

Diagnóstico del servicio de mantenimiento de grupos electrógenos de emergencia

Diagnosis of maintenance service for emergency power suppliers

Edith Martínez-Delgado^{1,*}, Jesús Cabrera-Gómez², Bertha Alicia Arce-Castro³

I. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. Facultad de Ingeniería Industrial. La Habana, Cuba

II. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento. La Habana, Cuba

III. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales. Xalapa, México

*Autor de correspondencia: edithmd@ind.cujae.edu.cu

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) 

Recibido: 12 de enero de 2018

Aceptado: 6 de marzo de 2019

Resumen

En este artículo se presentan los resultados del trabajo realizado para una empresa prestadora de servicios de mantenimiento a grupos electrógenos de emergencia que son propiedad de sus clientes, teniendo como objetivo identificar las causas de mayor impacto sobre el mencionado servicio. Aplicando técnicas tales como observación, revisión documental, entrevista, tormenta de ideas, diagrama causa-efecto, diagrama de relaciones e Inograf, se consiguió identificar un numeroso grupo de factores causales que impactan negativamente en la

gestión del mantenimiento a los equipos en cuestión, proponiéndose acciones para superar la situación actual. Se identificaron como causas más importantes la diversidad de marcas, complejidades y contextos operacionales de los grupos electrógenos, la incapacidad para establecer y reconocer las fallas funcionales y sus modos de fallo, así como la falta de mecanismos de supervisión y control.

Palabras claves: grupo electrógeno de emergencia, disponibilidad, mantenimiento.

Abstract

The results of the work carried out for a company that provides maintenance services to emergency power suppliers owned by its customers, are presented in this article. Applying techniques such as observation, document review, interview, brainstorming, cause-effect diagram, relationship diagram and Inograf, it was possible to identify a large group of causal factors that impact negatively the maintenance management of this equipment, proposing

actions to overcome the current situation. The diversity of brands, complexities and operational contexts of the assets, the inability to establish and recognize functional failures and their failure modes, as well as the lack of supervision and control mechanisms, were identified as the most important causes.

Key words: emergency power supplier, availability, maintenance.

Cómo citar este artículo:

Martínez Delgado E, Cabrera Gómez J, Arce Castro BA. Diagnóstico del servicio de mantenimiento de grupos electrógenos de emergencia. Ingeniería Mecánica. 2019;22(2):92-99. ISSN 1815-5944.

Introducción

Los grupos electrógenos de emergencia (GEE) tienen la función de suministrar energía eléctrica a las dependencias y equipos de una determinada instalación, asumiendo total o parcialmente las interrupciones del servicio eléctrico externo. Normalmente los GEE se colocan en instalaciones en las que la continuidad del suministro de energía eléctrica es esencial para garantizar la vitalidad de dicha instalación, de modo que la atención a las fallas que puedan producirse cobra mayor relevancia para un tipo de activo en el que su cualidad más deseada es que siempre esté disponible en el momento de ser requerida su puesta en marcha y que no falle durante su operación, en el entendido de que se trata de un equipo que se utiliza en situaciones de emergencia.

Detrás de un buen funcionamiento de los GEE está la implementación de una adecuada estrategia de mantenimiento, para incidir favorablemente en el aprovechamiento de la vida útil de este activo, en la seguridad que esté funcionando cuando se le necesita, así como en la reducción de los costos de mantenimiento. Sin embargo, la estrategia de "trabajo hasta el fallo" es en no pocas ocasiones, la empleada en diversas organizaciones, lo que conlleva a no tener disponible el GEE cuando sea requerido o que la energía eléctrica suministrada por éste no cubra el tiempo que dure la interrupción del servicio eléctrico externo.

En la relación con las estrategias de mantenimiento empleadas y las fallas que ocurren, también inciden los actores que intervengan en este proceso. Estudios realizados por empresas que se dedican a brindar el servicio de mantenimiento, como P&Q Grupos[1], revelan que, en el momento de requerirse la puesta en marcha del GEE el fallo será del 84,5% cuando no existe ningún tipo de mantenimiento, del 67,5% cuando el mantenimiento es exclusivo del usuario (operador), del 11,8% con mantenimiento del usuario y apoyo del servicio técnico y 4,3% con mantenimiento exclusivo del servicio técnico. Si bien estos números pueden variar, lo cierto es que a partir de la estrategia adoptada, cada cual debe cumplir con las acciones de mantenimiento que le han sido asignadas y en cualquier caso, el operador es un actor fundamental, al constituir la interfaz entre el activo y el servicio requerido y ser quién responde por el mantenimiento de rutina.

Sin embargo, la empresa ha venido presentando dificultades para cumplir con los compromisos contractuales relativos a estos indicadores, por lo que se identificó el problema a resolver en términos de ¿cómo contribuir a la mejora del servicio de mantenimiento a los GEE para cumplir con las metas pactadas de los indicadores disponibilidad, tiempo de respuesta y tiempo de solución de fallas?

Para abordar la solución del problema planteado se diseñó una investigación con el objetivo de identificar las causas de mayor impacto sobre el servicio de mantenimiento, proponiéndose acciones que contribuyan a conseguir el cumplimiento de las metas antes mencionadas.

Diversos autores abordan las herramientas que deben utilizarse para la recopilación y análisis de la información requerida en el diagnóstico empresarial. Entre las técnicas clásicas se encuentran las que siguen: revisión documental, observación, encuesta, entrevista, lista de chequeo. Otras son: la Evaluación del proceso y el Modelo de referencia logística. Si de lograr el consenso monocriterio se trata, algunos métodos factibles de emplearse son los basados en la tormenta de ideas como el Método Delphi, Método de concordancia de Kendall, Método 4-5-3 o también, la Moda y la mediana. Otros permiten el consenso multicriterio tales como el Método suma ponderada, la filosofía de los ELECTRE, EDIPO y el Método lexicográfico [2, 3].

Se tuvieron en cuenta los preceptos actualmente aceptados para la mejora de la confiabilidad operacional en un sistema técnico [4], donde los análisis de confiabilidad y mantenibilidad juegan un rol determinante para garantizar la disponibilidad de los activos [5, 6] y los resultados de esos trabajos son ampliamente utilizados para contribuir a la optimización de los programas de mantenimiento [7,8].

Métodos y Materiales

El trabajo se realizó en una empresa prestadora de servicios de asistencia técnica y mantenimiento a GEE con alcance nacional, que atiende a más de 6500 de estos equipos de diversas marcas, modelos, capacidades, complejidades y contextos de operación, pertenecientes a casi todos los organismos e instituciones existentes en el país. Este escenario complica extraordinariamente la actividad de la entidad, de modo que ésta ha tenido que establecer prioridades en las que se da preferencia a instalaciones de la salud, el orden interior y el suministro de agua.

Como parte de los acuerdos contractuales entre dicha entidad y los poseedores de GEE, se incluye el cumplimiento de las metas de los indicadores siguientes:

- Disponibilidad de los GEE no menor del 95 %.
- Tiempo de respuesta para la atención de fallas reportadas no mayor de 72 horas.
- Tiempo de solución de las fallas reportadas no mayor de 240 horas.

Para dar solución al problema planteado y contribuir al cumplimiento de las metas fijadas entre las partes, de los indicadores acordados, se partió de un diagnóstico del sistema actual.

El diagnóstico empresarial constituye una herramienta que puede o no ser sencilla, pero que es de utilidad a los fines de conocer la situación actual de una organización y detectar reservas para su crecimiento, sobrevivencia o desarrollo. Representa a su vez, un modelo analítico capaz de permitir un conocimiento más profundo de la situación real de la entidad en un momento dado para descubrir problemas y oportunidades de mejora. Múltiples son las técnicas, herramientas, métodos y procedimientos que pueden ser empleados para realizar un diagnóstico y así se evidencia en la bibliografía consultada [9, 10, 11]. Se destacan los aspectos que siguen:

- La generalidad de los métodos incluyen tres contenidos fundamentales que son: 1) la presentación de la organización donde se realizará el estudio, 2) el análisis de la situación actual, que puede considerarse como el núcleo del diagnóstico y, 3) el resumen de las deficiencias detectadas.
- Los métodos se diferencian, en cómo se desglosan o hasta dónde abarcan cada uno de los contenidos referidos anteriormente; siendo precisamente el segundo contenido el más factible de desglosar y el que aporta la mayor diferencia en el método empleado. Esto depende de cuál es el objetivo que se persigue con el diagnóstico en cuestión. En la tabla 1 se resumen los objetivos y enfoques de los métodos analizados.

Tabla 1. Enfoques de diagnóstico

| | Objetivo | Enfoque o método de solución |
|---|---|---|
| 1 | Conocer cuál es la situación de una organización con el fin de alinear sus negocios con las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. | Enfoque de arquitectura empresarial (AE), donde el análisis de la situación actual se centra en el estudio de las distintas capas que conforman el proyecto de AE [12-14]. |
| 2 | Identificar cuáles son los aspectos que permiten mejorar la gestión de inventarios en una organización y calcular los parámetros de aquellos productos más importantes. | Enfoque multicriterio en espacios discretos apoyado en técnicas ABC, el trabajo en grupo y el uso de las tecnologías de la información [15]. |
| 3 | Determinar cuáles son los datos críticos que se manejan en una organización para contribuir a su fidelidad e integridad, entre otros atributos de interés. | Enfoque centrado en la calidad de los datos con aplicación de elementos de gestión y técnicas de la matemática aplicada. |
| 4 | Racionalizar los recursos de una empresa de modo que se mejoren los procesos de interés con un mayor aprovechamiento de las capacidades de los mismos. | Enfoque de simulación basado en la medición y estudio del comportamiento de los tiempos del proceso de distribución, análisis de indicadores económicos y del empleo de la capacidad del proceso[16]. |
| 5 | Lograr la integración de los procesos que conforman una cadena de suministro. | Enfoque basado en el Modelo de referencia de la logística competitiva. |
| 6 | Detectar los problemas existentes en el sistema de información implantado en una organización y de su gestión. | Enfoque basado fundamentalmente en la planeación estratégica, de procesos, análisis de la infraestructura informativa [17]. |

Procedimiento de diagnóstico para el servicio de mantenimiento

Un elemento importante en el diagnóstico es el estudio de las interrelaciones existentes entre las variables. El diagrama Ishikawa permite visualizar las incidencias de las causas y subcausas en el efecto del objeto de diagnóstico, aunque no permite reconocer la intensidad de dichas relaciones. En este sentido, resulta útil emplear el Inograf y el diagrama de relaciones. En la figura 1 se presenta un esquema del procedimiento propuesto para el diagnóstico.

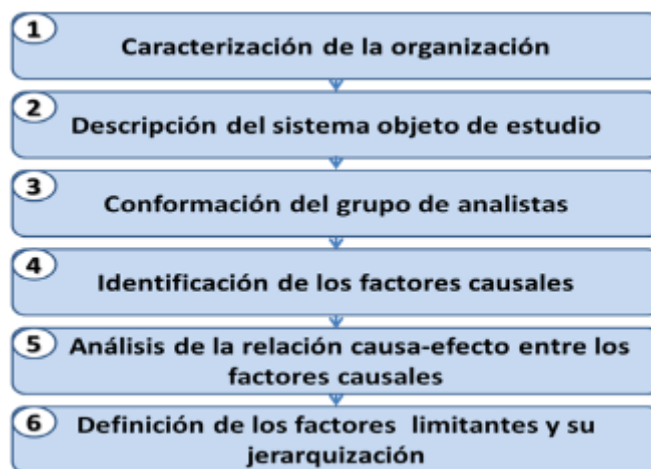


Fig. 1. Procedimiento de diagnóstico propuesto

A continuación se exponen los aspectos fundamentales del procedimiento y su aplicación, especificando el propósito a lograr en cada paso.

Paso 1. Caracterización de la organización

La revisión documental y las entrevistas realizadas permitieron conocer las características fundamentales de la organización a través de su misión, visión, objeto social, estructura organizativa, clientes, proveedores principales, recursos con los que cuenta para la realización de su actividad, entre otros aspectos.

Paso 2. Descripción del sistema objeto de estudio

Incluyó una descripción del sistema de mantenimiento objeto de diagnóstico, estableciéndose su alcance, características de los activos a mantener, incluyendo marcas, complejidades y contexto operacional. Se revisaron las estrategias de la organización para gestionar el mantenimiento, indicadores existentes, el establecimiento de las metas, la base de cálculo y su cumplimiento.

Paso 3. Conformación del grupo de analistas

Tomando como base el personal involucrado, se seleccionó un grupo de especialistas que fueran capaces de emitir opiniones por ser conocedores del sistema analizado. En el análisis cualitativo se atribuyó importancia a los criterios de los especialistas más conocedores y con más experiencia práctica. La selección de los expertos se adecuó a las características del factor humano en la organización y del sistema a analizar. En este caso, se consideró aplicar los métodos que siguen:

- Método de efectividad de su actividad profesional: conlleva a la selección de especialistas de reconocida experiencia profesional y prestigio.
- Método de Autoevaluación: el propio experto se evalúa a través de encuestas especiales cuyo tiempo de realización está prefijado. Se utiliza un coeficiente de competencia para el procesamiento de la encuesta.
- Método del coeficiente de Competencia k: se integra en este coeficiente de competencia, los coeficientes de conocimiento y argumentación, que se obtienen a través de un cuestionario acompañado de un patrón de evaluación.
- Método multiatributo para ponderar a los expertos: como alternativa a los métodos mencionados anteriormente.

Luego del análisis realizado, se decidió emplear el Método del coeficiente de Competencia k.

Paso 4. Identificación de los factores causales

Permitió identificar aquellos factores causales que inciden negativamente en la gestión del mantenimiento, que conllevan a que no se cumplan las metas de los indicadores pactados. Para llegar a la identificación deseada se realizaron las acciones que siguen:

- Acción 4.1: Análisis de los aspectos que impactan en el problema a resolver. Se determinaron los aspectos que más afectan a la adecuada gestión del mantenimiento, para posteriormente realizar un análisis del comportamiento de cada uno de éstos; es decir, las causas que impactan en cada factor. Para el desarrollo de esta acción emplearon técnicas de dinámica grupal basadas en la tormenta de ideas.
- Acción 4.2: Identificación de las dimensiones. Se identificó a qué dimensión corresponde cada uno de los factores causales, esto es: procedimiento, equipos, mano de obra, información, etc. Estas dimensiones dependen de los factores causales que quedan identificados.
- Acción 4.3: Agrupación de los factores por dimensión. Se agruparon los factores identificados con las dimensiones establecidas en la acción anterior, de modo que los factores quedan clasificados según las dimensiones.

Paso 5. Análisis de la relación causa-efecto entre los factores causales

Con la participación del grupo conformado en el Paso 3, se establecieron las relaciones existentes entre los factores causales y sus causas. Se consensuaron cualitativamente dichas relaciones, las que se reflejaron en un diagrama Ishikawa.

Paso 6. Definición de los factores limitantes y su jerarquización

Permitió conocer cuáles son aquellos factores que limitan en mayor medida el logro de otros, así como cuáles son aquellos que están más limitados por otros factores. Para ello se aplicaron las herramientas diagrama de relaciones e Inograf. El diagrama de relaciones es una tabla donde se reflejan las relaciones existentes entre los elementos o variables del sistema que se estudia. El Inograf se apoya en el diagrama de relaciones y puede verse como una red que visualiza las variables que se estudian a través de sus nodos y las

relaciones que quedan establecidas entre ellas mediante los arcos. El significado de las variables depende de la aplicación desarrollada. Permitted analizar, una vez identificadas la variable causal y la variable efecto del sistema, las posibles acciones de mejora.

Resultados y Discusión

Como consecuencia de la aplicación del procedimiento propuesto y el análisis realizado, se muestran los resultados de los pasos 4, 5 y 6. Se identificaron los principales problemas que impactan negativamente a la gestión del mantenimiento de los GEE.

Factores causales asociados

1. Inexistencia de manuales, guías y procedimientos para la solución de problemas en los GEE.

Muchos proveedores no ofrecen esta información, sino que solo brindan datos generales como marca, modelo, número de serie, dimensiones, potencia y velocidad, entre otros. También sucede que la mencionada información no se incluye en el acuerdo de adquisición del GEE. Se conoció además que la entidad no tiene establecida una política de calidad que viabilice la gestión de la información referente a los GEE, de modo que aun si cuentan con la información necesaria, su inadecuada gestión dificulta que ésta llegue a manos de los técnicos que la necesitan. A todo lo anterior se añade el hecho observado de que no existe consenso sobre la definición de los fallos funcionales y los modos de fallo.

2. Escasez de herramientas especializadas.

La ausencia de un estudio que permita identificar los tipos y cantidades de herramientas especializadas necesarias para los trabajos que se deben realizar, ha estado incidiendo en el empleo eficaz de las herramientas disponibles, con el consiguiente alargamiento de los tiempos de respuesta para la solución de las fallas. La eventual falta de recursos también ha tenido influencia en este sentido.

3. Pobre identificación de las fallas funcionales y los modos de fallo.

No se ha realizado estudio alguno que permita, a partir de las funciones que deben definirse para los GEE, establecer consenso acerca de las posibles fallas funcionales y sus correspondientes modos de fallo. En este aspecto tienen incidencia la diversidad de marcas, complejidades y contextos operacionales de los GEE. Se ha observado repetidamente el hecho de que se reporta de varias maneras diferentes una falla funcional y/o un modo de fallo, lo que dificulta su atención expedita y el consecuente seguimiento de las frecuencias de ocurrencia de cada tipo de fallo.

4. Problemas con los operadores.

Los operadores no forman parte de la entidad prestadora del servicio de mantenimiento, aunque su actividad tiene un impacto decisivo en la continuidad del cumplimiento de las funciones de los GEE. Muchas entidades propietarias de un GEE no tienen un operador especializado a cargo, sino varios que cumplen además con otras tareas. La multiplicidad de funciones, los bajos salarios y la falta de interés para desempeñar "una tarea más", son causantes del pobre desempeño, el que también está relacionado con la insuficiente preparación de este personal y la no sistematicidad de las acciones de capacitación, supervisión y control, que ocasionan problemas de operación y provocan fallas.

5. Problemas organizacionales.

Tienen que ver tanto con la entidad prestadora del servicio de mantenimiento como con las entidades receptoras. Para estas últimas, los principales problemas identificados se relacionan con las políticas aplicadas para la selección de los operadores de GEE y la supervisión y control de su actividad, así como las estrategias para la asignación de tareas y capacitación. Estos problemas también están presentes en la entidad prestadora del servicio con matices diferentes, añadiéndose el relacionado con la asignación y distribución de los recursos, que ocasionalmente es causa del empleo de insumos no idóneos.

La identificación y análisis de los factores causales permitió establecer como dimensiones a considerar: mano de obra, método, máquinas, medio ambiente y materiales. La Figura 2 presenta un diagrama causa-efecto (Ishikawa) que resume el análisis de los factores causales que impactan negativamente sobre la situación actual del mantenimiento a los GEE, agrupados por cada dimensión.

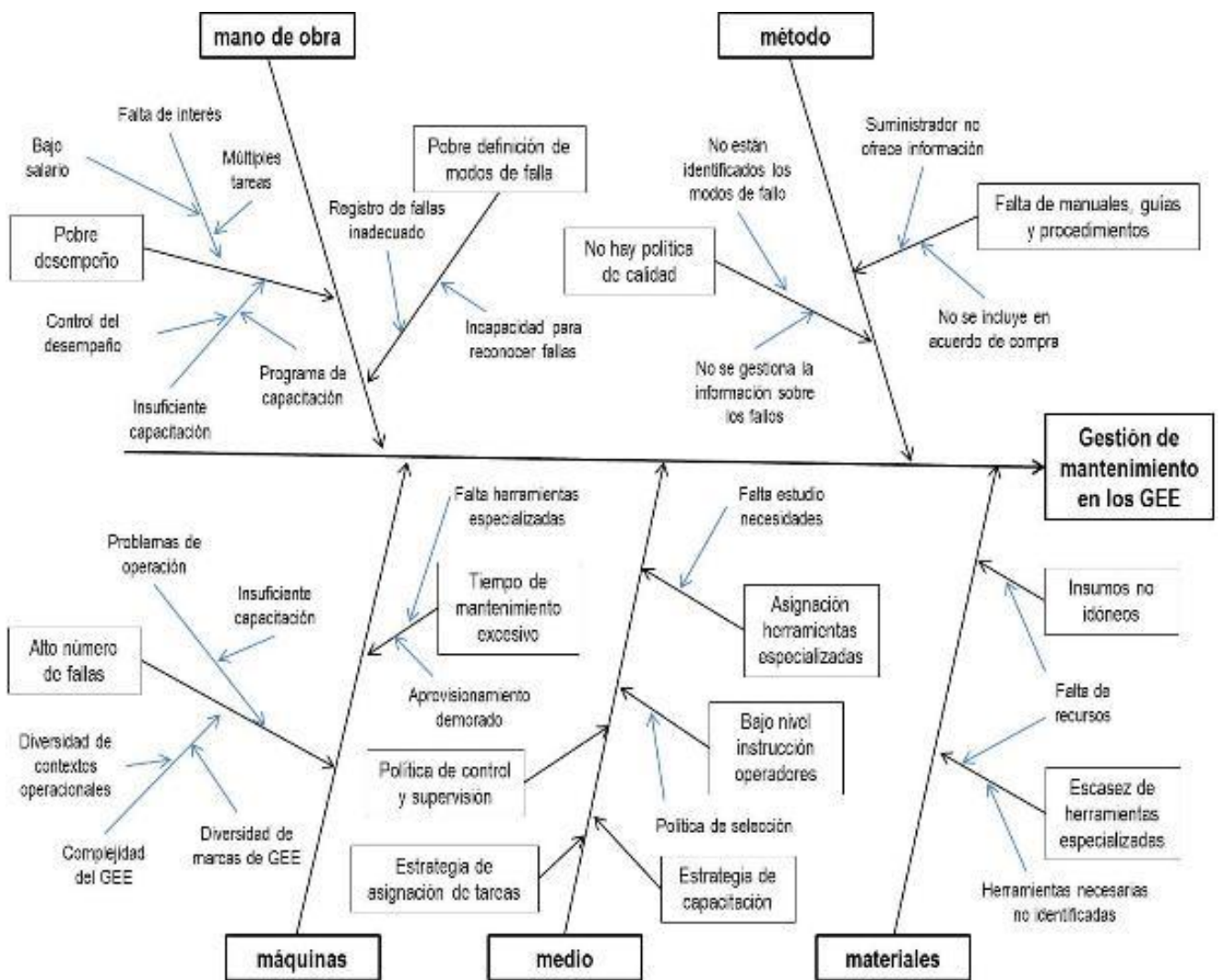


Fig. 2. Relación entre factores causales en la gestión de mantenimiento a GEE

Definición de los factores limitantes y su jerarquización

Con el fin de definir y jerarquizar los factores limitantes se aplica la herramienta Inograf. En la tabla 2 se presenta la leyenda de los elementos cuyas relaciones se estudian a través de esta herramienta, así como la dimensión a la que pertenece cada uno.

Tabla 2. Leyenda de los elementos del Inograf

| Notación | Elementos | Dimensión |
|----------|---|--------------|
| A | Pobre desempeño | Mano de obra |
| B | Pobre definición de modo de fallas | |
| C | No hay política de calidad | |
| D | Falta de manuales, guías y procedimientos | Método |
| E | Alto número de fallas | Máquinas |
| F | Tiempo de mantenimiento excesivo | |
| G | Política de control y supervisión | |
| H | Estrategia de asignación de tareas | Medio |
| I | Estrategia de capacitación | |
| J | Bajo nivel de instrucción de los operadores | |
| K | Asignación de herramientas especializadas | Materiales |
| L | Insumos no idóneos | |
| M | Escasez de herramientas especializadas | |

De manera preliminar a la elaboración del Inograf, se conformó el diagrama de relaciones de los elementos a incluir en éste. Dichos elementos constituyen los factores causales que impactan negativamente al mantenimiento de los GEE y el análisis de la intensidad de las relaciones que se establecen entre los mismos se recoge en la Tabla 3, donde se muestra el diagrama de relaciones, mientras que el Inograf se presenta en la figura 3.

Tabla 3. Diagrama de relaciones entre los factores causales

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | Σ |
|---|---|---|---|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| A | - | | | | x | x | | | | | | | | 2 |
| B | x | - | x | | x | x | | | | | | | | 4 |
| C | x | x | - | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | 12 |
| D | x | x | | - | x | x | | | | x | x | x | | 7 |
| E | | | | | - | x | | | | | | | | 1 |
| F | | | | | | - | | | | | | | | 0 |
| G | x | x | x | | x | x | - | x | x | x | x | x | | 10 |
| H | x | | | | x | x | x | - | x | x | x | | | 7 |
| I | x | x | | | x | x | x | x | - | x | x | x | | 9 |
| J | x | x | | x | x | | | | | - | | x | | 5 |
| K | x | | | | x | x | | | | | - | | | 3 |
| L | | | | | x | x | | | | | | - | | 2 |
| M | x | | | | x | x | | | | | x | | - | 4 |
| Σ | 9 | 6 | 2 | 2 | 11 | 11 | 3 | 3 | 3 | 5 | 6 | 5 | 1 | - |

La jerarquización de las variables efecto, deducida del diagrama de relaciones, indica que las variables que se ven más limitadas son:

- Alto número de fallas.
- Tiempo excesivo de mantenimiento.
- Pobre desempeño de los operadores.

La jerarquización completa de las variables causales, revela en este caso que las variables que más frenan el desempeño del resto de éstasson:

- Ausencia de una política de calidad.
- Problemas con la política de control y supervisión.
- Inadecuada estrategia de capacitación.
- Falta de manuales, guías y procedimientos.
- Inapropiada estrategia de asignación de tareas.

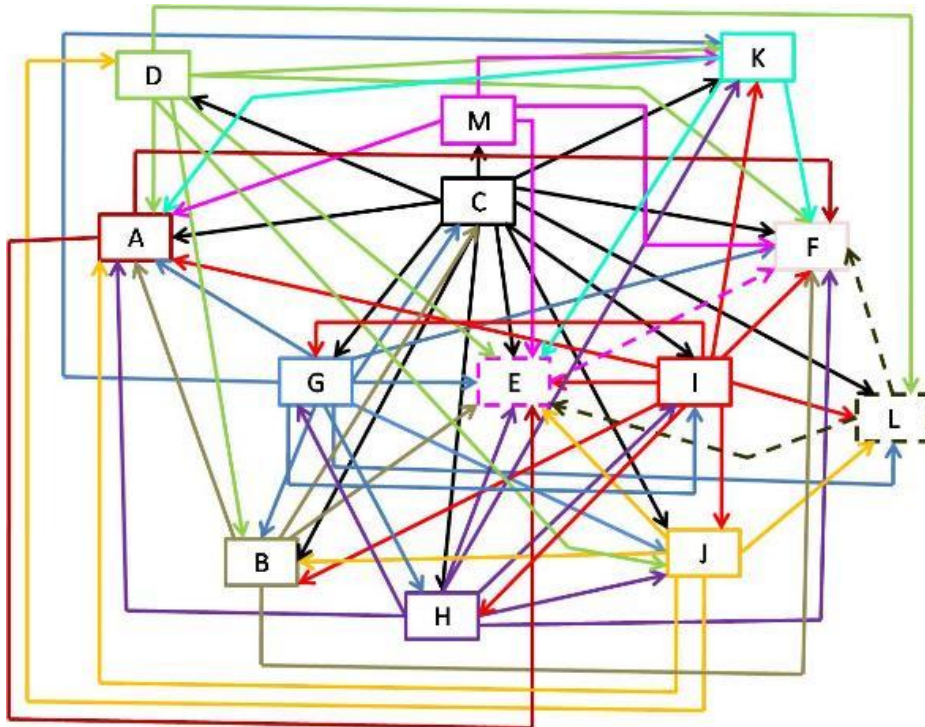


Fig. 2. Inograf de los factores causales

El análisis de las interrelaciones entre algunos factores causales, considerando los actores del proceso, evidencia que:

- El pobre desempeño de los operadores (factor causal A), incide directamente en los problemas de operación de los GEE, que se manifiestan en la ocurrencia de un número alto de fallas y de un tiempo excesivo de mantenimiento (factores causales E y F respectivamente).
- El hecho de que los operadores y mantenedores no puedan disponer de manuales, guías y procedimientos (factor causal D) que los orienten en las actividades idóneas de mantenimiento, repercute directamente en el pobre desempeño de éstos; así mismo se les dificulta la definición de modo de fallas incidiendo esto en el número alto de fallas y un tiempo excesivo de mantenimiento (factores causales E y F respectivamente).
- El alto número de fallas (factor causal E) genera mayores requerimientos de atención por parte de los mantenedores ocasionando consecuentemente que el tiempo de mantenimiento sea mayor que cuando las fallas no ocurren con tanta frecuencia (factor causal F).

La aplicación del procedimiento propuesto reveló los factores sobre los que se debe incidir para contribuir a la mejora del servicio de mantenimiento a los GEE y así facilitar el cumplimiento de las metas pactadas para los indicadores: disponibilidad, tiempo de respuesta y tiempo de solución de fallas.

Conclusiones

El mayor impacto desfavorable sobre la gestión de mantenimiento en los GEE radica en los problemas de tipo organizacional, asociados a las dimensiones “Medio” y “Método”.

Los factores causales que más inciden negativamente en el mejor desempeño de la organización, en cuanto a la gestión del mantenimiento en los GEE, están relacionados con la inexistencia de una política de calidad, los problemas en la política de control y supervisión, la inadecuada estrategia de capacitación, así como, la falta de manuales, guías y procedimientos y la inapropiada estrategia de asignación de tareas. Las acciones correctivas deben dirigirse a la atención priorizada de los factores causales identificados, debiendo establecerse una estrategia tal que priorice la atención a los problemas organizacionales.

Referencias

1. Rodríguez R. El necesario mantenimiento de los grupos electrógenos. Leganés, España: Publicación digital Energética XXI PQ Grupos; 2017. [Citado 30 de enero de 2018] Disponible en: <http://www.energetica21.com/descargar.php?seccion=articulos&archivo=n8ifcpLhzH3atOarQ4ZO5cKU2ENAlowwITQC9ckxjbMSqn08qXKZ1Vt.pdf>
2. Lara L. Teoría semántica y método lexicográfico. Ciudad de México, México: Editorial El Colegio de México; 2016. [Citado 30 de enero de 2018] Disponible en: https://books.google.com/cu/books?id=VQG1DgAAQBAJ&pg=PT4&lpg=PT4&dq=ISBN+978-607-462-855-5&source=bl&ots=qblOKHdAmo&sig=ACfU3U0l-itV7RUKnKJQpcOC_0BoYq9eQQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwie1p-W0MDhAhWGrFkKHAYcByIQ6AEwAHoECAgQAQ#v=onepage&q=ISBN%20978-607-462-855-5&f=false
3. Maher A, Maysam F. Classifier consensus system approach for credit scoring. Knowledge Based Systems. 2016;104:89-105.
4. Díaz A, Villar L, Rodríguez A. Análisis bibliográfico de la confiabilidad operacional en sistemas técnicos complejos. Ingeniería Mecánica. 2018;21(2):77-81.
5. Benítez R, Díaz A, Cabrera J, et al. Assessment of components of operational reliability in walk-in freezer. Ingeniería Mecánica. 2016;19(2):78-84.
6. Rai RN, Bolia N. Availability-based optimal maintenance policies for repairable systems in military aviation by identification of dominant failure modes. Journal of Risk and Reliability. 2014;228(1):52-61.
7. Duan C, Deng C, Gharaei A, et al. Selective maintenance scheduling under stochastic maintenance quality with multiple maintenance actions. International Journal of Production Research. 2018;56(23):7160-7178.
8. George-Williams H, Patelli E. Maintenance Strategy Optimization for Complex Power Systems Susceptible to Maintenance Delays and Operational Dynamics. IEEE Transactions on Reliability. 2017;66(4):1309-1330.
9. Alshikhi O A, Abdullah B M. Information Quality: Definitions, Measurement, Dimensions, and Relationship with Decision Making. European Journal of Business and Innovation Research. 2018;6(5):36-42.
10. Malleuve A, Alfonso D, Lavandero J. Study of elements behavior for integration management system with enterprise architecture approach, DYNA. 2017;84(203):349-355.
11. Martínez M, Hernández M, Bautista B, et al. Diagnóstico empresarial en la micro y pequeña empresa, caso: “Impresos Bautista” de Tamazunchale, S.L.P. RIISDS, Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social. 2017;1(3):167-177.
12. Ávila BL. Modelos de Referencia de Arquitectura Empresarial para la Industria de Educación Superior. Revista Killkana Técnica. 2018;2(1):27-34.
13. Cruz H, Briceño W. Identificación de principios de arquitectura empresarial para la gestión de factores de impacto en entidades públicas colombianas utilizando TOGAF. Revista Inventum. 2015;10(18):22-28.
14. Gómez C. Modelo de arquitectura empresarial para pequeña y mediana empresa de TI en Colombia. In: 7ma Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2017); Orlando, EEUU; 2017. [Citado 15 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.iiis.org/CDs2017/CD2017Spring/papers/CB559NS.pdf>
15. Bofill A, Sablón N, Florido F. Procedimiento para la gestión de inventario en el almacén central de una cadena comercial cubana. Revista Universidad y Sociedad. 2017;9(1):41-51.
16. Martínez E, González C, Garza R, et al. Integración de la Simulación, la Regresión y la Optimización multiobjetivo para determinar los recursos en un banco. Investigación Operacional. 2018;39(1):140-150.
17. Martínez E, Garza R, López J M, et al. Procedimiento de mejora de los sistemas de información para el establecimiento de un sistema informativo de gobierno. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores. 2018;5(2):1-17.