

Determination of factors affecting reliability in thermoelectric generation units

Determinación de los factores que inciden en la confiabilidad en las unidades de generación termoeléctrica

Autores:

Ing. Castro-Jurado, Jesús Fernando
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.
Facultad de posgrado, maestría industria
Universidad Técnica de Manabí
Maestrante
Portoviejo–Ecuador



jcastro4267@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-7999-5957>

Ing. Shkiliova, Liudmyla, Ph.D.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Tutor del área
Portoviejo – Ecuador



liudmyla.shkiliova@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-9289-5486>

Citación/como citar este artículo: Castro-Jurado, Jesús., y Shkiliova, Liudamyla(2023). Determinación de los factores que inciden en la confiabilidad en las unidades de generación termoeléctrica.
MQRInvestigar, 7(3), 4059-4077.

<https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.4059-4077>

Fechas de recepción: 14-AGO-2023 aceptación: 14-SEP-2023 publicación: 15-SEP-2023



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

Este resumen se centra en los factores que inciden la confiabilidad de las unidades de generación en una Central Termoeléctrica. Los objetivos son caracterizar la situación actual de operación y mantenimiento de los motores generadores, identificar los equipos críticos basados en confiabilidad, y proponer mejoras para elevar su nivel de confiabilidad. Se evalúa la situación actual de prácticas, procedimientos y registros de fallas. Mediante un diagrama, se identifican los equipos críticos que afectan la producción eléctrica y disponibilidad de la central, opiniones del personal de operación y mantenimiento identifican factores clave, como mantenimiento preventivo, capacitación, condiciones ambientales y tecnología. Un análisis causa raíz busca comprender las razones detrás de las fallas para abordar deficiencias fundamentales. La propuesta incluye recomendaciones específicas para mejorar prácticas de mantenimiento, capacitación, adopción de tecnología y sistemas de monitoreo en línea. El objetivo es garantizar un funcionamiento eficiente y seguro, reduciendo inactividades no planificadas y mejorando la producción de energía eléctrica.

Palabras clave: energía termoeléctrica, confiabilidad, unidad de generación.

Abstract

This summary focuses on the factors that affect the reliability of the generating units in a Thermoelectric Power Plant. The objectives are to characterize the current situation of operation and maintenance of engine generators, identify the critical equipment based on reliability, and propose improvements to increase their reliability level. The current situation of practices, procedures and failure records is evaluated. A diagram is used to identify critical equipment that affects the plant's electrical production and availability. A root cause analysis seeks to understand the reasons behind failures to address fundamental deficiencies. The proposal includes specific recommendations for improving maintenance practices, training, technology adoption and on-line monitoring systems. The goal is to ensure efficient and safe operation, reducing unplanned downtime and improving power production.

Keywords: thermoelectric power, reliability, generating units.

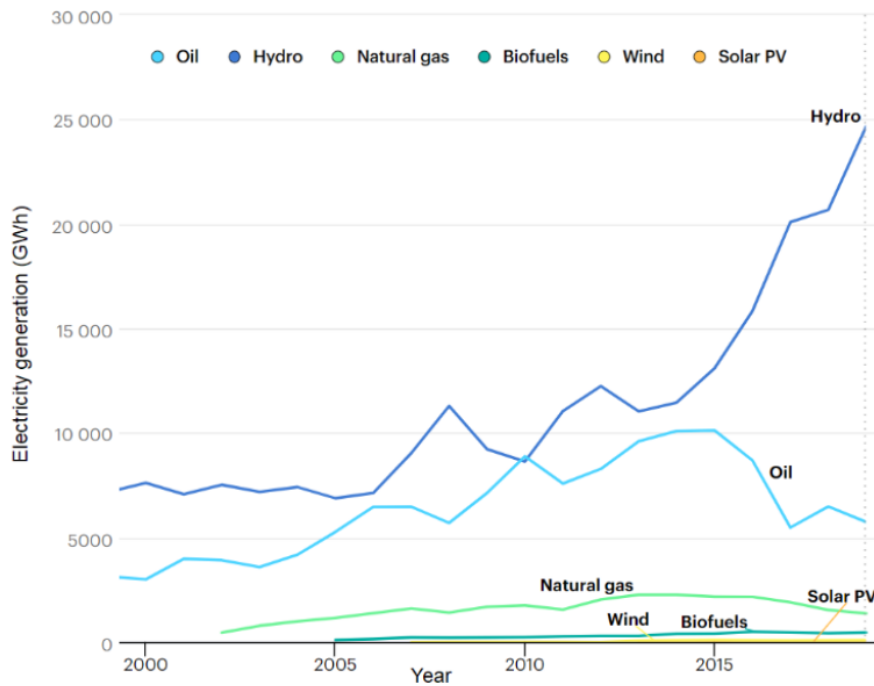
Introducción

Con el pasar de los años y hasta la actualidad es conocida la importancia de la energía eléctrica en el mundo, así como también de la utilización de los diferentes tipos de energías que se están utilizando en la actualidad llevadas de la mano con la innovación de la tecnología en cada uno de estos ámbitos, menciona sobre la necesidad de contar con sistemas energéticos fiables y confiables que brinden estabilidad y continuidad a los usuarios Shopeju & Oyedepo (2021).

Los próximos 35 años presenciarán una disminución significativa en las reservas de petróleo y gas, mientras que la demanda de energía se encuentra en niveles históricamente altos, como indicado por Shafiee y Topal (2009) y Owusu y Asumadu-Sarkodie (2016). La emisión de gases de efecto invernadero, un resultado del uso de derivados del petróleo como combustible, plantea una preocupación sustancial. Por esta razón, es imperativo enfocarse en la gestión eficaz de nuestros recursos actuales. En los métodos tradicionales de producción de energía, la liberación de calor residual de los motores primarios resulta en pérdidas al entorno, lo que significa que únicamente entre el 25% y el 40% de la energía térmica total proporcionada por el combustible se convierte en energía utilizable, según Ampuño et al. (2020). Por tanto, se vuelve esencial optimizar la utilización de recursos en los sistemas de generación basados en combustibles.

De acuerdo con datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE) (EIA, 2017), en 2018, la producción de energía en Ecuador alcanzó aproximadamente 30 millones de toneladas de petróleo equivalente (Tep). El consumo eléctrico final se situó en torno a los 25 TWh, con un total de 36 Mt de emisiones de CO₂. La Figura 1 muestra la evolución de la generación de electricidad (GWh) por fuente. Se puede observar que la generación hidroeléctrica lidera, seguida por el petróleo, el gas natural y, en menor medida, los biocombustibles, la energía solar y la eólica. La demanda de electricidad en Ecuador ha experimentado un rápido crecimiento en los primeros años del siglo XXI, y es probable que la energía hidroeléctrica continúe siendo la principal fuente de energía en el futuro previsible Taipe Quilligana & Ampuño Aviles (2022).

Figura 1. Generación de electricidad de acuerdo al tipo fuente



Fuente: Taipe Quilligana & Ampuño Aviles (2022)

Es fundamental mejorar la eficiencia de los sistemas eléctricos en cada país, ya que esto contribuye al desarrollo económico y social de las ciudades. La electricidad es una necesidad constante en nuestras vidas. Por lo tanto, es esencial minimizar las fallas y las interrupciones no planificadas que pueden evitarse para garantizar un suministro confiable y duradero.

En la actualidad, Ecuador emplea diversas formas de energía alternativa, incluyendo fuentes renovables. Estas fuentes aprovechan los recursos naturales para generar energía limpia. Sin embargo, es importante destacar que la producción de estas energías puede ser variable, ya que depende en gran medida de factores naturales y condiciones climáticas específicas en cada ubicación geográfica o sector donde se encuentren ubicadas estas centrales hidroeléctricas Revista Primicias (2021).

Es importante mencionar que las empresas públicas de generación son las principales proveedoras de electricidad del Ecuador, pues aportan con el 90% de la producción. De su parte, CENACE coordina con las 61 empresas de generación, 1 de transmisión y 9 de distribución, el abastecimiento continuo de electricidad para el país.

De acuerdo con la información del Operador Nacional de Electricidad CENACE, durante el periodo comprendido entre enero y julio de 2021, en Ecuador se consumieron 15.086 gigavatios – hora (GWh).

Bajo ese contexto, la demanda de energía eléctrica de Ecuador continental, hasta julio de este año, correspondió principalmente a la registrada en la región Costa, con un 62,2% del consumo; seguida de la evidenciada en la Sierra con un 34,7% y de la Amazonía con el 3.1%.

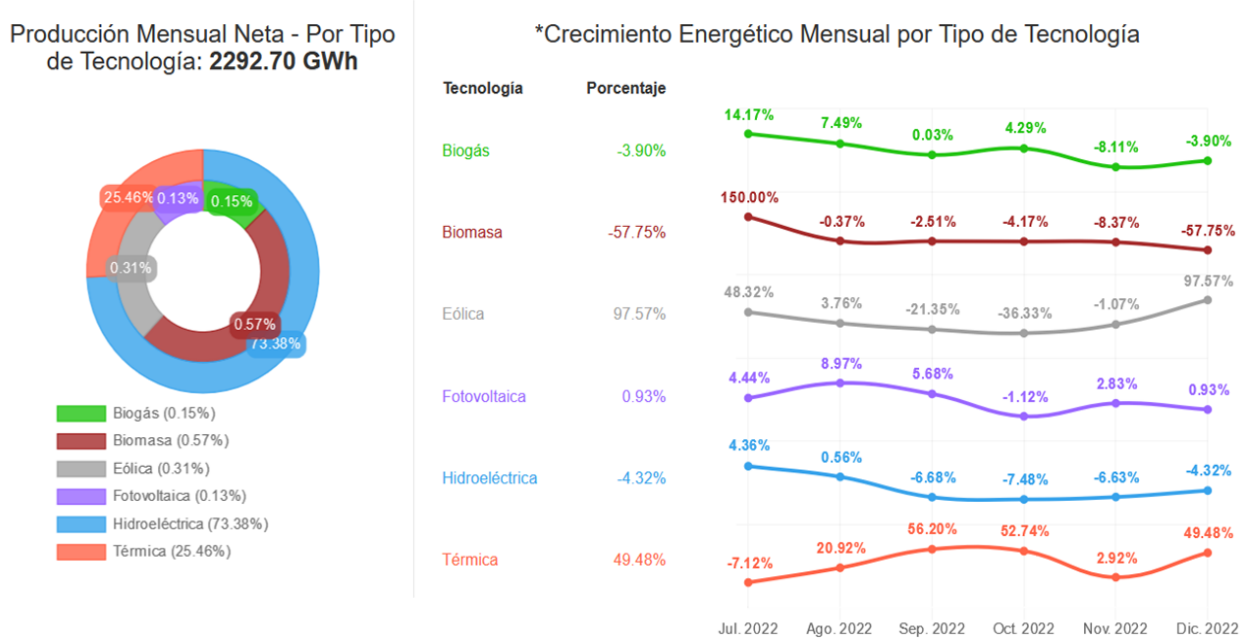
Por otro lado, los excedentes de electricidad disponibles, tras cubrir la demanda interna, permitieron exportar, en el primer semestre de este año, 410,01 GWh a Colombia y Perú, con lo que el Estado ecuatoriano ha captado ingresos por USD 7,25 millones.

En Ecuador, en boletín emitido por en cuyo informe indica que de enero hasta julio de 2021, la demanda de electricidad aumentó un 8,13% en relación al mismo periodo 2020. La paulatina dinamización de las actividades comerciales e industriales desarrolladas en el país, incidieron para registrar este incremento.

De acuerdo con la información del Operador Nacional de Electricidad CENACE, durante el periodo comprendido entre enero y julio de 2021, en Ecuador se consumieron 15.086 gigavatios – hora (GWh). Cabe destacar que el abastecimiento y exportación de energía eléctrica se realizó con un 93.4% de generación renovable y con un 6.6% de termoelectricidad CENACE (2021).

De esta manera, el sector eléctrico se ha mantenido operativo trabajando 24 horas, los 365 días del año, para garantizar el suministro de energía eléctrica con seguridad, calidad, eficiencia y al menor costo posible. Operador Nacional de Electricidad – CENACE, Enero 2020. En la figura 1 muestra que en el acumulado del periodo de Jul-Dic del 2022 la producción mensual neta fue de 2292,70 GWh, y que en ese periodo del 2022 el 25,46% del total corresponde a la producción de generación termoelectrica, a su vez nos permite evidenciar la importancia de mantener una buena confiabilidad en las unidades de generación termoeléctrica para poder garantizar el suministro del servicio de energía eléctrica en el país.

Figura 2. Datos de Generación Indicadores – Periodo de Jul-Dic 2022



* El crecimiento energético mensual se calcula tomando como referencia el mes inmediatamente anterior.

Fuente: SCADA – Operador Nacional de Electricidad –(CENACE, 2023)

En el mes de diciembre del año 2022, Reporta que la producción neta de energía termoeléctrica represento el 25,46% del total de energía generada en el país, es por esto que se considera fundamental mantener las maquinas generadoras en condiciones ideales de operación. Para esto es indispensable medir y calcular los índices de producción principales como lo son la disponibilidad y confiabilidad, estos indicadores permiten evaluar en conjunto la central con la totalidad de las unidades de producción; como también cada una de las unidades de generación y de qué manera se vinieron comportando en un determinado periodo de producción. De esta manera se vio la necesidad de analizar el contexto de la producción, es por esto la importancia de determinar y diagnosticar los factores que están afectado el índice de confiabilidad CENACE (2022).

Métodos y materiales de la investigación

Determinación de población objeto de estudio

Para el estudio de la población se tomarán en cuenta las 18 unidades principales de generación de las cuáles cuenta la central, mismas que corresponden al 100% de la muestra ya que la población es pequeña respecto al número de los equipos.

Precisión del tamaño de la muestra

La muestra se tomará en función de los resultados obtenidos sobre los equipos más críticos y que presentes sus índices con valores más bajos.

Instrumentos

Independientemente del tipo de investigación en curso, se requiere la recopilación de información de los elementos bajo estudio como parte del proceso de verificación de la hipótesis. Para este propósito, existen diversas herramientas disponibles para que el investigador elija la que mejor se adapte a su área de investigación. Estos instrumentos incluyen, principalmente, el cuestionario, la entrevista, la observación, los test, los inventarios, el sociograma y otros. Hugo Garcés Paz (2000).

Para la investigación, se obtendrán los elementos que van a permitir realizar el cálculo y análisis, donde se consolidarán los datos requeridos para la implementación y poder determinar los factores que afectan la confiabilidad de las maquinarias son los siguientes:

- Manuales de operación de las maquinarias. Registro donde indica la descripción técnica operacional de las maquinarias.
- Ordenes de trabajo del mantenimiento preventivo. Registro donde nos indica el programa de mantenimiento que se efectúa a las maquinarias.
- Archivo de reportes (formato Excell) de registro donde se muestran los histórico de fallas en el periodo Enero 2022 – Diciembre 2022, ‘‘Registró donde van las horas de operación de las maquinarias, las fallas y el tiempo de reparación’’
- Bitácoras de operadores y supervisores, donde se revisarán los fallos más recurrentes y frecuentes en los motores de las unidades de generación termoeléctrica, para

establecer un análisis de como poder evitar este fallo y si sucede cual será el plan de acción para minimizar la consecuencia.

- Jerarquización de los equipos donde se establecen los más críticos.

De acuerdo a la información obtenida, luego de la selección y consolidación de la información necesaria para el desenvolvimiento de un estudio se procederá con la revisión exhaustiva con el fin de dar respuesta a los primeros planteamientos con el cual se aceptara o rechazara la hipótesis de la investigación.

Entre las consideraciones teóricas, técnicas y metodológicas de enfoques cualitativos como cuantitativos sobre las que se va a fundamentar la presente investigación, la cual más allá de describir los procesos de recopilación de información así como también la obtención de los datos para el cálculo de los indicadores, este estudio se centra en calcular e investigar de forma científica los índices de confiabilidad, además que se realiza una jerarquización de los equipos de acuerdo a sus criticidad para luego realizar la determinación de los factores que indiquen en la confiabilidad de los equipos.

Métodos de Investigación Aplicados

Metodológico deductivo.

La literatura nos permite tener las bases teóricas sobre indicadores en especial del índice la confiabilidad de equipos, algunos autores utilizan este método deductivo en el análisis de índices empleado como primer objetivo de esta investigación, así como para realizar el análisis de la confiabilidad y las consecuencias en las unidades de principales dentro del proceso de la generación termoeléctrica.

Método analítico

La importancia de este método para el procesamiento de la información recopilada y considerar que información es necesaria para el análisis de cada uno de los indicadores que se recopila dentro el proceso de producción en la generación, así como también análisis de los manuales de fabricantes, planes de mantenimiento, registros de archivos, ordenes de trabajo, y base de datos que nos permitan obtener los criterios evaluando cada uno de los

equipos y de esta manera poder realizar los cálculos y análisis de los valores de confiabilidad de las unidades de generación, de donde las 5 que obtenga este indicador con los valores más bajos serán producto para nuestro análisis.

Método sintético

Usado para la sintetización de varios criterios que durante la elaboración algunas causas las cuales saldrán luego de la elaboración de la aplicación del análisis causa raíz y la jerarquización de los equipos con la resultante de las repeticiones de las fallas las misma que se validan mediante una entrevista donde permita obtener resultados sobre las posibles causas, factores que afectan la confiabilidad.

Método experimental

Este método será utilizado para la obtención de información específica donde se entrevistarán a expertos, mismos que mediante la formulación de un cuestionarios con varias preguntas entre abiertas y cerradas permitirán obtener la información necesaria para nuestro análisis. Los entrevistados serán personas que previamente han sido calificados para ser aporte en este estudio.

Variables independientes y dependientes

Una investigación de calidad se caracteriza por su capacidad para esclarecer incertidumbres mediante la aplicación del método científico, es decir, por su habilidad para aclarar las relaciones entre las variables que influyen en el fenómeno en estudio. Al mismo tiempo, una investigación sólida planifica meticulosamente los aspectos metodológicos para asegurar la validez y la confiabilidad de sus hallazgos.

En cuanto a la elección entre enfoques cualitativos y cuantitativos para abordar un fenómeno, ha existido un debate duradero que aún no ha alcanzado una resolución definitiva. Algunos investigadores consideran estos enfoques como paradigmas separados, ya que se basan en suposiciones muy diferentes sobre cómo opera el mundo, cómo se construye el conocimiento y cuál es el papel de los valores en la investigación.

A pesar de las diferencias en procesos y objetivos entre ambos enfoques, así como en la forma en que utilizan los resultados, algunos investigadores plantean la posibilidad de que ambos puedan ofrecer enfoques complementarios para comprender un fenómeno en su totalidad.

Hay investigaciones que combinan métodos cualitativos y cuantitativos, aunque en ocasiones carecen de un fundamento teórico sólido. Esta falta de profundidad se refleja tanto en el ámbito conceptual como en el técnico, ya que rara vez se encuentran ejemplos de integración de técnicas estadísticas avanzadas con enfoques cualitativos sofisticados.

La elección entre uno u otro método depende de los objetivos de la investigación, ya sea la generación de teoría o la transformación de la realidad, así como del contexto del investigador. En última instancia, es el investigador quien debe definir el enfoque a utilizar, enfatizando la importancia de que este sea riguroso tanto en términos teóricos como metodológicos, y coherente con su propósito de investigación Hernandez Sampieri Roberto et al., (2010).

Tabla 1. *Operacionalización de las variables independientes*

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Operacionalización		Instrumento
			Indicadores	Tipos de Variables	
Concepto o variable independiente					
Personal Técnico	Personas que participan en las actividades técnicas.	Talento humano (Recursos Humanos)	Capacitación	Cuantitativa	Entrevistas
			Competencias	Cuantitativa	Entrevistas
			Satisfacción	Cuantitativa	Entrevistas
			Disponibilidad	Cuantitativa	Evaluación
			Desempeño	Cuantitativa	Evaluación
Proceso	Secuencia de acciones que se llevan a cabo para lograr un fin determinado.	Organización del mantenimiento	Planes de mantenimiento	Cuantitativa	Sistema de mantenimiento
		Recursos	Stock de repuestos	Cuantitativa	Sistema de mantenimiento
		Operación de equipos	Procedimientos	Cualitativa	Manual de operación
Equipos Críticos	Técnica para determinar la jerarquía de los equipos.	Fallas / hora	Frecuencia	Cuantitativa	Registros
		Económico	Impacto productivo	Cuantitativa	Registros
		Económico	Costos de reparación	Cuantitativa	Registros

		Económico	Impacto SHA	Cuantitativa	Análisis
--	--	-----------	-------------	--------------	----------

Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

Tabla 2. Operacionalización de las variables independientes

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Operacionalización		Instrumento
			Indicadores	Tipos de variables	
Concepto o variables dependiente					
Confiabilidad de equipos	Es la capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un período de tiempo determinado	% Confiabilidad	Tiempo promedio entre falla	Cuantitativa	Registros y reportes
			Tiempo medio para reparar	Cuantitativa	Registros y reportes

Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

Aplicaciones de la metodología y resultados obtenidos

Identificación de los equipos con baja confiabilidad

Luego de procesar la información antes enunciada de las 18 unidades de generación se obtienen como resultados los datos han permitido clasificar y seleccionar 5 de las unidades de generación que presentaron sus índices más bajos de confiabilidad en el periodo de enero-diciembre 2022, en la tabla 3 muestra el procesamiento de la información de los indicadores de las 18 unidades en el periodo antes mencionado, de donde en la columna de confiabilidad se resaltan las que tiene su índice de confiabilidad menor en las que se encuentran 1, 2, 7, 12 y 15.

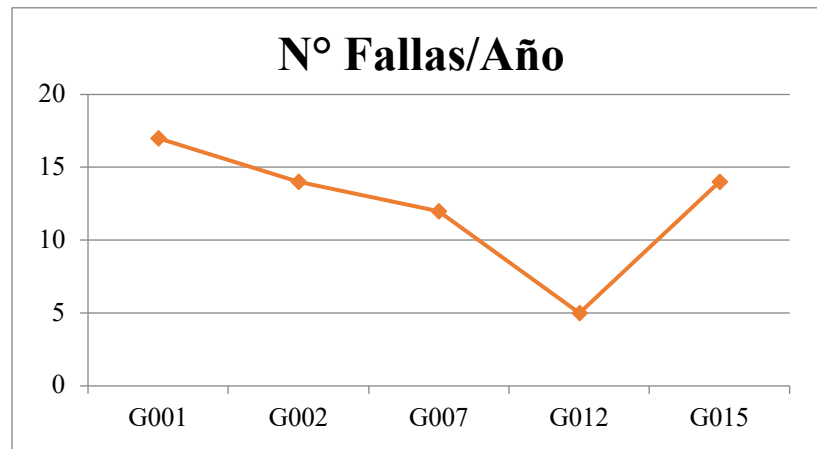
Tabla 3. Indicadores y selección de las unidades con baja confiabilidad.

Unidades	Tiempo Promedio Para Fallar (TPPF o MTTF) hrs	Tiempo Promedio Para Reparar (TPPR o MTBF) hrs	Índice de Disponibilidad No Programada (%)	Confiabilidad (%)	TASA DE FALLA (falla/hora)
G001	1857,76	11746,04	25,48	73,51	0,00054
G002	4149,15	8484,19	34,89	56,88	0,00024
G003	10421,53	24,32	0,31	99,67	0,00010
G004	6960,23	14,49	0,08	99,91	0,00014
G005	573,89	29,77	1,91	97,98	0,00174
G006	8384,56	16,20	0,51	99,45	0,00012
G007	2830,44	236,00	4,89	94,96	0,00035
G008	6780,96	19,79	0,84	99,09	0,00015
G009	4598,20	50,09	1,43	98,45	0,00022
G010	3950,15	411,40	2,37	97,56	0,00025
G011	3271,16	4,11	0,09	99,91	0,00031
G012	1275,45	134,64	7,21	92,29	0,00078
G013	1410,19	13,25	0,55	99,44	0,00071
G014	3566,95	154,76	2,24	97,73	0,00028
G015	4632,58	189,87	5,65	94,13	0,00022
G016	532,79	21,19	1,49	98,44	0,00188
G017	676,54	26,78	1,16	98,74	0,00148
G018	1049,65	29,58	0,95	98,99	0,00095

Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

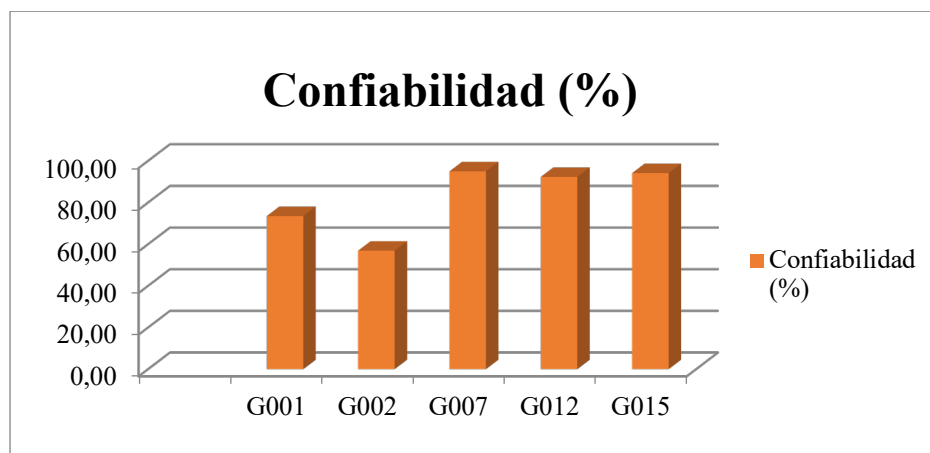
Luego de realizar la recopilación y procesamiento de los datos necesarios para el cálculo de la confiabilidad donde se obtienen como resultados que de las 18 unidades de generación 5 de ellas presentan índices por debajo del 95% (G001, G002, G007, G012, G015), en la tabla 2 muestra algunos de los índices calculados de donde los resaltados con color naranja son nuestra base de donde vamos a estudiar y analizar los mismos para determinar en estas unidades de generación los factores que afectan a la confiabilidad de estas unidades dentro del periodo 2022.

Tabla 2. N° de fallas por año en las Unidades



Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

Tabla 3. Confiabilidad de las unidades de generación



Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

3.2. Jerarquización de las unidades según su criticidad

En el estudio de Márquez & Márquez (2021) destaca que a través de la historia el hombre ha inventado (y mejorado) numerosas máquinas, procesos y habilidades para llegar a la demanda creciente de productos y servicios por parte de la sociedad. Como resultado de esta demanda en constante crecimiento, se han desarrollado varias técnicas para analizar los problemas (eventos de fallos) que surgían de las máquinas, los procesos y el rendimiento de las habilidades humanas, siendo los objetivos principales de estas técnicas: minimizar las consecuencias de los eventos de fallos sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones; y asegurar la mayor fiabilidad operacional. Dentro de este marco, la técnica de Análisis Causa

Raíz (RCA – Root Cause Analysis) es una de las herramientas con el mayor potencial para ayudar a cumplir los objetivos de minimización del impacto de los fallos y de maximización de la fiabilidad operacional (Parra y Crespo, 2015, Latino & Latino, 2002), Márquez & Márquez (2021).

Es importante la elaboración de la matriz de criticidad de equipos de la central termoeléctrica se realizará una técnica cuantitativa basada en las incidencias de fallas y las condiciones que se presentan en los reportes de índices.

Además se realizarán encuestas a supervisores, técnicos y operadores sobre los factores y fallas que ellos consideren que pueden estar afectando la confiabilidad de las unidades de generación.

Para la ejecución de la técnica de análisis estadístico se evaluarán los índices de confiabilidad de todas las 18 unidades de generación para luego de esto enfocarnos en las que presentan mayores incidencias de valores de confiabilidad más bajos revisando los históricos de cada una de ellas en los reportes mensuales o anuales.

En este caso por el planteamiento de este estudio se elabora para las unidades de generación tal como se muestra en la tabla 4, con esta aplicación nos sirve de ayuda para determinar los grados de criticidad de las fallas presentadas en las mismas para así tener una perspectiva clara y objetiva de las más críticas y relevantes que serían las causantes de las pérdidas de confiabilidad.

Tabla 4. Jerarquización de las unidades de acuerdo a su criticidad.

JERARQUIZACIÓN DE LAS UNIDADES SEGÚN SU CRITICIDAD

Organización:

Generación Termoeléctrica

Planta:

CTJ

Código de Equipo	Denominación	FRECUENCIA FALLAS	SHA	TPO	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
G001	Sobrevolución daños en generador y motor	1	5	4	4	5	5	Alta Criticidad
	Fuga de combustible	1	3	1	1	3	3	Baja Criticidad
	Falla de comunicación	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Baja presión de aceite	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC1 480V	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
G002	Alta temperatura en cojinete 2	1	3	1	1	3	3	Baja Criticidad
	Pérdida de señal de temperatura de cojinetes del motor	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC1 480V	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
	Falla de comunicación	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Alta temperatura de bearing lado acople	1	3	1	1	3	3	Baja Criticidad
G007	Variación de temp. Cil. A1	1	2	1	1	2	2	Baja Criticidad
	Agua en cilindro B9 y alta temperatura cojinete bancada 9	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC1 480V	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
	Falla de comunicación	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Falla del governor	1	2	1	1	2	2	Baja Criticidad
G012	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC2 480V	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
	Alta temperatura en cojinete 9	1	3	1	1	3	3	Baja Criticidad
	Falla en sensor de temperatura del turbo A	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Alta temperatura en cojinetes de bancada	1	3	1	1	3	3	Baja Criticidad
	Presencia de agua en el aceite	1	2	1	2	2	2	Baja Criticidad
G015	Falla eléctrica en el interruptor de control	1	2	1	1	2	2	Baja Criticidad
	Fallas en sistema de ventilación	1	1	1	1	1	1	Baja Criticidad
	Fuga de combustible cilindro A9	1	3	1	1	3	3	Baja Criticidad
	Variación de parámetros del generador luego de evento de la línea de transmisión	1	2	1	3	3	3	Baja Criticidad

Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

En la Tabla 5 se determinan algunas fallas que se produjeron en las 5 unidades de generación y que una de ellas presenta valores altos de criticidad, que de acuerdo los valores obtenidos por las consecuencias y la frecuencias registradas en los informes anuales revisados en el año 2022, el cual es un criterio muy similar para Paez Mesa (2022) donde evaluó algunos equipos de generación eléctrica de muy alta criticidad, esto es evidentemente lógico debido a la importancia que estos equipos conllevan para la generación y las fallas producidas en estos equipos generan indisponibilidades sumamente significativas para la central.

Tabla 5. *Fallas presentadas en periodo 2022*

Código de Equipo	Fallas presentadas en periodo 2022
G001	Sobrevolución daños en generador y motor
	Fuga de combustible
	Falla de comunicación
	Baja presión de aceite
	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC1 480V
G002	Alta temperatura en cojinete 2
	Pérdida de señal de temperatura de cojinetes del motor
	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC1 480V
	Falla de comunicación
	Alta temperatura de bearing lado acople
G007	Variación de temp. Cil. A1
	Agua en cilindro B9 y alta temperatura cojinete bancada 9
	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC1 480V
	Falla de comunicación
	Falla del governor
G012	Disparo de equipos auxiliares por apertura del interruptor ACB-LC2 480V
	Alta temperatura en cojinete 9
	Falla en sensor de temperatura del turbo A
	Alta temperatura en cojinetes de bancada
	Presencia de agua en el aceite
G015	Falla eléctrica en el interruptor de control
	Fallas en sistema de ventilación
	Fuga de combustible cilindro A9
	Variación de parámetros del generador luego de evento de la línea de transmisión

Fuente: (Elaboración Propia, 2023)

Discusión

La manera en la cual se realiza el planteamiento de esta metodología para este estudio permitió discriminar de una manera más técnica a las unidades que presentaron mayor incidencia de fallas y así también se vio reflejada la reducción de la confiabilidad de las mismas, que con la aplicación de la jerarquización de las fallas tal como Quijano et al.(2021) elaboró un estudio similar donde aplicando esta misma metodología obtuvo resultados similares a los de nuestro trabajo de investigación que permitió determinar las fallas que generan mayor grado de criticidad y en consecuencia afecta más a los índices de confiabilidad de las unidades de generación.

Estos puntos de discusión permiten comparar metodologías de investigación y a su vez ayudan a enriquecer la comprensión de los resultados y algunas consideraciones de la investigación, promoviendo un análisis más completo y proporcionan bases sólidas que

permiten tomar de decisiones de mejoras oportunas en relación con la confiabilidad de la Central Termoeléctrica.

Conclusiones

Mediante la aplicación de las herramientas utilizadas que permiten identificar de una manera más práctica y precisa, llegando a determinar el origen de la falla. Los parámetros y contenido considerados nos permitieron abordar este tema para realizar un diagnóstico más acertado, que permitieron determinar de una manera objetiva los factores que inciden en la confiabilidad teniendo además como fin la base de este estudio para futuros análisis. Esta investigación se fundamentó al análisis de las unidades de generación en el que se determinan varios problemas e hipótesis, permitiendo visualizar un todo hasta poder llegar a la identificación final objeto de este estudio en función de su importancia y su impacto en la confiabilidad general de la central termoeléctrica. Para ello, es necesario considerar diferentes criterios, como la criticidad operativa, el nivel de riesgo asociado, la frecuencia de uso, la capacidad de respaldo disponible, entre otros.

Una vez que se ha establecido la jerarquía de los equipos, se puede proceder a evaluar su criticidad. La criticidad se refiere a la importancia relativa de un equipo en términos de su impacto en la confiabilidad y disponibilidad de la central. Esto implica analizar los posibles fallos de cada equipo, la gravedad de sus consecuencias y la probabilidad de ocurrencia.

Al combinar la jerarquización de los equipos y la evaluación de su criticidad, se pueden identificar aquellos equipos que son críticos para la confiabilidad de la central termoeléctrica. A partir de esta información, se pueden diseñar estrategias de mantenimiento y gestión de activos específicas para estos equipos críticos, con el objetivo de maximizar su confiabilidad y disponibilidad operativa.

Es importante destacar que este proceso requiere un análisis detallado y una comprensión profunda de los equipos y sistemas involucrados en la central termoeléctrica. Además, se recomienda utilizar enfoques y metodologías estándar de confiabilidad, como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) o el Análisis de Modos de Fallo y Efectos (FMEA), para obtener resultados más precisos y confiables.

Si necesitas más información o asistencia específica en la aplicación de este proceso en el contexto de una central termoeléctrica, no dudes en proporcionar más detalles para una mejor orientación

Referencias bibliográficas

- CENACE. (2022). *Energía Neta Producida por las Centrales de Generación [GWh]* [Boletín]. CENACE. <https://www.cenace.gob.ec/energia-neta-producida-por-las-centrales-de-generacion-gwh/>
- CENACE. (2021, julio 1). *La demanda eléctrica del Ecuador aumentó en un 8,13%*. <https://www.cenace.gob.ec/la-demanda-electrica-del-ecuador-aumento-en-un-813/>
- Hernandez Sampieri Roberto, Fernandez Collado Carlos, & Baptista Lucio Pilar. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta ed.).
- Hugo Garcés Paz. (2000). *Investigación científica*. 197.
- Márquez, C. P., & Márquez, A. C. (2021). *Modelo integral de Gestión del Mantenimiento (MGM), alineado con los pilares del conocimiento de la certificación CMRP (Certified Maintenance & Reliability Professional) y con el proceso de Gestión de Activos (ISO 55000)*.
- Quijano, A. M. B., Barbieri, G., & Acero, J. H. (2021). *Definición de una metodología RCM para Entrepalmas S.A.S.*
- Revista Primicias. (2021, mayo 14). *Inversiones de proyectos de energía renovable en Ecuador Para hacer uso de este contenido cite la fuente y haga un enlace a la nota original en Primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/energia-renovable-inversion-extranjera-directa/>*
- Shopeju, O. O., & Oyedepo, S. O. (2021). A Comprehensive Review of Thermal Power Plants Reliability Using Stochastic Methods. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1107(1), 012161. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1107/1/012161>
- Taipe Quilligana, S., & Ampuño Aviles, G. (2022). Modelo del proceso de producción de energía en centrales de generación térmica considerando el perfil de funcionamiento. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 5541-5560. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.3032

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

o existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.