

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO

**Monitoreo del proceso de mantenimiento de grupos electrógenos bajo la
normativa ISO 14224, en una central termoeléctrica de la región Loreto**

Área de Investigación:

CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

Autor(es):

Br. Ruiz Ramírez, César Augusto

Br. Yarita Suárez, Carlos Noboru

Jurado Evaluador:

Presidente : Azabache Fernández, Filiberto Melchor

Secretario : Vargas Díaz, Luis Alberto

Vocal : Alvarado Rodríguez, Luis Enrique

Asesor:

Cerna Sánchez, Eduardo Elmer

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5778-2259>

TRUJILLO - PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/07/16

ACREDITACIONES

“MONITOREO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS BAJO LA NORMATIVA ISO 14224, EN UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE LA REGIÓN LORETO”

Elaborado por:



Br. César Augusto Ruiz Ramírez



Br. Carlos Noboru Yarita Suarez

Aprobado por:



Ms. FILIBERTO AZABACHE FERNÁNDEZ
PRESIDENTE
CIP N° 97916



Ing. LUIS ALBERTO VARGAS DÍAZ
SECRETARIO
CIP N° 104175



Ing. LUIS ENRIQUE ALVARADO RODRÍGUEZ
VOCAL
CIP N° 149200



Ms. EDUARDO ELMER CERNA SÁNCHEZ
ASESOR
CIP N° 80252

DEDICATORIA

A mis padres y esposa por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos. Y también a Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida profesional y personal.

César Ruiz.

A Dios, por brindarme la oportunidad de vivir, por guiarme por el camino que ha trazado para mí. A mis padres por brindarme su apoyo, fortaleza incondicional y ánimos para salir adelante. Sobre todo, a mi esposa y mi hija por ayudarme a ser cada día mejor y apoyarme en todo este largo camino profesional. A mi asesor, el Ing. Eduardo Cerna, por brindarme de su experiencia y dedicación para el desarrollo de mi Tesis

A mis hermanos por su apoyo incondicional; muchos de mis logros, incluyendo este, se los debo a ustedes.

Carlos Yarita.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de tesis realizado en la Universidad Privada Antenor Orrego refleja el crecimiento como profesional egresado de la Escuela de Ingeniería Electrónica, el cual se espera pueda aportar como conocimiento para futuras investigaciones.

Nuestra gratitud al asesor de Tesis, Ing. Eduardo Elmer Cerna Sánchez, por haber confiado en este trabajo, por su valiosa dirección en la culminación de esta tesis, y también por guiarnos como docente a lo largo de una exigente carrera universitaria.

También agradecer a las personas que, de alguna u otra manera, han sido claves en nuestra formación profesional, tales como los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

RESUMEN

En la actualidad resulta importante comprender diversas soluciones en respuesta a los indicadores sobre un estándar internacional, ello con la situación de poder mejorar la productividad dentro de una empresa. En esa medida, el presente trabajo de investigación comprende un estudio sobre monitoreo del proceso de mantenimiento de grupos electrógenos bajo la normativa ISO 14224, en una central termoeléctrica de la Región Loreto.

El objetivo de la investigación fue estimar indicadores de gestión de mantenimiento en los grupos electrógenos con la aplicación de la normativa ISO 14224 de una central termoeléctrica en la región Loreto. Para ello se adquirió como referencia los indicadores de Disponibilidad y Confiabilidad en los grupos electrógenos de centrales termoeléctricas de la región Loreto. El nivel de investigación propuesto en el proyecto fue de tipo documental. Consistió en caracterizar una comparación de Disponibilidad y Confiabilidad de los grupos electrógenos en base a registros antecedentes y precedentes. Asimismo, tuvo un diseño descriptivo. Para la presentación de resultados se emplearon tablas, formulas y figuras con las interpretaciones correspondientes.

En relación con los resultados previos a la implementación de la Norma ISO 14224, se observó que los niveles mínimos y máximos de disponibilidad fueron 55.88% y 74.83%, además se observó que los niveles mínimos y máximos de confiabilidad fueron 64.65% y 79.75%. En promedio resultó que la disponibilidad fue de 63.45% y la confiabilidad fue de 71.08% en el periodo año 1 y año 2 respectivamente. Posteriormente obtuvimos con la implementación de la Norma ISO 14224, se observó que lo niveles mínimos y máximos de disponibilidad fueron 74.46% y 86.96% y a su vez se observó que los niveles mínimos y máximos de confiabilidad fueron 79.61% y 92.47%. En promedio resultó que la disponibilidad fue 79.57% y la confiabilidad fue de 86.02% en el periodo año 3 y año 4 respectivamente.

Por tanto, se comprueba la hipótesis que aplicando la norma ISO 14224 a los grupos electrógenos se mejora de manera significativa los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

Palabras Claves: Monitoreo, Gestión de mantenimiento, Grupos Electrógenos, Central termoeléctrica, Normativa ISO 14224.

ABSTRACT

At present it is important to understand various solutions in response to the indicators on an international standard, this with the situation of being able to improve productivity within a company. To that extent, this research work includes a study on monitoring the maintenance process of generators under ISO 14224, in a thermoelectric power plant in the Loreto Region.

The objective of the research was to estimate maintenance management indicators in generator sets with the application of ISO 14224 standards of a thermoelectric power plant in the Loreto region. For this purpose, the indicators of Availability and Reliability in the generator sets of thermoelectric power plants in the Loreto region were acquired as a reference. The level of research proposed in the project was documentary. It consisted of characterizing a comparison of Availability and Reliability of the generator sets based on antecedent and precedent records. It also had a descriptive design. For the presentation of results, tables, formulas and figures with the corresponding interpretations were used.

In relation to the results prior to the implementation of ISO 14224, it was observed that the minimum and maximum levels of availability were 55.88% and 74.83%, and the minimum and maximum levels of reliability were 64.65% and 79.75%. On average, availability was 63.45% and reliability was 71.08% in year 1 and year 2 period, respectively. Subsequently, with the implementation of ISO 14224, it was observed that the minimum and maximum levels of availability were 74.46% and 86.96% and the minimum and maximum levels of reliability were 79.61% and 92.47%. On average, availability was 79.57% and reliability was 86.02% in year 3 and year 4 period respectively.

Therefore, the hypothesis that applying ISO 14224 to generator sets significantly improves availability and reliability indicators is tested.

Key words: Monitoring, Maintenance management, Generator Sets, Thermoelectric Power Plant, ISO 14224 Standards.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“MONITOREO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE GRUPOS ELECTRÓGENOS BAJO LA NORMATIVA ISO 14224, EN UNA CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE LA REGIÓN LORETO”**.

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusándonos anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Trujillo, Julio del 2021

Br. César Augusto Ruiz Ramirez

Br. Carlos Noboru Yarita Suarez

ÍNDICE

ACREDITACIONES	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
PRESENTACIÓN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Problema de investigación.....	14
a. Descripción de la Realidad Problemática	14
b. Identificación del problema.....	15
c. Formulación del Problema.....	15
1.2 Objetivos.....	15
a. Objetivo general	15
b. Objetivos Específicos.....	16
1.3 Justificación del estudio	16
a. Importancia de la investigación	16
b. Viabilidad de la Investigación.....	16
c. Alcance y limitaciones	16
II. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	18
2.2 Marco Teórico	20
2.3 Marco Conceptual.....	32
2.4 Hipótesis.....	34
III. METODOLOGIA EMPLEADA	37
3.1 Tipo y nivel de investigación	37

3.2 Población y muestra.....	37
3.3 Diseño de investigación	37
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación	38
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	41
4.1 Adquisición de datos.....	41
4.2 Procesamiento de datos	45
4.3 Análisis e interpretación de resultados	50
4.4 Docimasia de hipótesis	58
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	68
ANEXO I.....	69
ANEXO II.....	70
ANEXO III	71
ANEXO IV	72
ANEXO V	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El proceso de Mantenimiento.....	22
Figura 2. Comparación entre los tipos de mantenimiento.	23
Figura 3. Mapa Conceptual Norma ISO-14224.	28
Figura 4. Clasificación de niveles de la Norma ISO-14224.	29
Figura 5. Indicadores año 1 y año 2 disponibilidad y confiabilidad previos al ISO 14224.	50
Figura 6. Distribución de horas anuales de los periodos año 3 y año 4. (HR, HI, HO).....	52
Figura 7. Distribución de horas anuales de los periodos año 3 y año 4. (HIC, HR, HI, HO)	53
Figura 8. Indicadores año 3 y año 4 disponibilidad y confiabilidad posterior al ISO 14224.	54
Figura 9. Diagrama comparativo de disponibilidad posterior al ISO 14224.	55
Figura 10. Diagrama comparativo de confiabilidad posterior al ISO 14224.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cobertura Eléctrica.....	21
Tabla 2 Operacionalización de la Variable Independiente.....	35
Tabla 3 Operacionalización de la Variable Dependiente	35
Tabla 4 Técnicas de recolección de datos	38
Tabla 5 Resultados de indicadores de disponibilidad año 1	41
Tabla 6 Resultados de indicadores de disponibilidad año 2.....	42
Tabla 7 Resultados de indicadores de confiabilidad año 1.....	42
Tabla 8 Resultados de indicadores de confiabilidad año 2.....	43
Tabla 9 Resultados de horas inoperativas (HI) Enero año 3.....	44
Tabla 10 Resultados de horas de reserva (HR) Enero año 3.....	44
Tabla 11 Resultados horas indisponibles que afectan la confiabilidad (HIC) Enero año 3	45
Tabla 12 Tabla de valores de disponibilidad año 1 y año 2.....	46
Tabla 13 Tabla de valores de confiabilidad año 1 y año 2.....	46
Tabla 14 Tabla de resultados de los indicadores HO, HI, HR, HIC para el año 3 .	49
Tabla 15 Tabla de resultados de los indicadores HO, HI, HR, HIC para el año 4 .	49
Tabla 16 Tabla de promedio de disponibilidad y confiabilidad del periodo año 1 y año 2	51
Tabla 17 Tabla de promedio de disponibilidad y confiabilidad del periodo año 3 y año 4	54
Tabla 18 Tabla T-student Disponibilidad	56
Tabla 19 Tabla T-student Confiabilidad.....	57

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

a. Descripción de la Realidad Problemática

Según IntegraMarkets (2018) sostiene “la gestión del mantenimiento se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial”. (p.4) Actualmente uno de los problemas graves que afronta la gestión del mantenimiento en plantas industriales son las frecuentes interrupciones del servicio eléctrico, generando así malestar en la población y pérdidas de producción en la industria local. Esta situación es generada, entre otros fenómenos por la deficiente gestión de mantenimiento en dichas empresas, caracterizada por abordar sólo los procesos correctivos, lo cual genera un excesivo gasto de mano de obra y repuestos.

La gestión del mantenimiento actualmente corresponde a un campo dentro de la ingeniería de gran interés, ya que está relacionado a la creciente repercusión económica que se caracteriza por sus resultados empresariales, ya que de no controlarse los costos que estos demandan, pueden incrementarse considerable a un nivel exponencial asimismo es esencial para brindar garantía en la continuidad en las actividades operativas logrando evitar así rupturas en los procesos por algún tipo de avería.

Arimborgo, T. (2018), indica que existen deficiencias en las centrales termoeléctricas de Loreto, asimismo señala que “en la región Loreto la energía eléctrica es una de las más caras y deficientes del Perú” (p.2). En toda la región de Loreto, se cuenta con diecisiete centrales térmicas que funcionan a base de petróleo, las mismas que por la propia generación de energía, ocasionan impactos de contaminación ambiental. En cuanto a infraestructura eléctrica el costo de electricidad se vuelve elevado, deficiente y contaminante. Las centrales termoeléctricas en la región Loreto, vienen siendo administradas de una manera ineficiente

dado que los problemas y/o fallas existentes siempre son resueltos de emergencia. Por consiguiente, en tanto la existencia para un mantenimiento eficaz se constituye por medio de uno de los elementos más cruciales en el logro de competitividad y operatividad del marco económico dentro de la competencia global.

La Norma ISO-14224, favorece la recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos, siendo una norma internacional relacionada con la recopilación de datos para la administración del mantenimiento de equipos, incluidos los datos de confiabilidad. Abarca tanto la metodología para la recopilación de los datos como los detalles de los datos que deben recopilarse. Esta norma puede ser usada en la Plantas Generadoras como la central termoeléctrica Guayabal.

b. Identificación del problema

Conforme el contexto descrito anteriormente, se abre la posibilidad de un escenario de investigación en el cual el presente trabajo propuso estimar indicadores de gestión de mantenimiento de grupos electrógenos, en una planta termoeléctrica de la localidad de la Región Loreto con la aplicación de la normativa ISO 14224.

c. Formulación del Problema

¿De qué manera la normativa ISO 14224 incide en el proceso de la gestión de mantenimiento de grupos electrógenos de una central termoeléctrica de la región Loreto?

1.2 Objetivos

a. Objetivo general

- Estimar indicadores de gestión de mantenimiento en grupos electrógenos con la aplicación de la normativa ISO 14224 de una central termoeléctrica en la Región Loreto.

b. Objetivos Específicos

- Estimar indicadores previos a la implementación del ISO 14224 de disponibilidad y confiabilidad en grupos electrógenos de una planta termoeléctrica de la Región Loreto.
- Estimar indicadores posteriores a la implementación del ISO 14224 de disponibilidad y confiabilidad en grupos electrógenos de una planta termoeléctrica de la Región Loreto.
- Comparar los indicadores obtenidos con los valores recomendados para una correcta gestión de mantenimiento de grupos electrógenos.
- Seleccionar una referencia estadística para el análisis de los indicadores de mantenimiento según ISO 14224.

1.3 Justificación del estudio

a. Importancia de la investigación

El trabajo de investigación se justificó académicamente al permitir a los egresados, la aplicación de los conocimientos teóricos obtenidos en la formación de pregrado, en el análisis de una problemática real de gestión de mantenimiento en una planta industrial de la Región Loreto.

b. Viabilidad de la Investigación

El proyecto se justificó técnica y comercialmente por que los resultados obtenidos se orientan al impacto en la gestión del mantenimiento en centrales termoeléctricas de la Región Loreto, a través de una correcta estimación de indicadores con la aplicación de la normativa ISO-14224.

c. Alcance y limitaciones

El presente proyecto buscó realizar un análisis descriptivo a partir de estimaciones de indicadores de gestión de grupos electrógenos en una Planta Termoeléctrica de la Región Loreto con la aplicación de la normativa ISO 14224, y su comparación con un escenario anterior a dicha aplicación. Los datos y resultados a presentarse se orientaron únicamente a evaluar los indicadores de gestión de mantenimiento de confiabilidad y disponibilidad.

CAPÍTULO II

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes de la Investigación

- a. Pantano, O. (2019) en la investigación denominada “**Jerarquización de Sistemas, Unidades y Equipos en La Gestión de Mantenimiento**”, propuso definir los parámetros fundamentales que debe tener una compañía para la jerarquización y estructuración de sus sistemas productivos y activos. Asimismo, conocer la aplicabilidad de normas internacionales que definen los sistemas productivos en el sector Oil & Gas, logrando solicitar incorporar un procedimiento donde se describa clara y exactamente como se definen los niveles de taxonomía, para ello las normas expuestas servirán de apoyo y guía. El aporte de este trabajo es el enfoque aplicado sobre la Norma ISO 14244 en la identificación de sistemas y equipos, el cual tomaremos como base en la presente investigación.

- b. Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M. y Tolentino, R (2019) en su trabajo de investigación “**Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos**”, propusieron la recopilación de información, utilización de la norma ISO 14224 para uniformizar la información del equipo, utilización de una base de datos, definiendo los números de prioridad de riesgo (NPR) y jerarquizar las fallas, logrando satisfactoriamente la metodología propuesta. El aporte del trabajo es la utilización de la norma ISO 14224 como metodología de mantenimiento, la misma que será base en la presente investigación.

- c. Uscátegui, P. (2014) en la tesis denominada “**Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (INC)**”, propuso el diseño de una propuesta para poder mejorar la gestión

de mantenimiento, logrando que la empresa mejore en las tareas dentro del departamento, ya que se ejecutan a diario mediante un control y ejecución de manera efectiva en cada una de las tareas que se programen. El aporte de este trabajo radica en la metodología que se empleará en la presente investigación.

- d. Martínez, C. y Hernández, A. (2004) en la tesis **“Implementación de un modelo de mantenimiento para la empresa IMETALES Ltda., basado en la norma ISO-14224”** plantearon como objetivo activar una propuesta que ponga en marcha un plan a detalle que esté ordenado a fin de que aumente la disponibilidad en los equipos y por ende el incremento en la productividad para el negocio. Se logró determinar que el uso de la norma es mediante una adaptación en torno al campo metalmecánico y compete a la empresa IMETALES Ltda. El aporte de este trabajo a la presente investigación radica en la metodología aplicada se adapta a diversos campos sobre el mantenimiento.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

- a. Bustinza, D (2018) en la tesis **“Implementación del Módulo SAP-PM en el Área de Mantenimiento de una Fundición de Cobre en el Sur del Perú”** planteo poder incorporar la implementación del módulo SAP en mención tomándose como una solución al problema, considerados por el lineamiento de la Norma ISO 14224:2006, alcanzando la elaboración del diseño basado en los procesos del SAP. El aporte de este trabajo en la presente investigación radica en que se empleó como directriz la metodología ISO 14224.
- b. Calderón, W. (2014) en la tesis **“Implementación de la Gestión del Mantenimiento de las Talladoras para disminuir las paradas no programadas en la Empresa TOPSA Productos Ópticos S.A.”** propuso disminuir el número de paradas no programadas de las talladoras en la empresa, para lograr la de esta forma poder planificar el mantenimiento establecido por una serie de cronogramas y poder

contar así, con un registro sobre el número de paradas por máquina al 87% y 83% respectivamente. El aporte de este trabajo a la presente investigación radica en los indicadores tomados en la gestión de mantenimiento.

2.2 Marco Teórico

2.2.1. La industria termoeléctrica en el Perú

Según (Osinerming, 2017) el entorno mundial se encuentra convulsionando debido a las diversas situaciones financieras que se conllevan actualmente en el entorno global, así como surgen procesos geopolíticos que bien se tiene referencia del Medio Oriente. En tal sentido esta aplicación en reformas para poder liberar las economías que se encuentran en transición que son impulsados por el desarrollo de los países que se encuentran emergentes tal es el caso de China, India, las Naciones Unidas y Europa.

Según Holburn G. y Spiller P. (2002) citado en (Osinergmin, 2017, p.21) indica que en relación a la industria eléctrica está integrada de manera vertical, generando inversión en los activos de forma integrada para poder así minimizar el costo para un adecuado sistema de calidad producido.

Según Vásquez A. (2004) citado en Osinermin (2017, p.17) hace referencia que la inversión en relación de la infraestructura sobre los servicios públicos genera un crecimiento de manera endógena mediante dos mecanismos que son externalidad de producción y el efecto de una política de inversión.

(Osinergmin, 2017) señala que, respecto a las zonas rurales, la electrificación es un tema de interés de antaño para ser exacto el año 1955, por el contrario, la cobertura eléctrica era reducida hasta el año 1980. Asimismo, para la ejecución de dichos programas rurales, en tal sentido la DGER (Dirección de Electrificación Rural) emplea diversos medios de tecnología en base al criterio de selección de fuentes de energía, que precisamente se ubican en los valles y litoral de la costa peruana. Es preciso recalcar que también se señala que, en la relación a la producción nacional de electricidad, esta aumentó considerablemente durante los últimos veinte años.

Tabla 1 Cobertura Eléctrica

Año	Reducción (%)	Producción (GWh)
1982	40,0	
1992	54,9	
2015	5,4	48 278

Fuente: Según Osinerming (2017)

2.2.2. La industria termoeléctrica y su enfoque de mantenimiento

Según Vásquez A. (2012), citado en Osinergmin (2017, pp. 131-132) hace referencia en relación al servicio eléctrico que este debe regularse teniendo en cuenta los riesgos que están implícitos en función a la vida humana, asociados en la provisión de servicios, Tal es el caso de las ocurrencias de accidentes que ocasionen la muerte, debido a un mal procedimiento en el mantenimiento en relación a las redes de distribución de redes eléctricas, Asimismo interviene el sentido de la gestión en su distribución, para así tener en cuenta si son negligentes sobre la seguridad en donde en este caso son los usuarios acarreando un elevado riesgo para con sus vidas.

En relación con los costos que se efectúan para el transporte y otros requerimientos como parte de la política comercial son aplicados como puntos adicionales en la cadena de valor lo cual pueden constituir componentes importantes del precio final.

En relación con la producción el mantenimiento tiene incidencia de manera significativa para la producción y productividad ya que la meta a la cual se orienta es mejorar la calidad, disminución de costos asimismo pérdidas optimizando varios puntos que se implementan.

2.2.3. Mantenimiento

Según Gómez de León, F (1998), el concepto de mantenimiento puede definirse de muy distintas formas, atendiendo al enfoque que se le dé en cada caso.

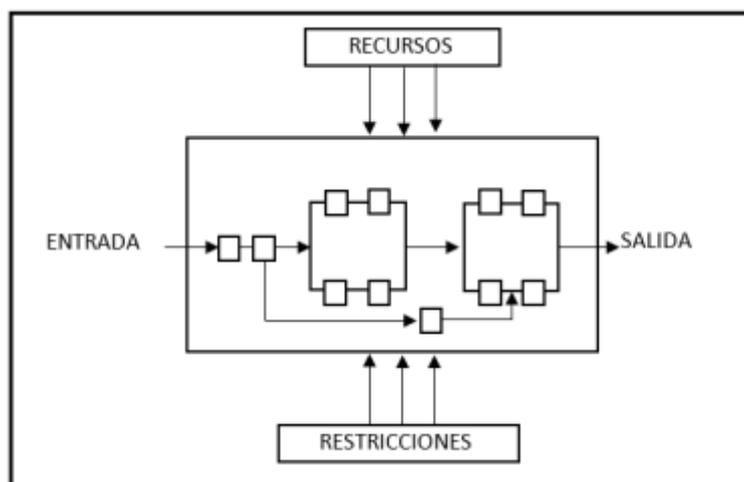


Figura 1. El proceso de Mantenimiento

Fuente: KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. Madrid: Isdefe, 1996 p. 211.

Por el contrario (Perrin, R. 2008) hace referencia a la definición del conjunto de acciones a fin de poder conservar o restablecer un sistema para un estado específico y lograr así cumplir un determinado servicio.

2.2.4. Tipos de Mantenimiento

2.2.4.1. Mantenimiento correctivo

En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura” (breakdown maintenance), solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido, por tanto, se trata de una actitud pasiva frente al estado de los equipos.

2.2.4.2. Mantenimiento preventivo

También conocido bajo el nombre de planificado, se realiza previo a que ocurra algún tipo de falla en el sistema. Este tipo de mantenimiento supone un paso importante en busca de la mejora del mantenimiento, ya que pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados.

2.2.4.3. Mantenimiento predictivo

Se relaciona a las condiciones técnicas a nivel eléctrica como mecánica ya que busca determinarse mientras el sistema se encuentra en funcionamiento. Luego para lograr desarrollarse se dirigen a ciertos recursos que permiten establecer las condiciones necesarias asimismo esto se desarrolla basándose en sustentos tecnológicos.

2.2.4.4. Mantenimiento proactivo

De acuerdo con la referencia está asociado por características muy notables respecto a la sensibilización y trabajo en equipo de manera directa o indirecta por el grado.

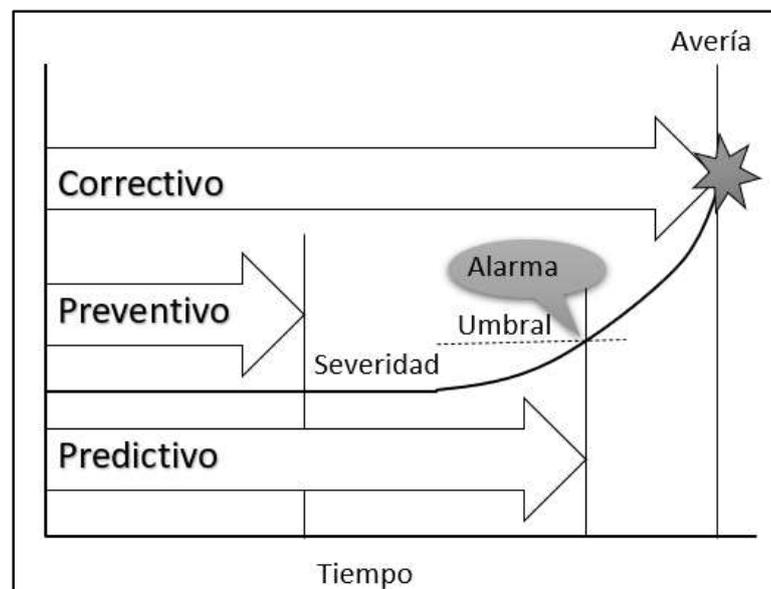


Figura 2. Comparación entre los tipos de mantenimiento.

Fuente: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

2.2.4.5. Modelos de Mantenimiento

- Modelo condicional

En este modelo a diferencias de los anteriores posee una serie de pruebas que son ensayos para condicionar la actuación futura en los equipos y se aplican aquellos equipos que tienen probabilidad baja de falla.

- **Modelo sistemático**

Sin importar las condiciones de los equipos en este modelo se plantean las condiciones del equipo, siempre a través de una serie de pruebas para seleccionar las tareas que requieren mayor prioridad, para que luego se ejecuten tareas constantes de mantenimiento que se pueden planificar durante el periodo de tiempo que se estime sin importar el tiempo en que lleve operando el equipo.

- **Modelo de alta disponibilidad**

En este modelo se incluyen modelos condicionales y sistemáticos, para poder verificar las paradas por periodos largos, siendo esta anual previa revisión y brindando las correcciones, modificaciones y las reparaciones que necesiten que puedan presentarse.

2.2.5. Objetivos del mantenimiento

Principalmente nos basaremos en la disponibilidad, en tal sentido esta debe ofrecer las garantías para ser planeadas a un costo menor, asimismo deben encontrarse dentro de las recomendaciones como parte de la garantía y como estas operan con la calidad necesaria por parte del fabricante. Asimismo, constituye un sistema dentro de toda la organización industrial donde encontramos funciones que ayudan a operar satisfactoriamente los componentes, tal es el caso de los ajustes, reparaciones, reemplazos o las mismas modificaciones a través de un periodo establecido.

2.2.6. Gestión de Mantenimiento

En la definición moderna la gestión de mantenimiento constituye el involucramiento con un conjunto de técnicas para poder asegurar la tecnología en cada sistema de producción durante todo el ciclo de existencia del equipo considerándose de esta forma un menor costo para garantizar otros requerimientos mediante asistencias técnica de manera eficaz y el buen uso de la gestión por competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas como parte de la garantía de los fabricantes. Asimismo, describimos las siguientes etapas:

- **Planificación**

En este proceso definimos la rutina sobre las operaciones a realizarse, se detallan procedimientos y encontramos así los horizontes relativamente largos que usualmente son periodos variados incluyéndose todas las operaciones que son necesarias.

- **Programación**

En este proceso se establecen las frecuencias que se requieren para las asignaciones del mantenimiento preventivo, fijando fechas para la programación debida a fin de que existan continuidad en su disponibilidad.

- **Ejecución, control y evaluación**

Se refiere a las acciones administrativas que tiene gran vínculo de importancia, siendo el caso de la dirección y la coordinación sobre los grupos de esfuerzos de control. Asimismo, se considera los procesos para garantizar de logros en planificación y programación. En consecuencia, la ejecución, control y evaluación hacen posible que las actividades se realicen como fueron planificadas.

- **Indicadores de Mantenimiento**

Para un correcto monitoreo y control del proceso de mantenimiento de la central termoeléctrica se empleará los indicadores de Disponibilidad y Confiabilidad.

Los datos que se requieren para los cálculos de los indicadores es el siguiente:

- **Horas de Operación=HO**

Es el total de horas que tiene un grupo electrógeno funcionando

- **Horas Inoperativas=HI**

Se estima como el total de horas que el grupo electrógeno se encuentra indisponible ya sea por mantenimiento Preventivo y/o correctivos (programados o no programados).

- **Horas Indisponibles por Mantenimiento no programados**

que afectan la Confiabilidad=HIC

Son las horas inoperativas de los grupos electrógenos por mantenimientos correctivos o indisposición de los grupos electrógenos o/y no tener la capacidad para alcanzar su potencia efectiva. También se consideran las intervenciones por mantenimiento correctivo solicitado a tiempo real, además cuando el grupo electrógeno se indispone por espera de repuestos.

- Horas de Reserva = HR

Es el tiempo en el que un grupo electrógeno no está operando, pero si está disponible para su funcionamiento y/o operación al 100% de su potencia efectiva.

Todos los datos de operación de las HO, HR, HI, HIC se obtendrá de la información técnica emitida a diario por el personal del área de operaciones. Si es caso la falla correctiva persiste por varios días, este evento no se integrará como evento o parada preventiva en la programación de la siguiente semana.

Según la autora (Marcano, M 2013), estos parámetros pueden definirse en los siguientes puntos:

▪ Disponibilidad (D)

Aptitud de un sistema (maquina o proceso), para cumplir una función efectiva durante un periodo. En pocas palabras que no esté parado por averías.

La ecuación es la siguiente:

$$D = \frac{HO + HR}{\text{Horas Periodo}}$$

$$\text{Horas Periodo} = HO + HR + HI$$

▪ Confiabilidad (C)

Probabilidad de buen funcionamiento de un sistema (máquina o proceso) bajo ciertas condiciones y durante un período determinado. En otras palabras, es el tiempo promedio de

funcionamiento entre fallas.

$$C = \frac{\text{Horas Periodo} - \text{HIC}}{\text{Horas Periodo}}$$

$$\text{Horas Periodo} = \text{HO} + \text{HR} + \text{HI}$$

2.2.7. Norma ISO 14224

Industrias de petróleo, petroquímica y del gas natural – Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.

Esta norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento (RM por sus siglas en inglés) en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural en oleoductos y gaseoductos, respectivamente.

Esta norma internacional presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos de RM que faciliten la recolección de datos sobre RM. La información permitirá al usuario cuantificar la confiabilidad del equipo y compararla con la confiabilidad de equipos de características similares.

Al analizar los datos, los parámetros sobre confiabilidad pueden determinarse para su uso en las fases de diseño, operación y mantenimiento. Sin embargo, dentro del alcance de esta norma internacional no especifica métodos de análisis de los datos obtenidos producto de la recolección de información.

De acuerdo al ISO 14224 tiene como objetivos principales:

1. Especificar los datos que serán recolectados para el análisis en el diseño y configuración del sistema; Seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y plantas; Costo del ciclo de vida y

Planeamiento, optimización y ejecución del mantenimiento.

2. Especificar datos en un formato normalizado, ayudará a poder permitir el intercambio de datos entre plantas y Asegurar que los datos sean de calidad suficiente para el análisis que se pretende realizar.

Se tiene en cuenta que la norma se orienta al registro de fallas que son de suma importancia para mejorar las posibilidades en la aplicación que los límites y las jerarquías presentan para los equipos de operación. (Troffé, M 2009).

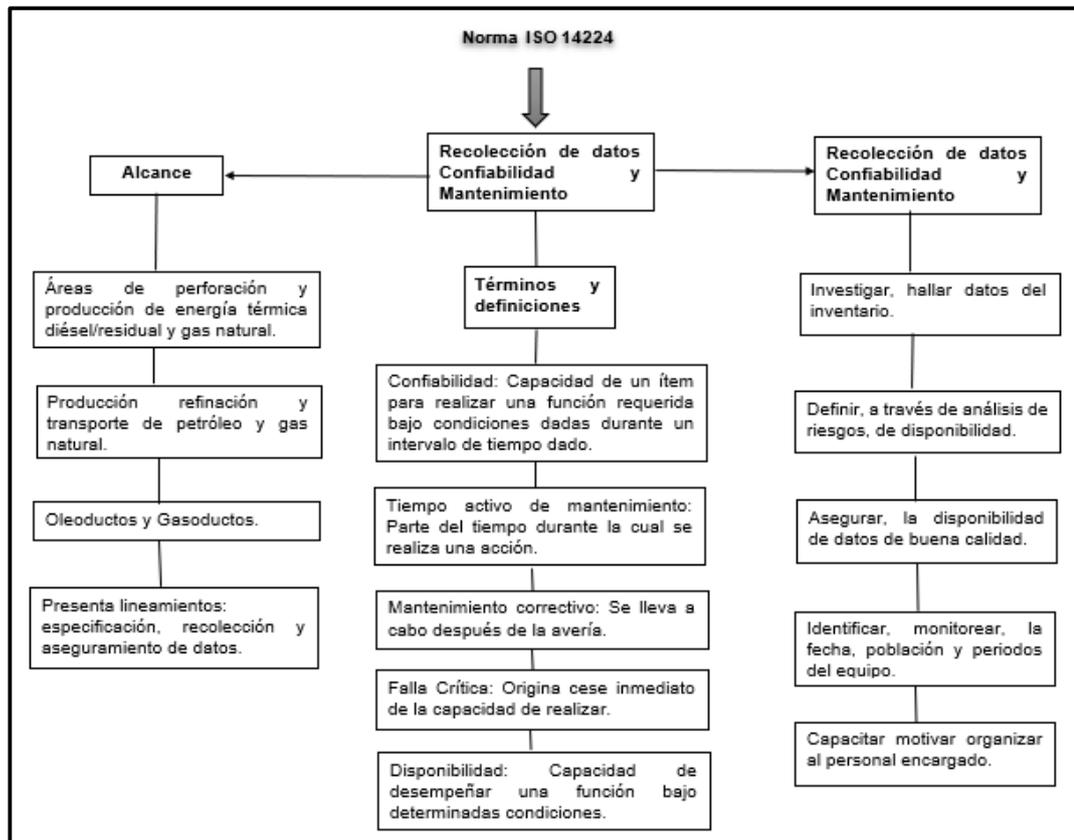


Figura 3. Mapa Conceptual Norma ISO-14224.

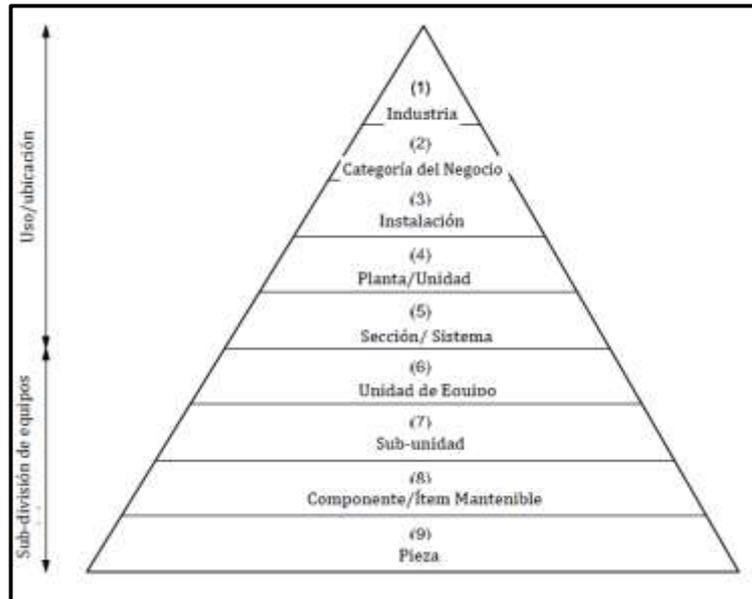


Figura 4. Clasificación de niveles de la Norma ISO-14224.
Fuente: Norma ISO 14224.

2.2.8. Central Termoeléctrica

Es una instalación de energía eléctrica que se origina por la liberación de energía en los combustibles fósiles como es el petróleo, gas natural, carbón, entre otros. A través de este calor se emplea un ciclo termodinámico de modo convencional para originar el movimiento en los alternadores, produciendo de esta manera energía eléctrica.

- **Centrales termoeléctricas de ciclo convencional**

También reciben el nombre de clásicas o convencionales, por la combustión que generan en los diversos materiales, asimismo son consideradas como económicas ya que, a pesar de las críticas por el impacto medioambiental.

- **Centrales termoeléctricas de ciclo combinado**

Actualmente se están construyendo numerosas centrales de este tipo que son un tipo de centrales que tiene como característica el acople de las turbinas a un alternador que genera energía eléctrica, en su proceso normal, tiene como punto de partida que este tipo de centrales funciona sólo con turbina de gas, en tal sentido su modo de

operación se llama ciclo abierto. Asimismo, la mayoría de estas pueden intercambiar combustible es decir gas a diesel, incluido en funcionamiento. En relación a su diferencia de temperatura, se produce por combustión y los gases de escape son mayores en una turbina de gas o vapor, llegando a rendimientos superiores a un orden de 55%.

- **GICC (Gasificación integrada en ciclo combinado)**

Al pasar el tiempo y con el aumento de la tecnología, la gasificación integrada en ciclo combinado en sus siglas GICC, es mediante un sistema de gasificación que emplea carbón, reduciendo de esta manera las emisiones que son contaminantes para la atmósfera por aplicarse el ciclo combinado del carbón.

▪ **Impacto ambiental**

En tanto a la emisión de residuos propios de la combustión, tienen incidencias importantes en la atmósfera, como parte de la mitigación de riesgos a nuestro medio ambiente, se incorporan distintos elementos y sistemas.

El problema álgido se sitúa en el empleo del carbón ya que su combustión emite partículas y óxidos de azufre que contaminan la atmósfera, por el contrario, en la de gasolina estos niveles son menores, sin embargo, debe tenerse en cuenta que también se emiten óxidos de azufre y hollines ácidos, que son nulos en las plantas de gas.

2.2.9. Grupos Electrónicos

Se emplean particularmente cuando existe déficit de energía o cuando hay interrupciones por cortes en el suministro del flujo eléctrico. En tal sentido se legislan de forma distinta en los países, pudiéndose obligar de instalarse donde se cuenta con alta densidad de personas, tal es el caso de los hospitales, centro de datos, etc.

2.2.10. Utilidad

La utilidad principal es generar energía eléctrica en aquellas zonas que no cuentan con dicho recurso, como es el caso de las zonas apartadas o poco habitadas.

- **Alternador**

Si hacemos girar una espira cuyos extremos se encuentran unidos a dos anillos, previa acción del campo magnético se generará una fuerza electromotriz alterna teniendo como valor de frecuencia la velocidad con que gire sobre un determinado número de polos.

- **Generadores controlados por transformador**

Los transformadores combinan elementos como la tensión y corriente son derivados por la salida de un estator principal para formar así un control de circuito abierto el cual por su naturaleza es autorregulador. El sistema compensará las magnitudes en la intensidad y los factores de potencia para mantener la corriente del cortocircuito y generalmente tiene buena característica de arranque en motores eléctricos. Asimismo, tenemos los alternadores trifásicos utilizados para mejorar los comportamientos con cargas desequilibradas. Para mejorar el comportamiento con cargas desequilibradas. Opcionalmente se suministra un transformador monofásico para facilitar las reconexiones a varias tensiones.

- **Arranque manual o automático**

El arranque manual se produce a voluntad, es decir que cuando se requiere de electricidad por un grupo electrógeno se emplea el arranque manual, generalmente este accionamiento suele realizarse a través de una llave de contacto o pulsador de arranque empleando una centralita electrónica para que cuando se produzca un sobrecalentamiento o falte combustible la centralita lo detecte. Asimismo, existen centrales que son automáticas, su funcionamiento es en modo manual o automático, estas tienen centralitas o cuadros electrónicos, obligando de esta forma a que el

grupo electrógeno arranque e inmediato, para ello se implementan relés de paro y arranque, además se debe tener instalados todos los sensores de alarma en el conector correspondiente y disponer de un reloj para el grupo electrógeno. Adicionalmente se incorpora un cuadro automático donde se encuentran las instalaciones de los accionamientos de cambio de red para el grupo electrógeno.

2.3 Marco Conceptual.

Se definen conceptualmente los principales términos que serán utilizados en la investigación: variables, dimensiones, indicadores, unidad de análisis.

- **Causa de la falla**

Circunstancias asociadas con el diseño, fabricación, instalación, uso y mantenimiento que han dado lugar a una falla.

- **Clase de equipo**

Clase de tipo similar de unidades de equipo (ejemplo: todas las bombas).

- **Confiabilidad (funcionamiento)**

La capacidad de un ítem de realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.

- **Defecto**

Es el estado de un ítem caracterizado por la inhabilidad de realizar una función requerida, excepto la inhabilidad durante mantenimiento preventivo u otras acciones previstas, o debido a la carencia de recursos externos.

- **Demandas**

Activación de la función (incluye operacional y prueba la activación).

- **Disponibilidad**

Es la capacidad de un ítem de estar en un estado para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo dado, si se asume que los recursos externos requeridos están proporcionados.

- **Estado de operación**

El estado cuando un ítem está realizando una función requerida.

- **Estimación**

Es el proceso de encontrar una aproximación, por su propósito el valor es utilizable porque se deriva de la mejor información disponible.

- **Falla**

Es la interrupción de la capacidad de un ítem de realizar una función requerida.

- **Falla crítica**

Es la falla de un equipo unitario que causa una suspensión inmediata de la capacidad de realizar su función requerida.

- **Falla no crítica**

Es la falla de un equipo unitario que no causa una interrupción inmediata de la capacidad de realizar su función requerida.

- **Inactividad**

Es un estado de un ítem caracterizado por una falla, o por una inhabilidad posible para realizar una función requerida durante mantenimiento preventivo

- **Mantenimiento**

Es la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas, incluyendo acciones de la supervisión propuestas para mantener un ítem disponible o en un estado en el cual pueda realizar una función requerida.

- **Mantenimiento preventivo**

Es el mantenimiento realizado en los intervalos predeterminados o según criterios prescritos.

- **Mantenimiento Predictivo o basado en condición**

Implica todas aquellas actividades de mantenimiento que surgen como respuesta a un monitoreo constante de ciertos parámetros de operación en los que se basa el ejecutante para conocer la condición real del equipo.

- **Mantenimiento Correctivo**

Es el mantenimiento realizado después del reconocimiento de una falla y previsto para poner un ítem en un estado en el cual puede realizar una función requerida (disponible).

- **Mantenimiento Mejorativo**

Abarca tareas de mantenimiento cuyo objetivo es mejorar el diseño o

la función operativa de los equipos cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva buscando una mayor vida útil del mismo y/o una mejor productividad de los equipos en el Sistema Productivo.

- **Mantenimiento Hora / Hombre**

Son las duraciones acumuladas de los tiempos individuales del mantenimiento, expresadas en horas, usadas por todo el personal del mantenimiento para un tipo dado de acción o sobre un intervalo de tiempo dado.

2.4 Hipótesis

2.4.1. General

La aplicación de la normativa ISO 14224 permite mejorar indicadores del proceso de mantenimiento en grupos electrógenos de una central termoeléctrica de la región Loreto.

2.4.2. Variables e Indicadores

2.4.2.1. Variable Independiente

Normativa ISO 14224, teniendo como indicadores a:

- Impacto de falla en equipos
- modo de falla
- método de detección
- tiempo inactivo
- tiempo de mantenimiento activo.

2.4.2.2. Variable dependiente

Proceso de mantenimiento de grupos electrógenos de una central termoeléctrica en la región Loreto, teniendo como indicadores a:

- Disponibilidad
- Confiabilidad

▪ **Operacionalización de las variables**

Tabla 2 Operacionalización de la Variable Independiente

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
Normativa ISO 14224	La norma ISO 14224 establece una serie de niveles jerárquicos que servirán para mostrar en grupos y categorías los principales tipos de equipos y de sistemas y/o subsistema que se tiene hasta llegar al activo. Asimismo, presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos.	A partir de la norma ISO 14224, se establecen los límites para la recopilación, fusión y análisis de datos según su propia taxonomía.	Impacto de falla en equipos Modo de Falla Método de Detección. Tiempo inactivo Tiempo de Mantenimiento Activo	Lista de verificación	Nominal

Tabla 3 Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumento	Unidad de medida
Gestión de mantenimiento en Grupos Electrógenos de una central termoeléctrica en la región Loreto.	La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y confiabilidad siempre garantizando la mejora continua.	No se cuenta con asistencia técnica en la gestión de mantenimiento para asegurar que dichos sistemas cuenten con disponibilidad y confiabilidad de los grupos electrógenos.	Disponibilidad Confiabilidad	Lista de verificación	Nominal

CAPÍTULO III

III. METODOLOGIA EMPLEADA

3.1 Tipo y nivel de investigación

El nivel de investigación propuesto en el proyecto es de tipo documental. Se va a caracterizar una comparación de incidencias de falla en los grupos electrógenos en base a registros antecedentes, y resultantes de la estimación de indicadores con la aplicación de la norma ISO 14224 en una planta termoeléctrica de la Región Loreto.

3.2 Población y muestra

3.2.1. Población

La población está constituida por todas las observaciones de incidencias de falla en los grupos electrógenos de centrales termoeléctricas de la región Loreto.

3.2.2. Muestra

Se utilizan datos históricos del año 1 y año 2 antes de la aplicación del ISO 14224 y datos bajo la aplicación ISO 14224 año 3 y año 4 en generadores eléctricos, haciendo un total de 24 muestras del antes y después de la aplicación de la Norma ISO 14224.

3.2.3. Unidad de análisis

Incidencias de fallas en los grupos electrógenos de una central termoeléctrica en la región Loreto.

3.3 Diseño de investigación

El diseño de investigación es descriptivo – comparativo, porque va a describir, comparar y evaluar la variación de incidencias de fallas en los Grupos Electrógenos con la aplicación de la Norma ISO 14224, jerarquizando la gestión de mantenimiento y estimando la posible mejora introducida.

3.3.1. Procedimiento

- La obtención de datos previos a la implementación del ISO 14224 a través de los registros históricos. Se clasifican los datos de acuerdo a los indicadores Disponibilidad y Confiabilidad.
- Elaboración de propuesta con aplicación de la Norma ISO 14224 en la gestión del mantenimiento para grupos electrógenos.
- Estimación de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad en grupos electrógenos de una planta termoeléctrica de la Región Loreto.
- Comparación de los indicadores obtenidos con los valores recomendados para una correcta gestión de mantenimiento de grupos electrógenos.
- Análisis de la mejora de los indicadores, en la implementación del ISO 14224, mediante la técnica T-student.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas

Tabla 4 Técnicas de recolección de datos

Técnica	Forma de aplicación	Forma de obtención
Revisión documental	Revisión de reportes de incidencias comunes de fallas en los grupos electrógeno	Lista de verificación
Revisión documental	Revisión de reportes de incidencias de fallas en los grupos electrógenos bajo ISO 14224	Lista de verificación

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos para la presente investigación resultan importantes ya que previo a la implementación de la norma ISO 14224, la planta termoeléctrica en Loreto contaba con diferentes modos de registro de eventos según las directivas que se iban brindando por los diferentes responsables de la gestión del mantenimiento en la planta, haciendo que se registren eventos de fallas atribuibles a inconvenientes luego de mantenimientos preventivos y correctivos. Sin embargo, estos registros

servían para poder establecer indicadores como la disponibilidad y confiabilidad para poder tomar acciones correctivas.

Lista de verificación sobre las incidencias comunes de fallas en los grupos electrógenos, la cual se utilizará para registrar las incidencias antes de implementar la Norma ISO 14224. Con esta información se completarán las tablas preparadas de indicadores de disponibilidad y confiabilidad preparados para la presente investigación.

Luego de la implementación de la ISO 14224 se empezaron a crear nuevos formatos y otros mejorando los ya existentes para establecer componentes como horas operativas (HO), horas de indisposición (HI), horas de reserva (HR) y horas de indisposición que afectan confiabilidad (HIC) para poder establecer los indicadores de disponibilidad y confiabilidad a través de las ecuaciones expuestas previamente.

CAPÍTULO IV

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Adquisición de datos

Para poder obtener la información de la planta termoeléctrica es necesario conocer la estructura de la misma y los componentes que operan como parte del sistema de generación (grupos electrógenos), para luego establecer los diferentes registros asociados a esta estructura antes y después de la implementación de la norma ISO 14224.

4.1.1 Datos previos a la implementación ISO14224

Los datos para el análisis del impacto de la implementación de la normativa ISO 14224 han sido obtenidos a través de los registros históricos de la compañía previos a la implementación, a los cuales se han tenido acceso. Esta información se registraba en cuadernos de ocurrencia de registro mensual, los cuales eran referencia para tomar acciones en el siguiente periodo o de uso administrativo gerencial.

De acuerdo a ello, se ha ordenado la información en las siguientes tablas donde se aprecian los valores de disponibilidad y confiabilidad en el periodo previo a la implementación a la norma ISO 14224 entre los años 1 y 2.

Tabla 5 Resultados de indicadores de disponibilidad año 1

PERIODO	DISPONIBILIDAD
ene-año 1	62,43%
feb-año 1	61,55%
mar-año 1	60,45%
abr-año 1	60,35%
may-año 1	58,67%
jun-año 1	55,88%
jul-año 1	57,59%
ago-año 1	58,75%
sep-año 1	59,95%
oct-año 1	62,34%
nov-año 1	59,98%
dic-año 1	60,45%

En la Tabla 5 se muestra los resultados obtenidos durante las operaciones durante el año 1 donde se observa el indicador de disponibilidad. Este año será el primero en analizar como escenario previo a la implementación de la norma ISO 14224.

Tabla 6 Resultados de indicadores de disponibilidad año 2

PERIODO	DISPONIBILIDAD
ene-año 2	60,58%
feb-año 2	61,14%
mar-año 2	62,42%
abr-año 2	63,73%
may-año 2	64,87%
jun-año 2	66,76%
jul-año 2	68,56%
ago-año 2	67,76%
sep-año 2	69,84%
oct-año 2	71,79%
nov-año 2	72,15%
dic-año 2	74,83%

En la Tabla 6 se muestra los resultados obtenidos durante las operaciones durante el año 2 donde se observa que la empresa ha mejorado sus indicadores a través de diferentes actividades de mantenimiento.

Tabla 7 Resultados de indicadores de confiabilidad año 1

PERIODO	CONFIABILIDAD
ene-año 1	70,51%
feb-año 1	69,88%
mar-año 1	67,89%
abr-año 1	67,45%
may-año 1	66,13%
jun-año 1	64,65%
jul-año 1	65,11%
ago-año 1	65,64%
sep-año 1	66,15%
oct-año 1	71,78%
nov-año 1	68,95%
dic-año 1	69,45%

En la Tabla 7 se muestra los resultados obtenidos durante las operaciones durante el año 1 donde se observa el indicador de confiabilidad. Este año será el primero en analizar como escenario previo a la implementación de la norma ISO 14224.

Tabla 8 Resultados de indicadores de confiabilidad año 2

PERIODO	CONFIABILIDAD
ene-año 2	69,85%
feb-año 2	69,73%
mar-año 2	71,44%
abr-año 2	73,12%
may-año 2	72,89%
jun-año 2	72,63%
jul-año 2	73,14%
ago-año 2	75,65%
sep-año 2	77,75%
oct-año 2	78,12%
nov-año 2	78,86%
dic-año 2	79,25%

En la Tabla 8 se muestra los resultados obtenidos durante las operaciones durante el año 2 donde se observa que la empresa ha mejorado sus indicadores a través de diferentes actividades de mantenimiento e inversiones de mejora en los equipos componentes del sistema.

4.1.2 Datos obtenidos con la implementación ISO14224

Los datos de la implementación de la normativa ISO 14224 han sido obtenidos a través de los registros implementados por la compañía donde se registran los tiempos que han tomado o han requerido la atención de los diferentes eventos de los componentes del sistema como mantenimientos preventivos, correctivos, fallas inesperadas, entre otros. Esta información se registraba en formatos de registro diario, semanal y mensual por los operadores y condensada por los ingenieros de la planta.

Para el establecimiento de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad es necesario conocer los resultados obtenidos de forma mensual de los componentes horas de operación (HO), horas inoperativas (HI), horas de reserva (HR) y horas

indisponibles que afectan la confiabilidad (HIC). En la presente investigación, mostraremos un ejemplo de cálculo para el periodo Enero-año 3 donde se expondrán las diferentes ecuaciones involucradas.

Tabla 9 Resultados de horas inoperativas (HI) Enero año 3

ACTIVIDAD	HI
Mantenimiento preventivo	48
Mantenimiento correctivo programado	40
Mantenimiento correctivo no programado	102

En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos de las horas inoperativas (HI) durante el periodo Enero-año 3, se puede observar que el total de horas inoperativas resulta en un total de 190 horas.

Tabla 10 Resultados de horas de reserva (HR) Enero año 3

ACTIVIDAD	HR
Por baja producción	42
Inactividad en un área la planta	111

En la Tabla 10 se muestran los resultados obtenidos de las horas de reserva (HR) durante el periodo Enero-año 3, se puede observar que el total de horas de reserva resulta en un total de 153 horas.

Tabla 11 Resultados horas indisponibles que afectan la confiabilidad (HIC)
Enero año 3

ACTIVIDAD	HIC
Fallas luego de mantenimiento correctivo	101
Falta de capacidad para alcanzar potencia efectiva	44

En la Tabla 11 se muestran los resultados obtenidos las horas inoperativas que afectan la confiabilidad durante el periodo Enero-año 3, se puede observar que el total de horas indisponibles que afectan la confiabilidad resulta en un total de 145 horas.

Considerando que las horas periodo en el mes de enero-año 3 es de 744 horas, se pudo obtener el valor de horas de operación durante el periodo con la ecuación

$$\text{Horas Periodo} = 31 \text{ días} \times 24 \text{ horas.}$$

$$\text{Horas Periodo} = 744 \text{ horas}$$

A través del presente procedimiento, se obtendrán los resultados para los meses posteriores dentro de los años 3 y 4 materia de estudio en el presente trabajo, culminando este procedimiento se podrán establecer los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

4.2 Procesamiento de datos

4.2.1 Procesamiento de datos previos a la implementación ISO14224

Como se conoce, la información previa a la implementación de la norma ISO 14224 fue obtenida gracias a la revisión de los registros históricos de la compañía encargada de la gestión de mantenimiento de la planta termoeléctrica. La información registrada en los formatos elaborados por los diferentes profesionales de la cadena de responsabilidad en la gestión del mantenimiento ha permitido establecer los valores de indicadores de gestión como la disponibilidad y confiabilidad, los cuales se han mostrado en las tablas 12 y 13.

De acuerdo a ello, se ha ordenado la información en las siguientes tablas donde se aprecian los valores de disponibilidad y confiabilidad en el periodo previo a la implementación a la norma ISO 14224 entre los años 1 y 2, los cuales servirán como punto de partida para el análisis del impacto de la implementación de la norma ISO 14224 en una planta termoeléctrica en la región Loreto.

Tabla 12 Tabla de valores de disponibilidad año 1 y año 2

AÑO 1	DISPONIBILIDAD	AÑO 2	DISPONIBILIDAD
ene-año 1	62,43%	ene-año 2	60,58%
feb-año 1	61,55%	feb-año 2	61,14%
mar-año 1	60,45%	mar-año 2	62,42%
abr-año 1	60,35%	abr-año 2	63,73%
may-año 1	58,67%	may-año 2	64,87%
jun-año 1	55,88%	jun-año 2	66,76%
jul-año 1	57,59%	jul-año 2	68,56%
ago-año 1	58,75%	ago-año 2	67,76%
sep-año 1	59,95%	sep-año 2	69,84%
oct-año 1	62,34%	oct-año 2	71,79%
nov-año 1	59,98%	nov-año 2	72,15%
dic-año 1	60,45%	dic-año 2	74,83%

En la Tabla 12 se muestra los resultados obtenidos durante las operaciones durante el año 1 y año 2 para el indicador de disponibilidad.

Tabla 13 Tabla de valores de confiabilidad año 1 y año 2

AÑO 1	CONFIABILIDAD	AÑO 2	CONFIABILIDAD
ene-año 1	70,51%	ene-año 2	69,85%
feb-año 1	69,88%	feb-año 2	69,73%
mar-año 1	67,89%	mar-año 2	71,44%
abr-año 1	67,45%	abr-año 2	73,12%
may-año 1	66,13%	may-año 2	72,89%
jun-año 1	64,65%	jun-año 2	72,63%
jul-año 1	65,11%	jul-año 2	73,14%
ago-año 1	65,64%	ago-año 2	75,65%
sep-año 1	66,15%	sep-año 2	77,75%
oct-año 1	71,78%	oct-año 2	78,12%
nov-año 1	68,95%	nov-año 2	78,86%
dic-año 1	69,45%	dic-año 2	79,25%

En la Tabla 13 se muestra los resultados obtenidos durante las operaciones durante el año 1 y año 2 para el indicador de confiabilidad.

4.2.2 Procesamiento de datos obtenidos con la implementación ISO14224

Los datos de la implementación de la normativa ISO 14224 han sido obtenidos a través de los registros implementados por la compañía donde se registran los tiempos que han tomado o han requerido la atención de los diferentes eventos de los componentes del sistema como mantenimientos preventivos, correctivos, fallas inesperadas, entre otros. Esta información se registraba en formatos de registro diario, semanal y mensual por los operadores y condensada por los ingenieros de la planta.

Para el establecimiento de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad es necesario conocer los resultados obtenidos de forma mensual de los componentes horas de operación, horas inoperativas, horas de reserva y horas indisponibles que afectan la confiabilidad. En la presente investigación, mostraremos un ejemplo de cálculo para el periodo Enero-año 3 donde se expondrán las diferentes ecuaciones involucradas.

En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos de las horas inoperativas durante el periodo Enero-año 3, con los cuales se calcularán los indicadores para los años 3 y 4 a continuación.

Considerando que las horas periodo en el mes de enero-año 3 es de 744 horas, se pudo obtener el valor de horas de operación durante este mes con la ecuación.

$$HO + HI + HR = \text{Horas Periodo}$$

$$HO + 190 + 153 = 744$$

$$HO=401$$

De lo anterior, las horas de operación para el periodo Enero-año 3 resultó ser de 401 horas. Con este último resultado es posible establecer los indicadores de disponibilidad y confiabilidad a través de estas ecuaciones.

$$D = \frac{HO + HR}{\text{Horas Periodo}}$$

$$C = \frac{\text{Horas Periodo} - HIC}{\text{Horas Periodo}}$$

$$\text{Horas Periodo} = HO + HR + HI$$

El cálculo de disponibilidad se establece de la siguiente manera:

$$D = \frac{HO + HR}{\text{Horas Periodo}}$$

$$D = \frac{401 + 153}{744}$$

$$D = 74,46\%$$

El cálculo de confiabilidad se establece de la siguiente manera:

$$C = \frac{\text{Horas Periodo} - HIC}{\text{Horas Periodo}}$$

$$C = \frac{744 - 145}{744}$$

$$C = 80,51\%$$

A través del presente procedimiento, se obtuvieron los resultados para los meses posteriores entre los años 3 y 4 materia de estudio en el presente trabajo, culminando en la Tabla 14 y Tabla 15. donde se muestran los resultados de HO, HI, HR, HIC para los años 3 y 4.

Tabla 14 Tabla de resultados de los indicadores HO, HI, HR, HIC para el año 3

PERIODO	HO	HI	HR	HIC	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ene-año 3	401	190	153	145	74,46%	80,51%
feb-año 3	375	170	127	137	74,70%	79,61%
mar-año 3	410	188	146	149	74,73%	79,97%
abr-año 3	418	181	121	138	74,86%	80,83%
may-año 3	427	179	138	137	75,94%	81,59%
jun-año 3	435	172	113	130	76,11%	81,94%
jul-año 3	439	173	132	130	76,75%	82,53%
ago-año 3	446	172	126	129	76,88%	82,66%
sep-año 3	449	166	105	122	76,94%	83,06%
oct-año 3	457	167	120	116	77,55%	84,41%
nov-año 3	459	161	100	112	77,64%	84,44%
dic-año 3	465	163	116	107	78,09%	85,62%

En la Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos de los registros de la compañía para los parámetros HO, HI, HR, HIC para el año 3.

Tabla 15 Tabla de resultados de los indicadores HO, HI, HR, HIC para el año 4

PERIODO	HO	HI	HR	HIC	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ene-año 4	469	162	113	101	78,23%	86,42%
feb-año 4	472	146	54	91	78,27%	86,46%
mar-año 4	476	146	122	89	80,38%	88,04%
abr-año 4	479	135	106	84	81,25%	88,33%
may-año 4	484	132	128	79	82,26%	89,38%
jun-año 4	491	120	109	72	83,33%	90,00%
jul-año 4	503	119	122	71	84,01%	90,46%
ago-año 4	507	118	119	68	84,14%	90,86%
sep-año 4	514	112	94	64	84,44%	91,11%
oct-año 4	519	105	120	61	85,89%	91,80%
nov-año 4	525	101	94	58	85,97%	91,94%
dic-año 4	528	97	119	56	86,96%	92,47%

En la Tabla 15 se muestran los resultados obtenidos de los registros de la compañía para los parámetros HO, HI, HR, HIC para el año 4.

4.3. Análisis e interpretación de resultados

En este apartado se presentará un análisis de los datos obtenidos en la sección anterior, verificando el comportamiento de los indicadores antes y luego de la implementación de la ISO 14224 al mantenimiento de grupos electrógenos en la planta térmica en la región Loreto.

4.3.1 Análisis de resultados previo a la implementación ISO14224

Como se sabe, los datos previos a la implementación de la norma ISO 14224 al mantenimiento de los grupos electrógenos en una central termoeléctrica en la región Loreto han sido obtenidos de los registros históricos de la planta. Su recolección se ha presentado previamente en la Tabla 12 y Tabla13.



Figura 5. Indicadores año 1 y año 2 disponibilidad y confiabilidad previos al ISO 14224.

En la Figura 5. se aprecia la tendencia de ambos indicadores, disponibilidad y confiabilidad, previos a la implementación de la norma ISO 14224 sobre el cual se puede rescatar que los niveles mínimos y máximo de disponibilidad, fueron 55.88% y 74.83% respectivamente, Respecto a la confiabilidad, se encontró que los niveles mínimos y máximo de este indicador, fueron 64.65% y 79.25% respectivamente. En promedio resultó que la disponibilidad en el periodo año 1- año 2 fue 63.45%, y 71.08% para la confiabilidad. Esta información se puede apreciar en la Tabla 16.

Tabla 16 Tabla de promedio de disponibilidad y confiabilidad del periodo año 1 y año 2

Periodo año 1- año 2		
Valor	Disponibilidad	Confiabilidad
Mínimo	55,88%	64,65%
Máximo	74,83%	79,25%
Promedio	63,45%	71,08%

Se puede apreciar que los niveles de disponibilidad y confiabilidad evidencian la necesidad de implementar un plan de acción para incrementarlos sustancialmente. Estos valores tienen concordancia a lo experimentado durante las actividades en la planta donde se encontraron excesivos tiempos de mantenimiento o por fallas luego de realizados los mantenimientos de forma reactiva ante la presencia de estos eventos.

A pesar de las acciones realizadas por los ingenieros de la planta, las mejoras en los indicadores del año 1 hacia el año 2 no han resultado suficientes, debido a que éstas están sujetas a la permanencia del personal y formatos que se hayan establecido por los mismos. Es decir, no se sigue un estándar internacional de aplicación a este tipo de equipos.

4.3.2 Análisis de resultados con la implementación ISO14224

Los datos posteriores a la implementación de la norma ISO 14224 al mantenimiento de los grupos electrógenos en una central termoeléctrica en la región Loreto han sido obtenidos de los registros horarios llevados por el personal de planta de información diario, semanal y mensual. Su recolección se ha presentado previamente en la Tabla14 y Tabla 15.

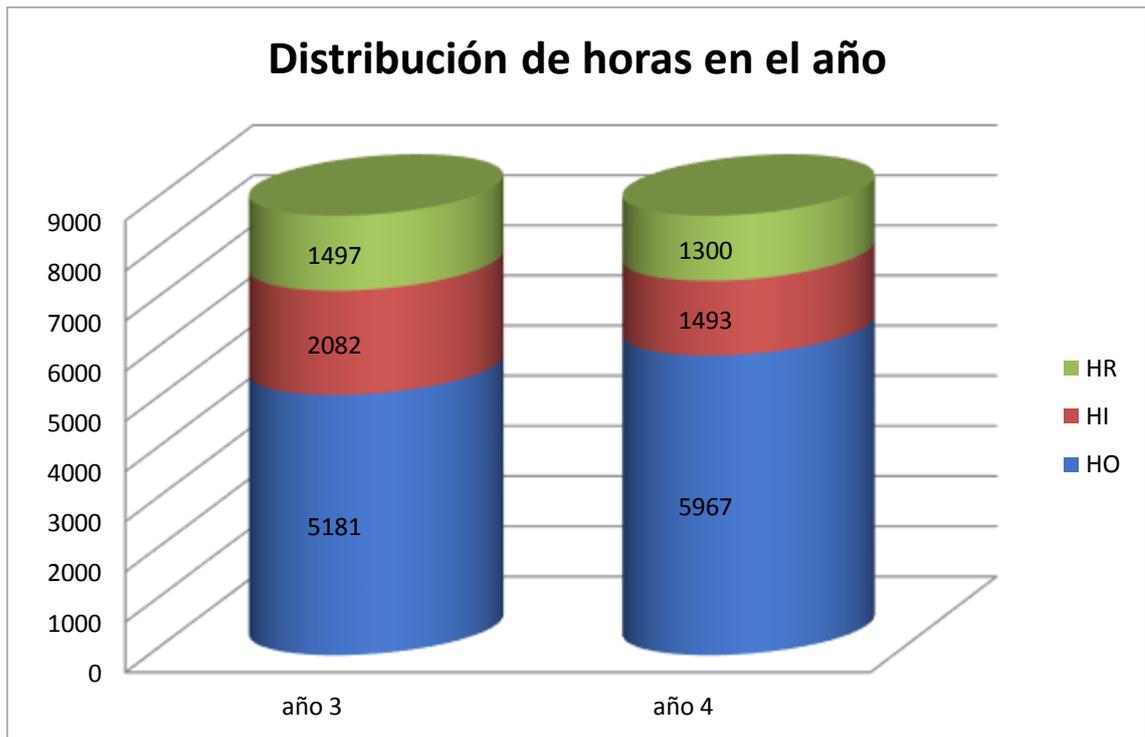


Figura 6. Distribución de horas anuales de los periodos año 3 y año 4. (HR, HI, HO)

En la Figura 6. se muestra la distribución de horas anuales para los periodos año 3 y año 4 donde se comprueban las Horas Periodo anuales de 8760, así como la distribución en horas operativas, horas de indisponibilidad y horas de reserva. Se puede observar que las horas de operación se han incrementado del año 3 al año 4 en 786 horas y se espera que se sigan incrementando a medida que se siga disminuyendo las horas de indisponibilidad.

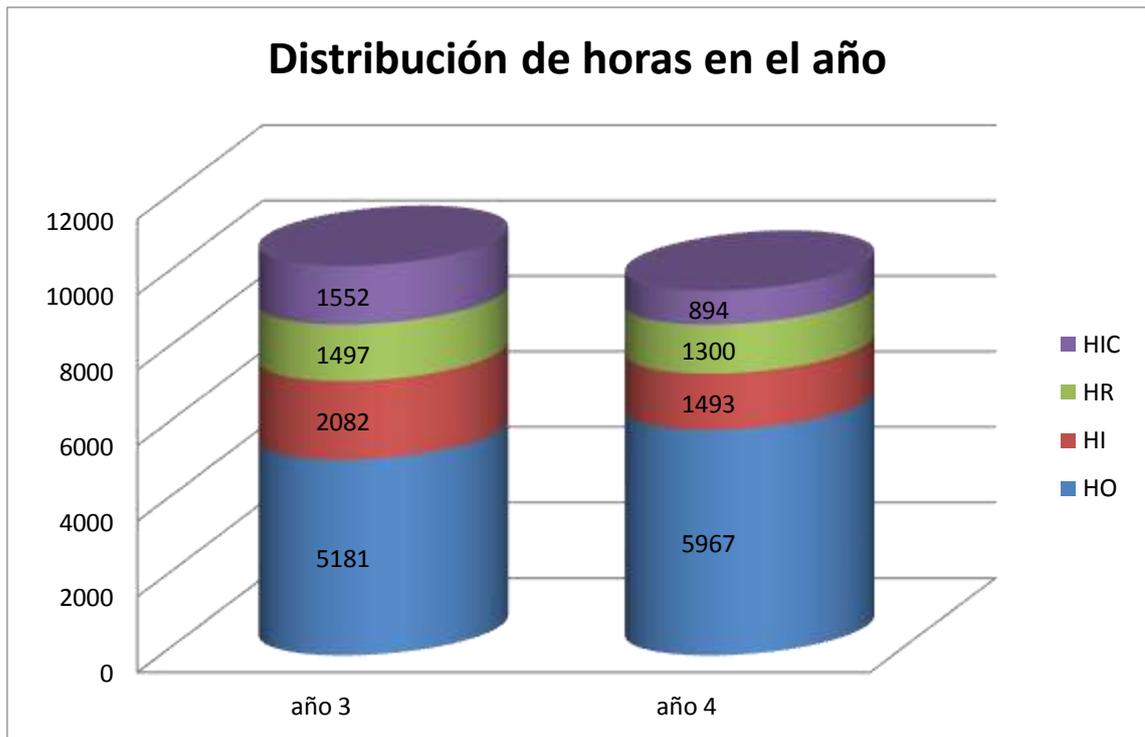


Figura 7. Distribución de horas anuales de los periodos año 3 y año 4. (HIC, HR, HI, HO)

En la Figura 7. se muestra la distribución de horas de indisposición que afecta a la confiabilidad para los periodos año 3 y año 4, los cuales son contabilizados dentro de las Horas Periodo anuales de 8760, es decir no se debe incrementar a dichas horas; sino que se encuentran incluidas dentro de las horas de indisposición. Se puede observar que las horas de indisposición que afectan la confiabilidad han disminuido del año 3 al año 4 en 658 horas y se espera que se sigan disminuyendo a medida que se siga aplicando la norma ISO 14224.



Figura 8. Indicadores año 3 y año 4 disponibilidad y confiabilidad posterior al ISO 14224.

En la Figura 8. se aprecia la tendencia de ambos indicadores, disponibilidad y confiabilidad, posteriores a la implementación de la norma ISO 14224 sobre el cual se puede rescatar que los niveles mínimos y máximo de disponibilidad, fueron 74.46% y 86.96% respectivamente, Respecto a la confiabilidad, se encontró que los niveles mínimos y máximo de este indicador, fueron 79.61% y 92.47% respectivamente. En promedio resultó que la disponibilidad en el periodo año 3 y año 4 fue 79.57%, y 86.02% para la confiabilidad. Esta información se puede apreciar en la Tabla 17

Tabla 17 Tabla de promedio de disponibilidad y confiabilidad del periodo año 3 y año 4

Periodo año 3 y año 4		
Valor	Disponibilidad	Confiabilidad
Mínimo	74,46%	79,61%
Máximo	86,96%	92,47%
Promedio	79,57%	86,02%

Se puede apreciar que los niveles de disponibilidad y confiabilidad evidencian un importante incremento de los indicadores. Estos valores tienen concordancia a lo experimentado durante las actividades en la planta donde se implementaron las acciones sugeridas por la norma ISO 14224, buscando reducir los excesivos tiempos de mantenimiento, por fallas luego de realizados los mantenimientos y priorizando la prevención y predicción disminuyendo los eventos de emergencia.

Si bien se aprecia una mejora en los indicadores de disponibilidad y confiabilidad previo y posterior a la implementación de la norma ISO 14224, es necesario verificar si ésta es significativa, para lo cual se utilizará la T-student y verificar estadísticamente la mejora evidenciada en los datos anteriores.

Para el caso del indicador de disponibilidad antes y después de la implementación de la norma ISO 14224, se realizó un gráfico donde se muestra ambos resultados a través de la Figura 9.

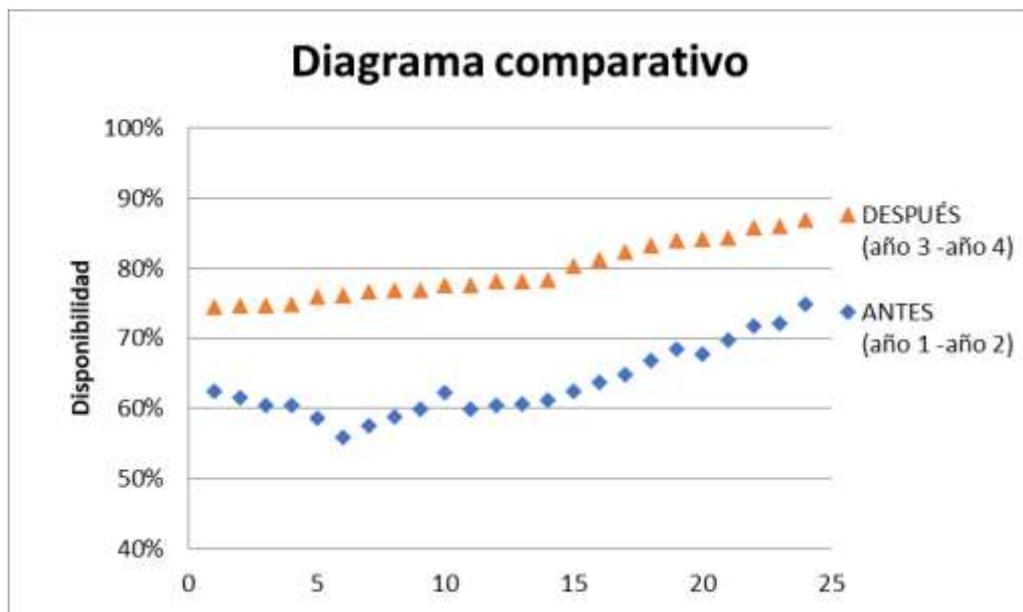


Figura 9. Diagrama comparativo de disponibilidad posterior al ISO 14224.

Para verificar si la diferencia entre los datos anteriores y posteriores a la aplicación ISO 14224 es significativa, aplicamos la T-student utilizando los datos de la Tabla 18 utilizando la herramienta de análisis de datos de Ms Excel, como se muestra a continuación.

Tabla 18 Tabla T-student Disponibilidad

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,795747995	0,634508333
Varianza	0,001655552	0,002531832
Observaciones	24	24
Grados de libertad	23	
Estadístico t	36,4787251	
P(T<=t) una cola	3,68231E-22	
Valor crítico de t (una cola)	1,713871528	
P(T<=t) dos colas	7,36462E-22	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06865761	

Como se puede apreciar, algunos resultados de la Tabla 18 corresponden a los mostrados en tablas anteriores. Por ejemplo, se puede comprobar la coincidencia de los valores promedio de las muestras de datos antes y después expuestas en las respectivas Tabla 16 y Tabla 17. Por otro lado, se verifica que se ha utilizado 24 observaciones correspondientes a los 24 meses de estudio anterior y posterior a la aplicación de la norma ISO 14224.

Para establecer si la diferencia es significativa, se comprueba ya que el valor crítico de t para dos colas 2.07 es menor al valor resultante para el estadístico de 36.48. Por tanto, la diferencia es significativa para el indicador de disponibilidad considerando un nivel de confianza del 95%.

De la misma manera, para el caso del indicador de confiabilidad antes y después de la implementación de la norma ISO 14224, se realizó un gráfico donde se muestra ambos resultados a través de la Figura 10.

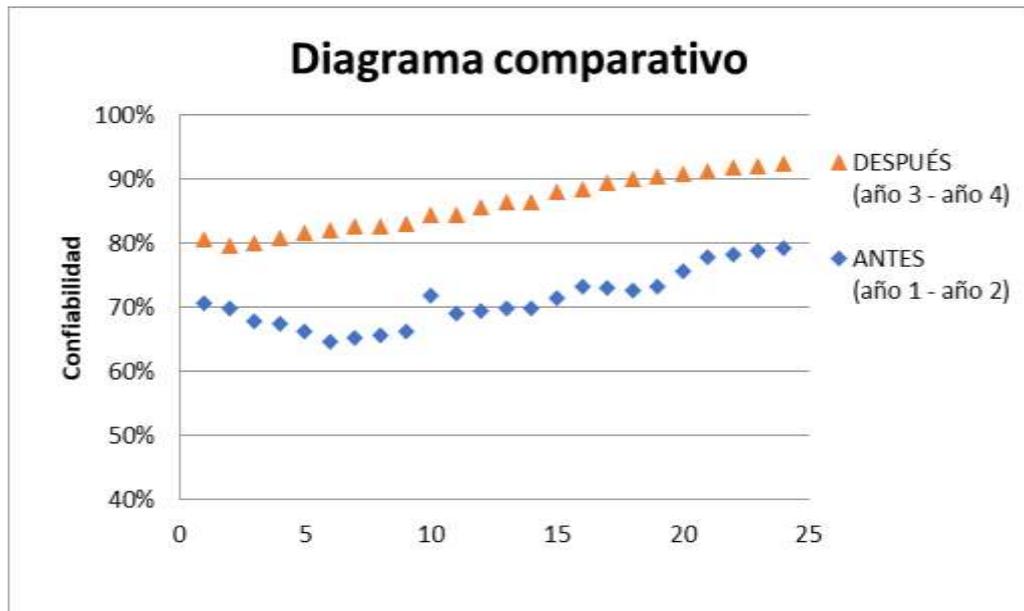


Figura 10. Diagrama comparativo de confiabilidad posterior al ISO 14224.

Para verificar si la diferencia entre los datos anteriores y posteriores a la aplicación ISO 14224 es significativa, aplicamos la T-student utilizando los datos de la Tabla 19 utilizando la herramienta de análisis de datos de Ms Excel, como se muestra a continuación.

Tabla 19 Tabla T-student Confiabilidad

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,860191052	0,710841667
Varianza	0,001846802	0,001947607
Observaciones	24	24
Grados de libertad	23	
Estadístico t	31,69193148	
P(T<=t) una cola	8,80676E-21	
Valor crítico de t (una cola)	1,713871528	
P(T<=t) dos colas	1,76135E-20	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06865761	

Como se puede apreciar, algunos resultados de la Tabla 19 corresponden a los mostrados en tablas anteriores. Por ejemplo, se puede comprobar la coincidencia de los valores promedio de las muestras de datos antes y después expuestas en las respectivas Tabla 16 y Tabla 17. Por otro lado, se verifica que se ha utilizado 24 observaciones correspondientes a los 24 meses de estudio anterior y posterior a la aplicación de la norma ISO 14224.

El establecimiento de si la diferencia es significativa, se comprueba ya que el valor crítico de t para dos colas 2.07 es menor al valor resultante para el estadístico de 31.69. Por tanto, la diferencia es significativa para el indicador de confiabilidad considerando un nivel de confianza del 95%.

De acuerdo con los valores obtenidos y contrastados con el valor “ t ” y la prueba de la razón de verosimilitud en la confiabilidad y disponibilidad, el resultado es altamente significativo. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general; la aplicación de la normativa ISO 14224 permite mejorar el proceso de mantenimiento en grupos electrógenos de una central termoeléctrica de la región Loreto.

4.4. Docimasia de hipótesis

Los indicadores de disponibilidad y confiabilidad durante los años 1 y 2 expuestos en la Tabla 12 y Tabla 13 recopiladas de datos históricos muestran la necesidad de implementar acciones necesarias para su mejora con fin de cumplimiento contractual y alcanzar niveles superiores similares al promedio de plantas de generación. En vista de ello, se decidió implementar la norma ISO 14224 estableciendo el monitoreo de parámetros de horas de operación, horas de indisponibilidad, horas de reserva y horas de indisponibilidad que afectan confiabilidad con el fin de tomar acciones sobre la operación de la planta, minimizando tiempos de emergencia, mantenimientos correctivos no programados, entre otros. Estos parámetros acumulados de forma mensual se calculan los indicadores de disponibilidad y confiabilidad durante los años 3 y 4 donde se aplica la norma ISO 14224.

Como se muestra en la Tabla 14 y Tabla 15 los niveles de disponibilidad y confiabilidad durante los años 3 y 4 se incrementaron respecto a los años anteriores a la aplicación de la norma. Sin embargo, para establecer si este incremento es significativo se utilizó la prueba de hipótesis con T-student considerando 24 muestras antes y después de la aplicación de la norma ISO 14224 y un nivel de significancia del 95%. Utilizando la prueba T para medias de dos muestras emparejadas se obtuvo que para el indicador de disponibilidad, el estadístico T es 36.479, el cual es mucho mayor al valor crítico de dos colas 2,069 de acuerdo a la

Tabla 18. Del mismo modo, usando la prueba T para medias de dos muestras emparejadas se obtuvo que para el indicador de confiabilidad, el estadístico T es 31.692, el cual es mucho mayor al valor crítico de dos colas 2,069 de acuerdo a la Tabla 19.

Por lo tanto, se evidencia que la aplicación de la norma ISO 14224, a través de acciones y actividades en la planta, mejora los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de forma significativa.

CAPÍTULO V

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante el estudio se realizó la estimación de indicadores de gestión disponibilidad y confiabilidad asociados al mantenimiento en grupos electrógenos con la aplicación de la normativa ISO 14224 de una central termoeléctrica en la región Loreto durante los años 3 y 4 pero considerando los registros históricos previos a la aplicación de la norma entre el año 1 y año 2.

En relación con los resultados descriptivos, el estudio reveló un nivel alto de horas de indisponibilidad iniciando con 190 horas en enero del año 3, asimismo se identificaron las horas de reserva en 153 horas en un mes y un nivel de horas de indisponibilidad que afectan confiabilidad también alto como se muestran en los meses de enero año 3 con 145 horas y marzo 2014 con 149 horas. Por otro lado, los indicadores de disponibilidad y confiabilidad durante los años 1 y 2, tuvieron un valor promedio de 63.45% y 71.08% respectivamente. Se puede apreciar que los indicadores se encuentran por debajo de las metas establecidas anuales por la compañía operadora. Sin embargo, durante los periodos año 1 y año 2 se encontraron niveles máximos de disponibilidad y confiabilidad de 74.83% y 79.25% respectivamente, acercándonos a las metas anuales establecidas por el operador. Por lo observado, se hace necesario establecer acciones para mejorar ambos indicadores a través de una metodología estandarizada como la ISO 14224 para los años sucesivos.

Durante los años 3 y 4 se estableció la aplicación de la norma ISO 14224 donde se monitorearon los parámetros de horas de operación, horas de indisponibilidad, horas de reserva y horas de indisponibilidad que afectan confiabilidad, llegando a niveles bastante mejores de 97 horas de horas de indisponibilidad y 56 horas de horas de indisponibilidad que afectan confiabilidad, haciendo que los indicadores de disponibilidad y confiabilidad mejores respecto a los años anteriores llegando a 86.96% y 92.47% respectivamente a niveles de Diciembre del año 4.

Para establecer si la diferencia en la mejora de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad es significativa, se estableció el uso del método del T-student con un grado de confianza del 95% con muestras de 24 meses correspondientes a

los años 1 y 2 previos a la aplicación de la norma ISO 14224 y las respectivas a los años 3 y 4 luego de la aplicación de la ISO. Para el indicador de disponibilidad se obtuvo el estadístico t de 36.479 superior al valor crítico de dos colas 2.069. Del mismo modo, para el indicador de confiabilidad se obtuvo el estadístico t de 31.692 superior al valor crítico de dos colas 2.069.

Para una clasificación taxonómicas, jerarquización y correcto monitoreo de los sistemas productivos de una central termoeléctrica nos basamos en la Norma ISO 14224. Asimismo, conforme a las recomendaciones de Pantano O. (2019) se optó por el uso de parámetros fundamentales que debe tener una compañía para la jerarquización y estructuración de sistemas productivos usando la norma ISO 14224.

Se propuso como primer paso recopilar, procesar y analizar la información de los indicadores, donde se destaca la importancia de contar con información de calidad y asegurar el monitoreo, además permitieron conforme a las recomendaciones de Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M y Tolentino, R (2019) para facilitar la aplicación de la metodología con el objetivo de que el ingeniero de planeamiento conozca los componentes y el contexto operativo antes de definir las funciones.

Conforme a la elaboración de inventarios de equipos de Central eléctrica guayabal (CEGU) a cargo del área de ingeniería de mantenimiento y confiabilidad (IMC) tomando como referencia algunos criterios de Uscátegui, P. (2014) recopilando la información de las hojas de vida de todos los activos y otros datos técnicos que se requiere. También se establecieron indicadores de mantenimiento como respuesta a la carencia de monitoreo indicadores de la central termoeléctrica.

Para un mejor monitoreo de la confiabilidad y disponible es importante llevar a cabo la gestión de mantenimiento basado en la norma ISO 14224.

Para llevar a cabo la gestión del mantenimiento desde los más básico según Martínez, C. y Hernández, A. (2004) hasta como lograr mediante registro tener una base de datos amplia de equipos, fallas, etc. Es importante tener como base la ISO 14224.

Coincidimos con Bustinza, D. (2018) que para aplicar la implementación de módulo MP-SAP o implementación de Indicadores, es importante tener como base la norma ISO 14224.

De todas las discusiones expuesta, se concluye que la norma ISO 14224 da una pauta para una correcta recopilación de la información ya sea para implementación de modulo MP-SAP e indicadores. Conforme a los criterios de Calderon, W. (2014) sin embargo en la tesis se usa encuentra encuestas y entrevistas como medio de recolección de datos en la presente investigación.

En relación con la hipótesis general, la confiabilidad llegó al 92.47%, el cual se encuentra debajo de la meta contractual de acuerdo al anexo II (97%) siendo un 5%; Para esto se tuvo que evaluar los resultados sobre las horas periodo menos las horas de indisponibilidad que afecta a la confiabilidad entre las horas periodo. Asimismo, la disponibilidad de las máquinas llegó a 86.96%, el cual se encuentra debajo de la meta contractual de acuerdo al anexo II (94%) siendo un 7%. Con ello se revela que el resultado tanto en confiabilidad y disponibilidad es significativo y aceptable.

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los indicadores previos a la implementación del ISO 14224 registrados en los años 1 y 2 en promedio resultó que la disponibilidad fue 63.45%, y la confiabilidad fue 71.08%, siendo estos niveles muy bajos por la falta de monitoreo con indicadores, mala planificación y programación del mantenimiento.
- Posteriormente se implementa la Norma ISO 14224 permitiendo una mejora en los indicadores en promedio de disponibilidad 79.57% y confiabilidad 86.02% durante los años 3 y 4. Esta implementación ayudó a tener un mejor registro de todos los eventos o paradas tanto programadas y no programadas, dando así un mejor resulta en el monitoreo de los indicadores de confiabilidad y disponibilidad dando así una mejora continua constante con mejor resultados a largo plazo.
- Los indicadores de disponibilidad y confiabilidad muestran una mejora significativa llegando a valores de 86.96% y 92.47% respectivamente. Sin embargo, los indicadores contractuales son mayores a los resultados hasta el año 4. Es necesario considerar que la aplicación de la norma ISO14224 se basa en la mejora continua y su impacto se evidencia a mediano y largo plazo. Por la tendencia de los datos mostrados en la Figura. 9 (Disponibilidad) y Figura. 10 (Confiabilidad) muestra que es posible alcanzar los niveles contractuales en los años sucesivos.
- El uso del método estadístico de la prueba T-student ha permitido realizar una comparación entre las muestras de disponibilidad (36,48) y confiabilidad (31.69) que se han obtenido y podido calcular, y con ello establecer si la mejora luego de la aplicación de la ISO 14224 es significativa. El resultado con un nivel de confianza del 95% arrojó que la mejora fue significativa, por lo que valida la hipótesis y objetivos planteados en la presente investigación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener un monitoreo constante a los indicadores de mantenimiento, con la finalidad de predecir posibles riesgos y medir contingencias en los grupos electrógenos aplicando la mejora continua de procesos en beneficio de la empresa.
- Se recomienda continuar aplicando la Norma ISO 14224 en la gestión del mantenimiento para grupos electrógenos con la finalidad de brindar el lineamiento y dirección adecuada con respuestas de estándares de calidad que brindarán optimizar procesos y mantendrá el equilibrio en la productividad de la empresa, así mismo se sugiere implementar como indicadores el MTBF (tiempo medio entre fallas) y el MTTR (tiempo promedio de reparación) a los sistemas o subsistemas que intervienen para el funcionamiento de los grupos electrógenos.
- Se recomienda mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad en grupos electrógenos para tener precisión en cuanto a la gestión de mantenimiento; ello mejorará la toma de decisión inmediata para dar solución y asegurar el correcto funcionamiento de los mismos. Por esta misma razón como un indicador adicional, se debería implementar la mantenibilidad con el objetivo de incluir parámetros adicionales como las horas hombre según la Norma ISO 14224.
- Se recomienda tomar en cuenta los indicadores en la gestión de mantenimiento para mejorar significativamente el grado de respuesta ante eventualidades que pudiesen ocurrir; un plan de contingencia y análisis sistemático de todos los indicadores harán posible controlar variables intervinientes en el proceso.
- Para reducir las HIC, se deberían planificar más inspecciones de rutina en cuanto a los mantenimientos.
- Se recomienda incluir al área de ingeniería de Confiabilidad para realizar análisis causa - raíz (RCA) de los eventos no programados para poder mitigar los HIC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arimborgo, T. (2018). Proyecto de ley que declara interés nacional y necesidad pública “Línea de transmisión 220KV Moyobamba – Iquitos y subestaciones Asociadas. Recuperado el 22/10/2019 de <http://www.leyes.congreso.gob.pe/>
2. Boucly, F. (1999). Gestión de Mantenimiento. Asociación Española de normalización y certificación AENOR. Madrid, ES.
3. Bustinza, D. (2018). Implementación del Módulo SAP-PM en el Área de Mantenimiento de una Fundición de Cobre en el Sur del Perú. Tesis de grado. Universidad Católica San Pablo. Arequipa.
4. Calderón, W. (2014). Implementación de la Gestión del Mantenimiento de las Talladoras para disminuir las paradas no programadas en la Empresa TOPSA Productos Ópticos S.A. Tesis de grado. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo.
5. Campos, O., Tolentino, G., Toledo, M., Tolentino, R. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos. Artículo científico. Instituto Politécnico. México.
6. Duffua, S., Raouf A.; Dixon, John. (2000). Sistemas de mantenimiento, planeación y control. México. Limusa Wiley S.A.
7. Francois, M. (1990). Teoría y práctica del mantenimiento industrial. Masson Barcelona, Es.
8. Gómez de León, F. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial. Murcia: Servicio de Publicaciones. ISBN 10: 8483710080
9. Gonzalo, A. y Aguinaga, X. (2018). Propuesta de metodología de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC), basado en las normas ISO 14224, SAE JA1011 y SAE JA1012, en la central hidroeléctrica COCA CODO SINCLAIR – CELEP. E.P. Tesis de grado. Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador.
10. Integramarkets (2018). Gestión y planificación del mantenimiento industrial. 2da. Edición. ISBN 9781370710768.
11. Knezevic, J. (1996). Mantenimiento. Madrid. Isdefe, p. 211.

12. Marcano, M. (2013). Diseño Modelo de Gestión de Mantenimiento Equipos Críticos. Trabajo de Grado para la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" Puerto Ordaz-Venezuela
13. Martínez, C. y Hernández, A. (2004). Implementación de un modelo de mantenimiento para la empresa IMETALES Ltda., basado en la norma ISO-14224. Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena de Indias – Colombia.
14. Navarro, L., Pastor, A. y Mugaburu, J. (1997). Gestión de mantenimiento. Compañía Editorial Marcombo S.A., Primera edición, Barcelona España.
15. Norma ISO 14224 (2016). Publicación de estándares BSI. Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural — recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224:2016). Comité europeo para la estandarización. Centro de Gestión Cen-CENELEC.
16. Osinergmin (2017). La industria de la electricidad en el Perú. 25 años de aportes al crecimiento económico del país. Recuperado el 22/10/2019 de http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf
17. Pantano, O. (2019). Jerarquización de Sistemas, Unidades y Equipos en La Gestión de Mantenimiento. Artículo Científico. Universidad Francisco de Paula Santander. Colombia.
18. Perrin, R. (2008). Real-World Project Management: Beyond Conventional Wisdom, Best Practices, and Project Methodologies. (1st. Edition). United States of America. ISBN N° 978-0-470-17079-3.
19. Troffé, M. (2009). Base de datos de confiabilidad. Petrotecnia. Revista del Instituto Argentino del Petróleo y el Gas. Skanska Servicios de Operación y Mantenimiento Process Owner Implementación SAP-PM.
20. Uscátegui, P. (2014). “Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (INC)”. Tesis de grado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga – Colombia.

ANEXOS

ANEXO I
EJEMPLO DE ORDENES DE TRABAJO ANTES DEL ISO 14224

OT	TIPO	DESCRIPCIÓN	HORAS ESTIMADAS	PROGR.
2476	Correctivo programado	CORRECCIÓN DE FUGA DE ACEITE Y GASES EN EL TURBO - PK2	4	Programada
2208	Correctivo programado	CORRECCIÓN DE FUGAS Y CAMBIO DE INYECTOR B3 EN EL GRUPO PK2	8	Programada
2209	Por Condición	MONTAJE DE MOTOR DE REFRIGERACIÓN DE INYECTORES DEL GRUPO PK2	2	Programada
2210	Por Condición	CAMBIO DE TUBING DE 1/4 EN EL TURBO B DEL GRUPO PK2	4	Programada
2223	Correctivo programado	MANTENIMIENTO DE TRANSDUCTOR DE AGUA SEPARADOR DE ACEITE 3 LOPX3	8	Programada
2224	Correctivo programado	CALIBRACIÓN DE VÁLVULAS CULATAS B3 Y B4 MOTOR PK3	4	Programada
2230	Correctivo programado	MANTENIMIENTO BLOCK DE VÁLVULAS DE AGUA SEPARADOR DE 2 ACEITE LOPX2	8	Programada
2256	Emergencia	DESMONTAJE Y HABILITACIÓN DE BOMBA LT EN MOTOR PK3	8	No Programada
2257	Correctivo programado	CAMBIO DE PERNOS EN TAPA DE INSPECCIÓN B7 DEL MOTOR PK2	4	Programada
2258	Por Condición	MANTENIMIENTO DEL SENSOR DIFERENCIAL DEL FILTRO DE ACEITE EN EL MOTOR PK3	4	Programada
2259	Emergencia	DESMONTAJE Y HABILITACIÓN DE BOMBA LT EN MOTOR PK2	8	No Programada
2260	Correctivo programado	DESMONTAJE Y REPARACIÓN DE TUBERÍA DE AGUA DE REFRIGERACIÓN AL INTERCOOLER MOTOR PK3	4	Programada
2261	Correctivo programado	CAMBIO DE TUBERIA TUBING EN SISTEMA DE ACEITE TÉRMICO	8	Programada
2295	Por Condición	CAMBIO DE INYECTOR B2 - PK2 POR ROTURA DE ORING ENTRE INYECTOR Y MANGUITO DE CULATA	2	Programada
2292	Preventivo	LAVADO DE TURBO COMPRESOR LADO TURBINA CON AGUA [MTO. 100 HRS] PK-HE201	1	Programada
2293	Preventivo	LAVADO DE TURBO COMPRESOR LADO TURBINA CON AGUA [MTO. 100 HRS] PK-HE301	4	Programada

ANEXO II

PLIEGO TÉCNICO

2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL SERVICIO

2.1 Objeto del Servicio

El Contrato tiene por objeto establecer los términos, condiciones, obligaciones y derechos que corresponden a Pluspetrol y a la Contratista para la Administración de las respectivas Plantas de Generación, su Operación y Mantenimiento para la producción de energía eléctrica.

La gestión de estas Plantas de Generación tiene que ser segura, eficiente, confiable y de calidad, aplicando estos principios a todos los Equipos Principales y Sistemas Auxiliares que conforman su Balance de Planta y que, en su conjunto, hacen posible la generación de energía eléctrica bajo las formas descritas anteriormente.

2.2 Alcance del Servicio

2.2.1 Generales

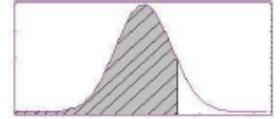
La Contratista, más que simple locador del servicio, debe pensar en convertirse en un socio estratégico de Pluspetrol en el rubro de la generación de energía eléctrica y ser consciente en la importancia que esto significa para la operación principal de Pluspetrol.

La Contratista debe ofrecer garantías de funcionamiento, asegurando a Pluspetrol que las Plantas de Generación de Energía Eléctrica permanezcan lo más cercana posible a las condiciones técnicas que la misma tenga cuando se le haga entrega de estas a la Contratista.

Las siguientes garantías mínimas deben asegurarse:

- Capacidad: la Contratista garantizará la capacidad efectiva indicada por Pluspetrol para las Plantas de Generación.
No obstante, a fin de mantener la reserva rotante necesaria para el control primario de frecuencia, la Planta operará usualmente una carga equivalente al 90% de su Potencia Efectiva (Pe). Este valor será ajustado por Pluspetrol según las condiciones del Sistema en tiempo real.
- Seguridad y Medio Ambiente EHS.
- Confiabilidad de Generación: la probabilidad de falla de cada Grupos de Generación en su programa de Operación debe garantizarse igual o mayor al 97%.
- Disponibilidad: la Contratista debe garantizar la Disponibilidad de cada Unidad de Generación, igual o mayor al 94%.
- Consumo Térmico Específico: la Contratista debe garantizar un consumo térmico específico para cada una de las Plantas de Generación que no exceda el consumo que se verifique en las pruebas de eficiencia y potencia.

ANEXO III



DISTRIBUCIÓN T-STUDENT

G. de L. n	Valores de Probabilidad: p													
	0.75	0.8	0.85	0.9	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.975	0.98	0.99	0.995	0.9995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	3.895	5.242	6.314	7.916	10.579	12.706	15.895	31.821	63.657	636.619
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.189	2.620	2.920	3.320	3.896	4.303	4.849	6.965	9.925	31.599
3	0.765	0.978	1.250	1.638	1.859	2.156	2.353	2.605	2.951	3.182	3.482	4.541	5.841	12.924
4	0.741	0.941	1.190	1.533	1.723	1.971	2.132	2.333	2.601	2.776	2.999	3.747	4.604	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	1.649	1.873	2.015	2.191	2.422	2.571	2.757	3.365	4.032	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.603	1.812	1.943	2.104	2.313	2.447	2.612	3.143	3.707	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.572	1.770	1.895	2.046	2.241	2.365	2.517	2.998	3.499	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.549	1.740	1.860	2.004	2.189	2.306	2.449	2.896	3.355	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.532	1.718	1.833	1.973	2.150	2.262	2.398	2.821	3.250	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.518	1.700	1.812	1.948	2.120	2.228	2.359	2.764	3.169	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.507	1.686	1.796	1.928	2.096	2.201	2.328	2.718	3.106	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.498	1.674	1.782	1.912	2.076	2.179	2.303	2.681	3.055	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.490	1.664	1.771	1.899	2.060	2.160	2.282	2.650	3.012	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.484	1.656	1.761	1.887	2.046	2.145	2.264	2.624	2.977	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.478	1.649	1.753	1.878	2.034	2.131	2.249	2.602	2.947	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.474	1.642	1.746	1.869	2.024	2.120	2.235	2.583	2.921	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.469	1.637	1.740	1.862	2.015	2.110	2.224	2.567	2.898	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.466	1.632	1.734	1.855	2.007	2.101	2.214	2.552	2.878	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.462	1.628	1.729	1.850	2.000	2.093	2.205	2.539	2.861	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.459	1.624	1.725	1.844	1.994	2.086	2.197	2.528	2.845	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.457	1.621	1.721	1.840	1.988	2.080	2.189	2.518	2.831	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.454	1.618	1.717	1.835	1.983	2.074	2.183	2.508	2.819	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.452	1.615	1.714	1.832	1.978	2.069	2.177	2.500	2.807	3.768
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.450	1.612	1.711	1.828	1.974	2.064	2.172	2.492	2.797	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.448	1.610	1.708	1.825	1.970	2.060	2.167	2.485	2.787	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.446	1.608	1.706	1.822	1.967	2.056	2.162	2.479	2.779	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.445	1.606	1.703	1.819	1.963	2.052	2.158	2.473	2.771	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.443	1.604	1.701	1.817	1.960	2.048	2.154	2.467	2.763	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.442	1.602	1.699	1.814	1.957	2.045	2.150	2.462	2.756	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.441	1.600	1.697	1.812	1.955	2.042	2.147	2.457	2.750	3.646

ANEXO IV

EJEMPLO DE ORDENES DE TRABAJO IMPLEMENTADO EN LA ISO 14224

The screenshot displays the EAM software interface for a work order (OT) titled "343642 - [CEGU-100H] MTTO. PREVENTIVO LAVADO TURBOCOMPRESORES - PG2". The interface is organized into several sections:

- Header:** Shows the EAM logo and navigation tabs: Trabajo, Reportes PPTR, Mantenimiento, Equipos.
- Search and Navigation:** A search bar on the left shows "Q+ [CEGU-100H]". Below it, a list of work orders is visible, with "343642 - [CEGU-100H] MTTO. PR..." selected.
- Work Order Summary:** Displays key information for the selected work order:
 - Orden de trabajo: 343642
 - Equipo: PNCML1CEGUM/PMNO UNR
 - Tipo: PPTR - Preventivo
 - Departamento: MTTO
 - Estado: **Cerrado** (dropdown menu)
 - Seguridad:
 - Programada:
 - Organización: PPTR
 - Creado por: PPTR01
 - Fecha de creación: 30/03/2014
 - Fecha Objeto: 01/03/2014
 - Fecha Programada: 01/03/2014
- Detalles de fabricación:** A section for manufacturing details, currently collapsed.
- Detalles de orden de trabajo:** A section for work order details with the following fields:
 - Prioridad: PPTR (IMPORTANTE)
 - Clase: OT/MTTO
 - OT estándar:
 - Ciudad:
 - Código de MP:
 - Código de orden:
 - Última lectura del medidor:
 - Modo de falla: PPTR 5236
 - Fecha de inicio: 02/03/2014 03:44
 - Fecha de finalización: 02/03/2014 10:20
 - Fecha original de encargo para el MP:
- Programación:** A section for scheduling with the following fields:
 - Informado por: CRABRIL2
 - Fecha del informe: 30/03/2014 23:40
 - Fecha Siguiente:
 - Asignado por:
 - Asignado a:
 - Final planificado: 01/03/2014
 - Fecha Objetivo Final:

ANEXO V
GUIA NOMENCLATURA ISO 14224 CEGU

Estructura general funcional de equipos central eléctrica Guayabal

El árbol funcional de equipos para las Centrales Eléctrica Guayabal fue diseñado como una estructura de redes orientada al manejo de la relación: operación-generación de energía.

Se estructuró la siguiente jerarquía, teniendo en cuenta los caracteres personalizados de cada uno de los campos requeridos en el sistema INFOR EAM:

Organización: Nombre de la empresa en la base de datos.

Definición: PPTR: Pluspetrol

Cliente: Nombre del cliente.

Definición: PT: Pluspetrol

Contrato: Nombre del contrato,

Definición:

PTOM: Operación y mantenimiento centrales eléctricas.

Campo: Nombre del campo de operaciones

Definición: PTOML8: Lote 8

PTOML1: Lote 1AB

Área: División por sectores del campo de operaciones

Definición: PTOML8CEC2: Central eléctrica corrientes II

PTOML1CEGU: Central Eléctrica Guayabal.

Sistema: Sistemas de equipos de la planta.

Sistema de Moto generación: Se documentará la definición y conceptos de los equipos que integran este sistema. Se debe relacionar Planos, ubicaciones gráficas y demás registros que permitan detallar la definición.

Subsistemas: Subsistemas de equipos de la planta.

Subsistemas: Se documentará la definición y conceptos de los equipos que integran este Subsistema. Se debe relacionar Planos, ubicaciones gráficas y demás registros que permitan detallar la definición.

Unidad Funcional: conjunto de equipos con un propósito funcional común.

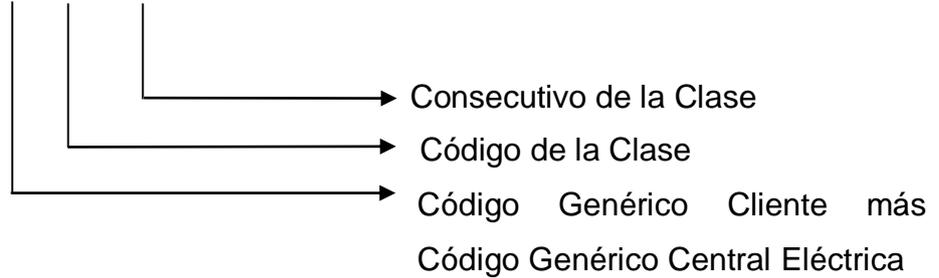
Posición: Funciones que realiza un tipo general de activo. La posición es fija y tiene una ubicación física donde se instala el equipo.

Código: Identificador único del equipo.

Definición:

CENTRAL ELÉCTRICA GUAYABAL

PNGU- XXX-0000



Estructura de equipos mantenibles: equipos / instrumentos / válvulas

Para la estructuración de equipos se definieron únicos campos que contienen la información requerida para la creación de equipos mantenibles tipo: Equipos, Instrumentos y Válvulas. Esta información corresponde:

(Campos de las plantillas de equipos / instrumentos)

Descripción: Nombre significativo de la descripción del equipo

Estado actual: Estado del ciclo de vida del activo.

Definición: Adquisición, Almacenado, Instalado, Operando, Fuera de servicio, Desinstalado,

Estado: Estado de operación del equipo

Definición: Operando

En stand by

En reparación

Fuera de servicio

Tipo Equipo: Familia Técnica de equipos por características técnicas.

Definición: Equipo

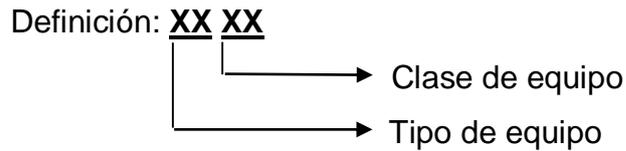
Instrumento

Válvula

Línea de flujo

Línea eléctrica

Clase Equipos: Agrupación de los equipos por características técnicas.



Tipo de equipo

Ejemplo:

COCE: Compresor Centrífugo.

Tipo Posición: Familia Técnica de las posiciones por características técnicas.

Definición: Posición Equipo

Posición Instrumento

Posición Válvula

Posición Línea de flujo

Posición Línea eléctrica

Tipo Sistema: Familia Técnica de las posiciones por características técnicas.

Definición: Área

Cliente

Campo

Contrato

Sistema

Sub-sistema

Unidad funcional

Clase Unidad Funcional: Agrupación de las unidades por características técnicas.

Salvaguardia: Equipo que garantiza la integridad de la planta SCE (Safety Critical Equipment).

Centro de costos: Cuenta a la cual el equipo se costea.

Departamento: Entidad administrativa encargada del objeto y gestionar el mantenimiento del activo.

Definición: MTO: Mantenimiento

OPS: Operaciones

Criticidad: Define la incidencia de este equipo dentro del proceso

Definición: CS: Críticos para la Seguridad y el Medio Ambiente

CA: Criticidad Alta

CM: Criticidad Media

CB: Criticidad Baja

Afecta producción: Define si la parada de equipo afecta directamente la producción u operación de planta.

Marca: Marca del equipo.

Modelo: Modelo del equipo.

Nro. Serial: Número de serie del equipo.

Nro. Inventario: Número capital del inventario dentro de la empresa.

Alias o Coloquiales: Son nombres populares que se le vinculan al equipo de manera que permita una consulta de manera ágil, (TAG de proceso).

Unidad de Medidor: Unidad que administra la frecuencia de ejecución de mantenimiento del equipo.

Fecha de inicio: Fecha de puesta en marcha del equipo.

Valor del equipo: Valor comercial del equipo.

Variables: Variable técnica de identificación del equipo,

Responsables:

Ser custodio del procedimiento, monitoreo y su correcta aplicación en el cargue de datos en el INFOR EAM (Enterprise Asset Managment).

ORGANIZACIÓN	PPTR	Plus petrol
CLIENTE	PN	Pluspetrol
CONTRATO	PNOM	Raiz + Operación y Mantenimiento
CAMPO	PNOML8 / L1	Raiz + Lote 8 / Lote 1AB
AREA	PNOML1 CEGU	Raiz + Central Eléctrica Guayabal
SISTEMA	PNOML1CEGUXX	Raiz + Sistema en código de dos caracteres
SUB-SISTEMA	PNOML1CEGUXXX	Raiz + Subsistema en código de dos caracteres
UNIDAD FUNCIONAL	PNOML1CEGUXXXX-XXXX	Raiz + Unidad en código de cuatro caracteres
POSICION	PNOML1CEGUXXXX-XXXX-XXXX.XXXX	Raiz + Posición en código de dos grupos de 4 caracteres
ACTIVO CEGU	PNGU-XXXX-0000	Raiz + Clase + Consecutivo