire	Mantenimiento Correctivos		8	10	9	720	Revisión diaria de baterías	Establecer plan de control y mantenimiento de baterías, validación del control diario de parámetros del UPS, chequeo mensual de los niveles de refresco de electrolitos de las baterías de reserva de emergencia del estado de los Generadores	1	2	1	2	Asistente de mantenimiento
		Daño de sus Capacitores	1. Falta del equipo 2. Emisión de Gases Tóxicos 3. Inodoro	1. Tiempo de Vida útil 2. Defecto de fábrica		4	8	7	224	Revisión diaria de valores de voltajes de los condensadores	1		1	1	1		
		Daño de sus Ventiladores	1. Sobrecalentamiento del UPS 2. Falta del UPS	1. Tiempo de vida útil de las Baterías 2. Falta de Mantenimiento		9	8	7	504	Revisión diaria de ventiladores	1		1	1	1		
		Mala conexión	1. Falta del respaldo de energía	1. Mal contacto del equipo		2	10	2	40	Validación de temperatura del aire	1		2	1	2		
		Falla por sobrecarga	1. Falta del respaldo de energía	1. Mal cálculo de capacidad de entrega de energía		2	5	2	20	Validación de carga actual del ups.	1		1	1	1		

En el análisis de los UPS se pudieron encontrar fallas potenciales como daño de batería, capacitores, y ventiladores, así como mala conexión y falla por sobre carga los

que estimo a un NPR entre 20 y 720, evidenciado un gran riesgo para estos equipos por falta de un mantenimiento adecuado para su buen funcionamiento.

Es importante acotar a modo de información que , los hospitales deben contar con dos fuentes de energía que provengan de subestaciones eléctricas diferentes y así, garantizar la cobertura de alimentación en caso de que alguna de estas fuentes falle.

De igual manera, disponer de un sistema de respaldo por generadores eléctricos que entran en funcionamiento si, por alguna razón, las dos fuentes externas de alimentación de energía fallaran; tal es el caso de un apagón eléctrico en todo el país. Se instalan dos generadores, uno para cada fuente de alimentación, y un tercero de respaldo.

A lo interno del hospital, las cargas de seguridad crítica se respaldan con UPS o sistemas ininterrumpidos de potencia. Un hospital puede contar con una UPS para cada sala de cuidados intensivos y sala de operaciones, o agrupar toda esta carga bajo una única UPS; la elección va a depender de la potencia y la ubicación física que tengan estas salas en el hospital. Las UPS también se usan para respaldar equipos médicos costosos y críticos, para que tengan un flujo de

energía de buena calidad y evitar que se dañen por picos o bajonazos de potencias (sags y swells, según términos técnicos).

La confiabilidad y eficiencia del sistema eléctrico que alimenta a un hospital son características imprescindibles, ya que se utilizan equipos altamente sensibles y con un grado de precisión elevado, por lo que este punto juega un papel vital en este sector. Para asegurar la calidad de energía requerida, es necesario contar con una alimentación que pueda garantizar la continuidad eléctrica absoluta y que sea capaz de hacerle frente a cualquier falla o perturbación que pueda presentarse. En este trabajo se ponen en evidencia los problemas fundamentales que justifican el diseño e instalación de un Plan de Sistema de Respaldo de Energía (UPS) y generadores eficientes, tomando en cuenta sus actuales y futuras necesidades.

Finalmente, una vez se logró determinar el AMEF y los criterios de evaluación de juicios realizados, se empleó como método de priorización en análisis RAM, para dar prioridad a los equipos con mayor nivel de criticidad, como se puede observar a

continuación en las tablas 6 y 7 respectivamente.

Tabla 6. Análisis RAMS Generadores.

Nro	ITEM	TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES	NUMERO DE REPARACIONES	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	TIEMPO MEDIO DE REPARACION (MTTR)	DISPONIBILIDAD	Mantenibilidad (M)	Confiabilidad
1	GE #1	295,0	5,0	70,0	5,0	59,0	14,0	81%	82%	67%
2	GE #2	284,6	5,0	80,4	5,0	56,9	16,1	78%	78%	66%
3	GE #7	285,5	5,0	79,5	5,0	57,1	15,9	78%	78%	66%

Tabla 7. Análisis RAMS UPS

Nro	ITEM	TIEMPO TOTAL DE FUNCIONAMIENTO	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES	NUMERO DE REPARACIONES	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	TIEMPO MEDIO DE REPARACION (MTTR)	DISPONIBILIDAD	MANTENIBILIDAD (M)	CONFIABILIDAD (R(t))
1	UPS # 5 B300 40 Kva	297,4	5	67,625	5	59,5	13,53	81%	83%	67%
2	UPS # 8 D300 40 kVA	317	5	48	5	63,40	9,60	87%	92%	68%
3	UPS # 10 F100 20 Kva	314	4	51,04	4	78,49	12,76	86%	85%	74%
4	UPS # 12 F300 80 kVA	313	4	52	4	78,25	13,00	86%	84%	74%
5	UPS # 13 F300 80 Kva	323	4	42	4	80,75	10,50	88%	90%	74%

El análisis RAMS se ha de ir actualizando a lo largo del ciclo de vida del sistema, ya que es muy útil en las distintas fases, diseño, fabricación, instalación, operación y mantenimiento y mejoras. Los resultados mostrados, demuestran la gran utilidad de este análisis, debido a que la comprobación de los objetivos de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad debe ser una actividad fundamental de cualquier proyecto.

Tomando en consideración que la seguridad en los sistemas eléctricos hospitalarios es de fundamental

importancia para el diagnóstico médico por imágenes, asegurando la mejor calidad posible de alimentación eléctrica, para evitar los problemas típicos de las redes de baja y media tensión (transitorios, flicker, armónicos, caída total del voltaje). Ya sea por uso en operaciones de cirugía muy sensitivas, se asegura también la continuidad absoluta por el tiempo necesario para dichos procedimientos médicos. Se aplico la matriz de identificación de peligro y evaluación de riesgos, la cual permite: identificar peligros, evaluar,

controlar, monitorear y comunicar riesgos ligados a cualquier actividad o proceso, es aquí donde la evaluación es importante para la seguridad de los trabajadores como de los pacientes, ya que una mala práctica o maniobra repercute en la atención a los pacientes, por ello la importancia de contar con todas las medidas de seguridad para los técnicos que realizar los trabajos en las áreas de Ups y Generadores del

Hospital de Especialidades Portoviejo.

Se evaluó puntos de los diferentes tipos de riesgos a los que están expuesto el personal técnico como lo es; Físico, Químico, Biológico, Ergonómico, Psicológicos, Eléctricos y Mecánicos, dando como resultado lo siguiente donde tomamos en cuenta los riesgos Críticos, que se pueden observar en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Identificación de Peligros y riesgos UPS.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS UPS		
ERGONÓMICOS	Ejecución del trabajo en posturas forzadas (trabajos de pie, trabajos sentados, semi sentados, etc.)	Crítico
	Ejecución de trabajo con movimientos repetitivos (movimientos de muñeca, movimientos de brazos, giro de troco, entre otros)	Crítico
PSICOLÓGICOS	Sobre carga de trabajo (realizar actividades laborales que exceden los límites físicos, cognoscitivos, tiempo de ejecución)	Crítico
ELÉCTRICOS	Incorrecto Diseño de puesto de trabajo (riegos de contacto eléctrico, cables eléctricos de alta tensión cercanos al área laboral)	Crítico
MECÁNICOS	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan fricción o abrasión.	Crítico

Tabla 9. Identificación de Peligros y riesgos Generadores.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS GENERADORES		
FÍSICOS	Presencia de ruido ensordecedor y molesto.	Crítico
	Temperaturas altas que causen malestar, sofocación, estrés térmico	Crítico
QUÍMICOS	Exposición a vapores o gases de origen químico	Crítico
ERGONÓMICOS	Ejecución del trabajo en posturas forzadas (trabajos de pie, trabajos sentados, semi sentados, etc.)	Crítico
	Ejecución de trabajo con movimientos repetitivos (movimientos de muñeca, movimientos de brazos, giro de troco, entre otros)	Crítico
	Incorrecto Diseño de puesto de trabajo (ventilación insuficiente)	Crítico
PSICOLÓGICOS	Sobre carga de trabajo (realizar actividades laborales que exceden los límites físicos, cognoscitivos, tiempo de ejecución)	Crítico
ELÉCTRICOS	Incorrecto Diseño de puesto de trabajo (riegos de contacto eléctrico, cables eléctricos de alta tensión cercanos al área laboral)	Crítico
MECÁNICOS	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan aplastamiento.	Crítico
	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan corte.	Crítico
	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan atrapamiento.	Crítico
	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan impacto.	Crítico
	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan perforación, punzamiento.	Crítico
	Ejecución de actividades con máquinas que produzcan fricción o abrasión.	Crítico

Como se puede observar, existen riesgos físicos, químicos entre otros que exponen la integridad y salud de los técnicos que se encuentran operando en dichas áreas, por ello la importancia de generar conciencia en capacitación y equipamiento de EPP para la seguridad de los mismos.

Como resultados de esta investigación, se elaboró un plan de

gestión del mantenimiento del sistema de respaldo de energía eléctrica del hospital de especialidades Portoviejo donde se pudo dar respuesta a las fallas encontradas en los diferentes análisis realizados

En las tablas 10 y 11 se ponen en evidencias las acciones planteadas como estrategia correctiva y preventiva de las fallas encontradas.

Tabla 10. Plan de Mantenimiento propuestos para Generadores

	Equipo	Acciones recomendadas	Intervalo inicial	Responsable
Generador	Daño de Baterías	Revisión del estado de la batería	Diario	Asistente de mantenimiento
		Revisión del nivel de carga		
	Acumulación de aire en el sistema de combustible	Purgas del aire en el sistema de combustible	Semanal	Asistente de mantenimiento
	Fuga de combustible	Revisión de posibles fugas	Diario	Asistente de mantenimiento
	Disyuntores y Fusibles	Revisión del correcto estado del disyuntor	Diario	Asistente de mantenimiento
		Revisión del estado de los fusibles	Mensual	
	Bajo nivel de combustible	Validación de los niveles de combustible.	Diario	Asistente de mantenimiento
	Carbonización	Encendido con carga	Mensual	Auxiliar de mantenimiento

Tabla 11. Plan de Mantenimiento propuestos para UPS.

	Equipos	Acciones Recomendadas	Intervalo inicial	Responsable
UPS	Daño de Baterías	Revisión del tablero	Diario	Asistente de mantenimiento
	Daño de sus capacitores	Revisión de valores solidos suspendidos	Semanal	Asistente de mantenimiento
	Daño en sus ventiladores	Revisión de los ventiladores	Diario	Asistente de mantenimiento
	Mala conexión	Validación de temperatura en el área	Diario	Asistente de mantenimiento
	Falla de sobrecarga	Validación de la carga actual de los UPS.	Diario	Asistente de mantenimiento

4. Conclusiones

1. Al analizarse los tiempos de parada y operación de los Generadores y UPS en el año 2020 se puede decir que mantienen una disponibilidad muy alta, pero con el tiempo los índices de confiabilidad y mantenibilidad de la unidad podrían variar haciendo que los mismos disminuyan su disponibilidad, además de aumentar su número de fallas y dependiendo de la gravedad de las mismas afectaría al tiempo de reparación de la unidad.

2. El uso del análisis de Criticidad en el Sistema de Respaldo de Energía del Hospital de Especialidades Portoviejo nos permitió tomar decisiones acertadas y enfocarnos en los equipos de UPS y Generadores que se encuentran más críticos, con el fin de realizar una mejor gestión para la mejora de su disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

3. El Análisis RAMS, permite conocer con certeza el factor de servicio de los activos que tienen mayor aporte a la indisponibilidad a través del uso de valores estadísticos, y de esta manera con la finalidad de definir estrategias que aseguren el cumplimiento de la

función de los activos y que estos sean sostenibles en el tiempo y seguro para el operador.

4. La predicción por medio de registros de datos, es importante para la seguridad de los equipos, ya que presenta alguna tendencia que informa de futuros fallos que se pueden presentar.

5. La propuesta de plan fue realizada considerando los niveles de criticidad de los objetos técnicos, poniendo énfasis en las frecuencias de los equipos que repercuten en la gestión de las áreas más importantes del hospital.

6. La predicción por medio de registros de datos, es importante para la seguridad de los equipos, ya que presenta alguna tendencia que informa de futuros fallos que se pueden presentar.

Bibliografía

- Carrasco. S (2017). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Medellín: Universidad Nacional San Luis Gonzaga.
- Cuzco, M. V., Villacrés-Parra, S., Gallegos-Londoño, C., & Negrete-Costales, H. (2019). Evaluación de la gestión del mantenimiento en hospitales del instituto ecuatoriano de

- seguridad social de la zona 3 del Ecuador. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología, 59-71.
<http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script>
- Guzmán. K (2018). Elaboración del Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) de la Central Hidráulica Illuchi N° 2. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga.
- Lucio, M. Landaeta. K, Zurit. M., (2015). Calidad en los servicios de salud. Med. Hered.
- MILTON, C. B. F. (2006-2007). SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIAS EN LA EMPRESA TRANSMARO UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4508/1/3416.%20CARDENAS%20BALSECA%20FRANCO%20MILTON.pdf>
- Orozco (2017). Mantenimiento Industrial Efectivo (Segunda). Medellín: Fuentes Litográficas Limitada.
- Zambrano. M (2017). "Propuesta de Implantación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad de los Activos Críticos de la Central Hidroeléctrica Ocaña." Universidad Del Azuay, Departamentos de Posgrados, Maestría en Gestión de Mantenimiento. Universidad del Azuay. Retrieved from <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6853%0A>