

11

Fecha de presentación: octubre, 2021

Fecha de aceptación: diciembre, 2021

Fecha de publicación: febrero, 2022

DISEÑO DEL GRUPO DE EXPERTOS

PARA CONTRIBUIR A LA GESTIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

DESIGN OF THE GROUP OF EXPERTS TO CONTRIBUTE TO THE ADMINISTRATION OF THE PLANNING OF THE MAINTENANCE

Rogej A. Marrero Hernández¹

E-mail: rmhernande@ind.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9080-8497>

Alexis Smith Fernández²

E-mail: alexis.smith@8marzo.biocubafarma.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0444-8905>

¹Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echevarría” Cuba.

²Empresa de Laboratorios Farmacéuticos 8 de Marzo. La Habana. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Marrero Hernández, R. A., & Smith Fernández, A. (2022). Diseño del grupo de expertos para contribuir a la gestión de la planificación del mantenimiento. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(S1), 97-109.

RESUMEN

La toma de decisiones es un aspecto difícil en la gestión empresarial debido a que existen personas con diversidad de criterios, que hacen resistencia a los cambios que involucran a la gestión del proceso de mantenimiento. Hoy prevalece la mentalidad del costo y se carece de personas competentes que puedan conducir eficientemente el proceso. Lo que contribuye a una deficiente toma de decisiones en la gestión. Se detectó como problema la deficiente integración y cooperación de las áreas del sistema empresarial con la planificación del mantenimiento, lo que limita la toma de decisiones en función de la adquisición de los recursos para la ejecución y programación del mismo. El objetivo de este trabajo fue diseñar el procedimiento para la conformación del grupo de expertos que, con sus competencias, y la realización de asesorías, transmitan las experiencias ante situaciones reales y de incertidumbre a través de la transferencia de conocimientos técnicos, en los procesos de gestión empresarial y en la planificación del mantenimiento operativo, para contribuir al desarrollo de la gestión del mismo. En el desarrollo de este trabajo se aplicaron técnicas propias del campo de la investigación como son: la entrevista, el cuestionario, revisión de documentos, entre otros.

Palabras clave: Expertos, decisiones, mantenimiento.

ABSTRACT

Decision-making is a difficult aspect in business management because there are people with a diversity of criteria, who resist changes that involve the management of the maintenance process. Today the cost mentality prevails and there is a lack of competent people who can efficiently conduct the process. What contributes to poor decision making in management. The poor integration and cooperation of the areas of the business system with maintenance planning was detected as a problem, which limits decision-making based on the acquisition of resources for its execution and scheduling. The objective of this work was to design the procedure for the formation of the group of experts who, with their competencies, and carrying out consultancies, transmit experiences in real situations and uncertainty through the transfer of technical knowledge, in the processes of business management and operational maintenance planning, to contribute to the development of its management. In the development of this work, techniques typical of the field of research were applied, such as: the interview, the questionnaire, document review, among others.

Keywords: Experts, decision, maintenance.

INTRODUCCIÓN

En palabras de los creadores del método Delphi (Zartha Sossas, et al., 2014), se plantea que este, fue desarrollado para obtener el consenso de opinión más fidedigna de un grupo de expertos, sometiéndolos a una serie de cuestionarios con retroalimentación controlada. La gestión de activos a lo largo de su ciclo de vida, ha adquirido especial atención a nivel internacional, apoyado en la familia de normas ISO 55001 (International Organization for Standardization, 2014). La gestión del mantenimiento se encuentra como parte de esta, contribuyendo a que los activos cumplan con las funciones para lo cual fueron definidos; manteniendo su confiabilidad y disponibilidad técnica.

Dicha gestión del mantenimiento, está compuesta por las etapas de planificación, ejecución, verificación y control. La planificación como parte fundamental de la gestión, está compuesta por la planeación y las tareas de mantenimiento, en las que se hace énfasis en los criterios técnicos, para lograr una integración y cooperación del mantenimiento con el resto de las áreas del sistema empresarial. De esta forma se logrará una flexibilidad en los planes de mantenimiento diseñados, contribuyendo a la toma de decisiones y a la disminución de los riesgos en el proceso.

El éxito de esta gestión, en el criterio de Garza Ríos, et al. (2007), está en contar con un capital humano competente y hábil, que puedan concretar e impartir instrucciones, coordinar personas, liderar grupos de trabajo etc. Estas personas deben contar con un nivel de Experticia que permita sortear los aspectos negativos de los procesos de mantenimiento y hacerlo más eficiente.

El problema que se presenta en la investigación es la falta de integración y cooperación, en los criterios referidos por los directivos, sobre la necesidad del proceso de planificación del mantenimiento; para su posterior ejecución operativa, en función de la distribución de los recursos disponibles y la toma de decisiones. En este caso, la no existencia de un grupo de expertos para el mantenimiento, conlleva a que no se realice un análisis del proceso de planificación y planeación del mantenimiento tanto conceptual como práctico, para su correcta aplicación. La conformación este permite eliminar la subjetividad en procesos evaluativos que dependen de la asignación de pesos a factores; establecimiento de órdenes jerárquicos, de importancia para estos; o para determinados objetivos, permitiendo mediante consenso, tomar posición al respecto.

Se entiende por experto, según Michalus, et al. (2015), tanto al individuo en sí como a un grupo de personas en

una organización, capaz de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. Se basa en garantizar la realización de cuestionamientos precisos sin posibilidad de doble interpretación. En la investigación se utiliza el criterio emitido por Gallego Pereira, et al. (2010), el cual manifiesta que, los paneles óptimos deben incluir expertos de distintos niveles de conocimiento sobre el ámbito de estudio. Por otra parte, se defienden la heterogeneidad en la selección de los expertos para preservar y asegurar la validez de los resultados. Con independencia a la anterior discusión, Lai (2001), plantea que la selección de los participantes del estudio debe realizarse de forma rigurosa,

En la revisión bibliográfica, no se encuentra un instrumento que se ajuste a la concepción de conformar grupos de expertos, con un principio colaborativo para la actividad de mantenimiento, considerando la concurrencia entre las áreas de la empresa, logrando el consenso entre los conocimientos de directivo y trabajadores, con respecto a la necesidad de una correcta planificación del mantenimiento para la sostenibilidad de la empresa. Ante esta situación se hace eminente, la necesidad de conformar un grupo de expertos que pueda organizar el trabajo de la actividad de mantenimiento. En la conformación del grupo, cada miembro tiene sus criterios de la realidad, basado en su experiencia y conocimiento por lo que se deben hacer coincidir los criterios. Este grupo debe tener en cuenta la distribución de los recursos desde la etapa de planificación, planeación del mantenimiento como parte fundamental de la gestión del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron empleadas técnicas propias del campo de la investigación tales como búsqueda bibliográfica, métodos para la elaboración y aplicación de encuestas, modelación de procesos y modelación matemática. Esta modelación matemática, facilitó la toma de decisiones en la definición, desratización y jerarquización de las personas que participan en la investigación. Dicho procedimiento se apoya en el diseñado por Artola Pimentel (2002), utilizando además el cálculo índice de Experticia (IE) del experto *i*. La captación y procesamiento de los datos primarios se hace a través de las herramientas de análisis y realización de encuestas, así como en la detección y análisis de deficiencias según la metodología aplicada. Constituyen dichos métodos, la base de los restantes aplicados en el transcurso de la investigación.

Actualmente el término a utilizar es conformación del comité de expertos, que es como lo recogen las normativas vigentes, en el Decreto Ley 326, (2014) y en el reglamento

de la ley del código de trabajo, etiquetado como Ley 116 (Cuba. Consejo de Ministros, 2013). En estos casos, en ninguna de estas normativas se contempla la necesidad de probar la experticia de los decisores ni su conocimiento solamente se organiza por decisión administrativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del conocimiento formado a través del estudio bibliografías, permiten organizar los pasos para la definición del grupo de expertos formado para esta investigación. La aplicación de la metodología es adaptable a las particularidades y a la estrategia de operaciones de mantenimiento de cada empresa en particular.

La tabla 1, se muestra un resumen de las bibliografías consultadas para la selección de expertos. Esta muestra los aspectos fundamentales que se utilizan para la obtención efectiva del grupo de expertos. Detectando la carencia de un procedimiento ordenado que conlleve con pasos lógicos la conformación de un grupo de expertos y brindado soluciones de capacitación para los candidatos que no llegan a cumplir con los índices para ser experto.

Tabla 1. Muestra de los modelos analizados para la conformación del grupo de expertos.

Nombre y apellidos	Aspectos para definir el grupo de expertos							
	Coefficiente de Conocimiento	Coefficiente de Argumentación	Coefficiente de competencia	Índice de Experticia	Procedimiento para la definición del grupo de expertos	Plan de Mejoras	Definición del Número de Expertos	Año de publicación
María de Lurdes Artola Pimentel	X	X	X	X	-	-	X	2002
Carlos J. López Gutiérrez, Alexis J. Stuart Rivero y Anairis Granado Mejías	X	X	X	-	-	-	X	2011
Juan C. Michalus, William A. Sarache y Gilberto H. Pérez	X	X	X	X	-	-	X	2015
Richard Daniel Martínez y Rogej Marrero Hernández.	X	X	X	X	X	X	X	2018

Una vez analizados los métodos aplicados para la definición de los expertos, se evidencia que existe una carencia en la conformación de los grupos de expertos faltando como componente fundamental la mención de la disposición a asumir el compromiso de los compañeros seleccionados a brindar una información verídica que contribuya con la gestión de la planificación del mantenimiento. Además de no mostrar un procedimiento concreto, en el que se exprese la colaboración de las partes y los pasos necesarios para la conformación de grupos de expertos, apoyando así la gestión empresarial desde la planificación del mantenimiento. Por esta razón se plantea la necesidad de diseñar un procedimiento que explique cada uno de los pasos a seguir para la conformación de los grupos de expertos. El mismo estará conformado por los siguientes aspectos, premisas, objetivos, beneficios, principios y cuatro etapas.

Premisas del procedimiento

La dirección de la entidad debe mostrar su responsabilidad ante el trabajo, brindando toda la información necesaria, logrando demostrar la necesidad de la concurrencia entre la integración de los factores del sistema empresarial. Se realiza una capacitación a los trabajadores en el mismo consejo y después puntualmente a los trabajadores que se consultaron teniendo en cuenta, su disposición y voluntad para contribuir al desarrollo del trabajo.

Objetivo del procedimiento

Conformar un grupo de expertos que contribuya a la gestión del proceso de mantenimiento con énfasis en la gestión de la planificación.

Principios del procedimiento.

Enfoque al cliente: La organización se debe a sus clientes, estos son la razón de ser de la misma. Por tanto, adelantarse a sus perspectivas, logrando el cumplimiento de la producción y el servicio para la satisfacción de ellos, debe ser la meta de toda organización.

Liderazgo: Los líderes deben considerarse dentro de las entidades por el conocimiento, años de experiencia en trabajo lo que les permitirá conocer la actividad fundamental para apoyar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de las entidades y su posición en el Mercado.

Participación del personal: Conformación del grupo de experto para la gestión de la planificación del proceso de mantenimiento, contribuyendo a la toma de decisiones.

Mejoramiento continuo: El grupo de expertos contribuirá a mejorar los resultados obtenidos basados en el ciclo de mejora continua, teniendo en cuenta el resto de las etapas de gestión del mantenimiento y los criterios de los clientes.

Beneficio del procedimiento

Logra la integración de las actividades de gestión del mantenimiento con el resto de las áreas de la empresa con un enfoque a sistema, a partir de la unión de un grupo de personas competentes y hábiles para la toma de decisiones en la actividad.

- Gestionar los recursos necesarios y su distribución para el mantenimiento; a partir del análisis de la integración con calidad, medio ambiente, seguridad y riesgo.
- Contribuir a la flexibilidad de los planes de mantenimiento, a lo largo de su ciclo de vida y el del activo que se planifica.

En el diseño del procedimiento propuesto se plantea como aporte a la investigación la conformación de un plan de mejoras, en torno a la capacitación para elevar las competencias de los compañeros que no se incluyen en el grupo de experto y que cuentan con los conocimientos necesarios para predecir las mejoras, asociadas a la diversidad de conocimientos; más que por el número de expertos. A continuación, en la Figura 1 se muestra el procedimiento propuesto.

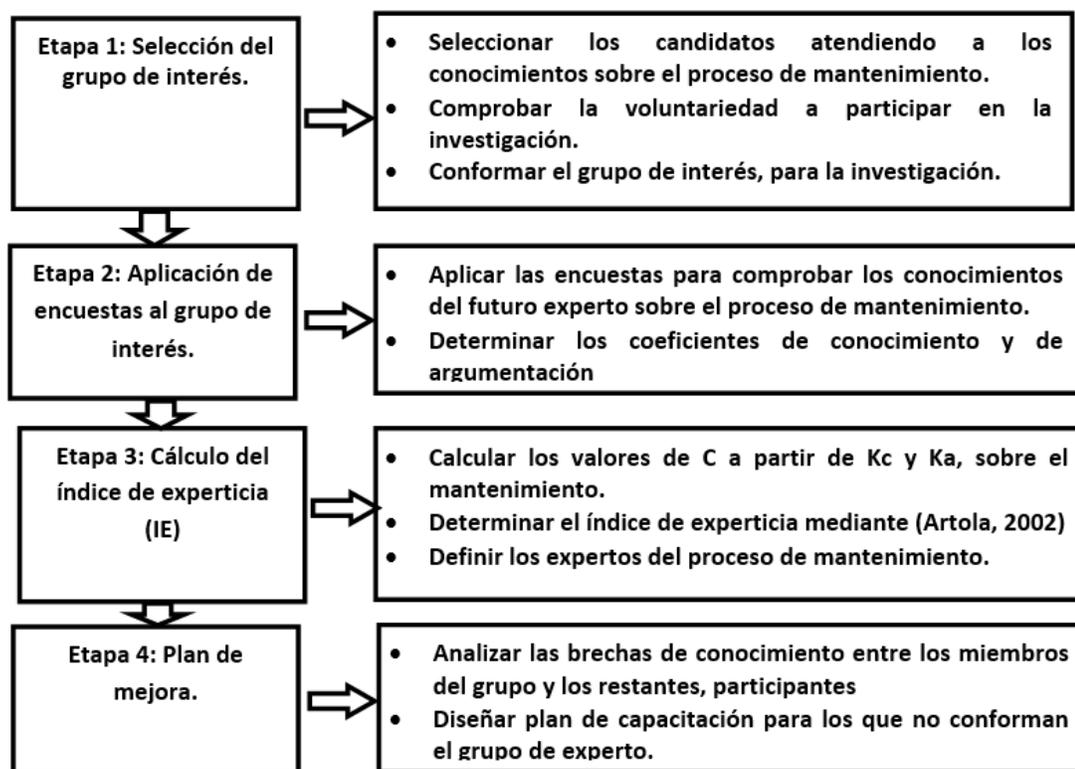


Figura 1. Procedimiento para la conformación del grupo de expertos.

Resultados del procedimiento propuesto.

A continuación, se realizará la aplicación del procedimiento propuesto, el cual cuenta con 4 etapas y un grupo de pasos que permitirán darle un orden lógico al lector. Se muestran las modificaciones de los cuestionarios como plantean Hernández, et al. (2006), adaptados a la actividad de planificación del proceso de mantenimiento y la utilización para el análisis de las escalas a utilizar. En la investigación se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren. Se mide además los conocimientos sobre la integración del mantenimiento con los sistemas de calidad, seguridad y salud del trabajo y seguridad industrial desde la etapa de planificación.

Etapa 1: Selección del grupo de interés

En esta etapa se selecciona un grupo de trabajadores denominados "grupo de interés", estos deben mostrar conocimiento, habilidades, deben haber trabajado en el proceso de mantenimiento u otros relacionadas con este. Estos aspectos les permitirán participar en la toma de decisiones; aportando conocimiento al estudio realizado

Para el éxito de este trabajo es necesario medir desde esta etapa el principio de voluntariedad, que se basa en que la persona esté dispuesta a participar en el estudio realizado, con el objetivo de aportar nuevas ideas en pos del desarrollo del proceso de mantenimiento. Siendo responsable de los criterios que aporta y de la fiabilidad de los datos brindados. Este aspecto no está contemplado en otras investigaciones, siendo tan necesario para la toma de decisiones que las personas participen por su libre y espontánea voluntad.

Al referirse a la cantidad de individuos Soliño Millán (2003), advierte que una vez definido este grupo de interés, se procede al análisis de la literatura para determinar el número de expertos necesarios, donde existen diferentes criterios que van desde una cantidad mínima exigible de siete (7) y hasta un máximo de 50 individuos.

Para esta investigación se utilizará el criterio de Soliño Millán (2003), partiendo que se selecciona un grupo de interés para comenzar el estudio. Dicho grupo de interés se seleccionó inicialmente con un total de 12 personas aleatoriamente todas relacionadas directamente con la actividad empresarial o del mantenimiento. El mismo estará compuesto por los directores general, técnico y de mantenimiento entre otros miembros de áreas involucradas que colaboran con la investigación, buscando la integración del mantenimiento con ellas (Marrero Hernández, et al., 2021). A este grupo de interés se le aplicará un cuestionario inicial para definir los elementos necesarios

y así determinar el índice de experticia para los posibles expertos.

Etapa 2: Aplicación del cuestionario.

En esta etapa se aplica un cuestionario modificado de Artola Pimentel (2002), la cual presenta dos partes, la primera recoge las características que identificarán al experto. En la segunda, se le solicita su valoración con relación a las fuentes que tributan a su conocimiento y que avalan la condición de especialista en el tema objeto de investigación, o teniendo en cuenta las capacitaciones cursadas por los mismos en el tema, así como los años de experiencia. Aspectos que serán usados para el cálculo del índice de experticia. Es válido aclarar, que las modificaciones se realizan buscando adaptar el cuestionario a las necesidades puntuales del conocimiento sobre el mantenimiento que debe tener una persona para trabajar en la actividad. Luego de aplicado el cuestionario se procede a su procesamiento y al cálculo de los índices necesario para contribuir a conformar el grupo de expertos. La jerarquización de estos índices calculados es la que decidirá el tamaño del grupo.

El cuestionario fue aplicado al grupo de interés, con previa explicación, puntualmente en sus respectivos puestos de trabajo (por separados, en su zona de confort), determinando un tiempo especificado para su recogida. El mismo está compuesto por una primera etapa sobre las características personales de los candidatos a expertos y una segunda sobre las fuentes de conocimiento. Estas fuentes se conocieron a partir de la aplicación de un cuestionario relacionado con el proceso de mantenimiento. Una vez procesada esta se procede al cálculo del Índice de Experticia.

Etapa 3: Cálculo del Índice de Experticia (IE).

Para determinar el IE se siguieron los pasos propuestos en el procedimiento, con la utilización de herramientas propias del campo de la investigación.

Paso 1: Calcular el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto.

Este paso tiene como objetivo, calcular el nivel de conocimiento de los candidatos a expertos. Los valores de A con su correspondiente forma de cálculo para analizar se muestran a continuación:

A1: Conocimiento sobre la integración del concepto de mantenimiento con los sistemas empresariales y con los sistemas de gestión integrados de la entidad.

A2: Conocimiento sobre la interpretación de planos, procedimientos.

A3: Conocimiento sobre las órdenes de trabajo (OT).

A4: Conocimiento sobre la planificación, organización, ejecución y control en tiempo del mantenimiento.

A5: Conocimiento sobre la tercerización de los servicios.

A6: Conocimiento sobre los estudios de lubricación.

A7: Conocimiento sobre sistemas automatizados de gestión.

A8: Conocimiento sobre reaprovisionamiento del repuesto.

A9: Conocimiento sobre los registros históricos e informes y reportes.

Donde:

A: nivel de conocimiento.

A_j: criterios para medir el nivel de conocimientos.

n: cantidad de criterios

Kc: Coeficiente de Conocimiento o Información

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

$$Kc = A/n \quad (0,1)$$

En el criterio de Hernández, et al(2006), los valores se encuentran en la primera parte del cuestionario aplicada, los cuales para su procesamiento se utiliza la siguiente escala Likert determinada mediante: Superiores (10), Medios (8) y Básicos (5), como plantea Los resultados se expresarán en valores enteros y se encontrarán entre 0 y 10. En la investigación que los candidatos a expertos con mejor nivel de conocimiento son los siguiente (1, 5, 6 y 8), primer grupo seguido de (2, 4, 7, 9, 10 y 12) segundo grupo y (3 y 11) tercer grupo. Esto significa que los candidatos poseen información sobre la actividad de mantenimiento estos valores se muestran a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Valores del nivel de conocimiento de los candidatos a expertos.

Candidatos a Expertos	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	Kc
1	10	8	10	10	10	8	10	10	10	86	0.9
2	8	5	10	10	8	5	5	10	10	71	0.8
3	10	5	10	5	5	5	5	5	5	55	0.6
4	10	5	8	10	10	5	8	10	10	76	0.8
5	10	10	10	10	10	10	8	10	10	88	1
6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	90	1
7	8	5	10	10	10	5	8	8	10	74	0.8
8	10	5	10	8	10	10	8	10	10	81	0.9
9	10	5	10	8	8	5	10	10	8	74	0.8
10	10	5	10	8	8	5	8	10	8	72	0.8
11	8	8	8	8	5	5	10	8	8	68	0.7
12	10	10	5	10	8	5	10	10	10	78	0.8

Después de calculado el coeficiente de conocimiento sobre la gestión del mantenimiento y su integración con las áreas.

Paso 2: Cálculo del coeficiente de argumentación.

El coeficiente de argumentación se determina mediante la solicitud de la valoración del candidato a experto con relación a las fuentes que tributan a su conocimiento y que avalan la condición de especialista en el temático objeto de investigación (mantenimiento).

Para la conformación del coeficiente se determinan los aspectos de mayor influencia. A partir de estos valores reflejados por cada miembro del grupo de interés, en la tabla 3, se contrastan con los valores de una tabla patrón.

Tabla 3. Patrón sobre el coeficiente de argumentación, Ka.

Fuente de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados por usted	0,3	0,2	0,1
Su experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Trabajos de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su conocimiento del estado del tema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05

Para calcular el coeficiente de argumentación se aplica la siguiente tabla 4, donde se colocan los candidatos a expertos y la fuente de argumentación Bj.

Tabla 4. Determinación del coeficiente de argumentación.

Candidatos a expertos	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Ka
1	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,5
2	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
3	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
4	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
5	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
6	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1
7	0,1	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7
8	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
9	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9
10	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8
11	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6
12	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8

Se evidencia que, en la aplicación del coeficiente de argumentación, los candidatos que mejor puntuación obtuvieron fueron los siguientes (2, 5, 6 y 9) primeros grupos seguido de (3, 4, 8, 10 y 12) segundo grupo y (1, 7 y 11) tercer grupo. Los criterios para medir el coeficiente de argumentación se muestran a continuación.

Donde:

B1: Análisis técnicos realizados por usted en el equipamiento.

B2: Su experiencia obtenida.

B3: Trabajos de autores nacionales.

B4: Trabajo de autores internacionales

B5: Su conocimiento del estado del problema a nivel internacional.

B6: Su intuición.

Bi: Valor correspondiente a la fuente de argumentación i (1 hasta 6).

Ka: Coeficiente de argumentación.

$$K_a = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6)$$

Este coeficiente de argumentación, representa el conocimiento adquirido por las personas, sobre el mantenimiento y su interrelación con el resto de las áreas. Una vez calculado este, se calcula coeficiente de competencias

Paso 3: Cálculo del coeficiente de competencia (CC).

A continuación, se determina el coeficiente de competencia para cada candidato a experto, lo que significa las aptitudes y actitudes que presenta candidato sobre el criterio que se utiliza para el cálculo del índice de experticia. Para el cálculo del coeficiente de competencia se utilizan los valores calculados de los coeficientes de conocimiento y de argumentación tal como se muestra en la siguiente tabla 5, donde las expresiones de cálculo son las siguientes:

Donde:

CC: Coeficiente de competencia.

$$CC = (K_c + K_a) / 2$$

Tabla 5. Cálculo del coeficiente de competencia para cada candidato a experto.

Candidatos a expertos	Kc	Ka	CC
1	0,9	0,5	0,7
2	0,8	1	0,9
3	0,6	0,8	0,7
4	0,8	0,8	0,8
5	1	1	1
6	1	1	1
7	0,8	0,7	0,75
8	0,9	0,8	0,85
9	0,8	0,9	0,85
10	0,8	0,8	0,8
11	0,7	0,6	0,65
12	0,8	0,8	0,8

Se evidencia que, en la aplicación del coeficiente de argumentación, los candidatos que mejor puntuación obtuvieron fueron los siguiente (2, 5, 6, 8 y 9) primer grupo seguido de (4, 10 y 12) en el segundo grupo y (1, 3, 7 y 11) tercer grupo. El cálculo de este coeficiente según lo planteado por Arguella, et al. (2013), permite conocer las

competencias con que cuentan los posibles candidatos, que luego emitirán su juicio como expertos seleccionados. Una vez calculados estos aspectos es necesario calcular el índice de Experticia, relativo a los candidatos a expertos.

Paso 4: Llenado de tabla con los valores de los criterios para determinar el índice de Experticia.

En la tabla 6 se muestran cada uno de los valores de los criterios definidos por el autor para determinar el índice de Experticia de cada posible experto. El llenado de la siguiente tabla permitirá una mejor organización para poder determinar posteriormente el índice de experticia, para ello se tienen en cuenta los valores de los coeficientes calculados.

Donde

ccj: coeficiente de competencia para el experto j.

aepj: años de experiencia profesional u ocupacional del experto j.

atej: años de trabajo en la empresa del experto j.

acj: años de experiencia en el sector de los servicios de mantenimiento del experto j.

Tabla 6. Valores de los criterios para determinar el índice de Experticia.

Candidatos a expertos	Ccj	Acj	aepj	Atej
1	0,7	25	25	25
2	0,9	15	31	31
3	0,7	25	30	20
4	0,8	22	22	22
5	1	28	34	34
6	1	28	28	4
7	0,65	27	27	5
8	0,75	10	20	10
9	0,75	6	32	6
10	0,8	4	26	7
11	0,65	4	7	7
12	0,8	5	5	1

Los resultados obtenidos permiten organizar la información para el posterior cálculo del índice de Experticia.

Paso 5: Cálculo del índice de Experticia.

Para determinar el índice de Experticia se utilizó el modelo matemático propuesto por Artola Pimentel (2002), el cual se encargará de determinar los resultados finales, dicho modelo se muestra a continuación.

$$IE_{j_1} = \sum_{j=1}^m w_j * c_j \quad \forall j_1 = 1..n \quad (1)$$

Siendo:

IE_j: Índice de Experticia.

w_j: importancia que se le atribuye al criterio j para el cálculo de IE.

c_j: valores normalizados de las variables cc_j, ac_j, aep_j, atej.

n: total de expertos propuestos que se valoran.

La siguiente tabla 7, se muestra el resultado del cálculo del índice de Experticia, con lo candidatos a expertos.

Tabla 7. Cálculo del índice de Experticia.

Candidatos a Expertos	Índice de Experticia
1	0,76
2	0,81
3	0,76
4	0,76
5	1
6	0,88
7	0,75
8	0,63
9	0,64
10	0,56
11	0,41
12	0,47

La determinación de los pesos y la normalización de los criterios se desarrollarán atendiendo a los métodos propuestos por Tabucanon Tumamac (1988). La siguiente tabla 8 muestra cómo queda la distribución de pesos por criterio.

Tabla 8. Peso y normalización de los criterios.

Criterios	Pesos
Coficiente de competencia para el experto (cc _j).	0,5
Años de experiencia profesional u ocupacional del experto (aep _j).	0,15
Años de trabajo en la empresa del experto (atej).	0,1
Años de experiencia en el sector de los servicios de mantenimiento del experto (ac _j).	0,25

Se propone que la cantidad de expertos a seleccionar debe ser mayor o igual que $\alpha * m$, donde α es un número entre 0.7 y 1, prefijado por el investigador y m es número de criterios seleccionados. Aquel candidato j, para el cual $IE < 0.7$, en el criterio de Artola Pimentel (2002), se desecha.

Los expertos deben ser representativos de todos los segmentos posibles referidos a: procesos diferentes, áreas de interés, profesiones u cualquier otra variable los identifique. Lo que contribuirá la integración del mantenimiento con otras áreas desde la etapa de planificación

Luego de aplicada la herramienta se obtuvo como resultado que de 12 personas que integraron el grupo de interés, solo 7 fueron seleccionadas como expertos debido a que su IE se encuentra entre 0,7 y 1, lo cual se muestra en a continuación en la tabla 9.

Tabla 9. Grupo de experto para el mantenimiento.

Expertos	IE
5	1
6	0,88
2	0,81
3	0,76
1	0,76
4	0,76
7	0,75

Se evidencia en la tabla anterior que los compañeros que finalmente quedaron seleccionadas como expertos para la toma de decisiones en el área de mantenimiento con énfasis en la planificación del mismo son (5, 6, 2, 3, 1, 4 y 7). Este grupo de expertos estará certificado por la máxima dirección de la empresa.

Los candidatos restantes que, por sus competencias, no fueron aceptados como expertos, se les propone una capacitación sobre los aspectos del mantenimiento y su importancia para el desarrollo empresarial; lo cual se plantea en la etapa 4.

Etapa 4: Plan de mejora.

En esta etapa se crea un plan de capacitación en las temáticas tratadas, con el objetivo de capacitar a las personas que no quedaron seleccionadas como experto. Es necesario disminuir la brecha de conocimiento sobre la actividad de mantenimiento, propiciando que estos puedan elevar su índice de Experticia, para integrarse al grupo de expertos y contribuir a la toma de decisiones y la

flexibilidad para la conformación a los planes de mantenimiento preventivo y al desarrollo del sistema de gestión del mantenimiento (Unzueta Aranguren, et al., 2014). Para lograr esto, Pavón González, et al. (2021), plantea que es imprescindible lograr capacidades para la exploración y estructuración del conocimiento conceptual en fuentes de información no estructurada, ya que es una actividad compleja cuando no se es experto en el dominio

La conformación de un plan de capacitación es un aporte de esta investigación, logrando que los candidatos que están cerca de la puntuación puedan adquirir las competencias necesarias para contribuir a la gestión empresarial desde el mantenimiento. Estos trabajadores que participan en la investigación se sienten identificados para recibir la Formación Básica de mantenimiento, con una planificación más rigurosa de los entrenamientos, con fechas definidas e instructores capacitados. Se definen las habilidades de cálculo y clasificación de operadores y equipos de mantenimiento actualizados por el departamento de recursos humanos, Fonseca, et al. (2014), esboza indicaciones de la formación básica y específica necesaria para el desarrollo empresarial la empresa.

Se enfatiza en que lo fundamental de la conformación del grupo de expertos es agrupar, a candidatos con un nivel de conocimientos teóricos y prácticos sobre el tema de planificación del mantenimiento. Interrelacionando esta materia con la actividad empresarial y así se disminuyan las brechas de conocimiento entre la organización y el proceso de mantenimiento. A continuación, en la tabla 10, se muestra el plan de mejoras.

Tabla 10. Plan de mejora del grupo de expertos.

Actividades de capacitación	Tipo de capacitación	Participantes de la capacitación	Lugar de la capacitación	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Recursos necesarios	Costo	Responsables	Observaciones
Formar instructores internos	Externa	Operarios y mecánicos	Escuelas e instituciones autorizadas	6/2019	6/2021	Materiales Monetarios Material de oficina	Monedancional	Capacitador y jefe de mantenimiento	Cuando correspondan
Capacitación técnico de nuevo ingreso	Externa	Operarios y mecánicos	Escuelas e instituciones autorizadas	6/2019	6/2021	Materiales Monetarios Material de oficina	Monedancional	Capacitador y jefe de mantenimiento	Cuando correspondan
	Interno	Operarios y mecánicos	Escuelas e instituciones autorizadas	6/2019	6/2021	Materiales Monetarios Material de oficina	Monedancional	Capacitador y jefe de mantenimiento	Cuando correspondan
Teóricas									
Introducción a la gestión de activos y su importancia en la empresa	Externa e interno	Operarios, mecánicos y personal administrativo	Escuelas e instituciones autorizadas	6/2019	6/2021	Materiales Monetarios Material de oficina	Monedancional	Capacitador y jefe de mantenimiento	Cuando correspondan

La utilización del método de experto, en la organización del mantenimiento propone la aplicación de herramientas para la captación de datos primarios sobre este proceso, donde se hace un análisis gerencial de la actividad de mantenimiento. El grupo de expertos queda conformado por 7 personas, cuatro del área de mantenimiento y tres de las áreas administrativas que colaboran con el mantenimiento de forma integrada. El grupo facilitará la interrelación entre las áreas, logrando que funcionen como un sistema, lo que permitirá la organización de los recursos para disminuir las paradas innecesarias y que la organización obtenga los recursos necesarios. El grupo permitirá conformar soluciones

considerando la necesidad de disminuir el riesgo que constituye la falla de los activos, de no poder cumplir con los parámetros de la producción.

Con los conocimientos adquiridos en el transcurso de la investigación, el grupo podrá decidir en función de los recursos disponibles, cuál será el tipo de planeación a seguir y su organización. Se incluye el resultado de esta planeación en el plan de la economía de las empresas a largo plazo y con los objetivos de trabajo de la entidad. De esta forma de afianza la interacción del mantenimiento en el proceso de planificación empresarial.

La conformación de este grupo decidirá las características para lograr la resiliencia empresarial a partir de la planificación del mantenimiento. Esta resiliencia estará basada en la utilización efectiva de las capacidades, logrando disminuir el tiempo de atención a los activos. El grupo partirá en el análisis de las capacidades instaladas de la entidad, unido al conocimiento sobre los recursos humanos, materiales y financieros. Con estos recursos definidos se concretarán todos los roles y obligaciones a asumir por cada uno de los agentes que finalmente participan en los éxitos y/o fracasos que se obtengan como plantea Martínez Montes, et al. (2012), en la ejecución del mantenimiento. Este análisis tributará a la toma de decisiones en la conformación de dicho plan.

El grupo decide que la planificación del mantenimiento se realizará, de forma preventiva y que esta partirá de los activos clasificados como punto fundamental y/o cuello de botella del proceso. Los activos punto fundamental son los que más recursos consumen en las líneas de producción, clasificados como primarios tendrán una categoría de resiliencia A. Los activos cuello de botella de la línea se le realizará un mantenimiento preventivo, pero con los ciclos más largos según los estudios de ingeniería del mantenimiento, clasificados como secundarios, tendrán un nivel de resiliencia B, ambos tipos de activos limitan las capacidades de la línea de producción. En este sentido los accesorios y el resto de los activos de la línea, clasificados terciarios, se le propone un nivel de resiliencia C. Como se muestra en la tabla 11, a continuación.

Tabla 11. Clasificación de los activos y nivel de resiliencia.

Activos	Clasificación	Nivel de resiliencia
Punto fundamental	Primarios	A
Cuello de botella	Secundarios	B
Otros activos	Terciarios	C

Con las definiciones anteriores los expertos del tema concuerdan en que con estos datos se deben conformar la estrategia de mantenimiento de la entidad. Definiendo además quien les dará mantenimiento a los activos, si con medios propio, tercerizado o mixto.

Para ellos se definirá la repercusión de los sistemas de seguridad, de la calidad y el impacto del medio ambiente sobre los activos. Lo que contribuirá a una estrategia integrada para el mantenimiento; como se muestra en la tabla 12 a continuación.

Tabla 12. Relación de los activos con los sistemas.

Activos Aspectos	Seguridad	Calidad	Medio ambiente
Punto fundamental	Prioridad alta	Niveles altos	Prioridad alta
Cuello de botella	Prioridad alta	Prioridad alta	Prioridad alta
Otros activos	Prioridad media	Nivel medio	Prioridad alta

Los expertos definen que los activos punto fundamental y cuello de botella, tiene una relación fuerte con los sistemas de seguridad, calidad y medio ambiente. Teniendo en cuenta que es una empresa productiva de trabajo continuo, trabajo por lotes, los tipos de tecnología de fabricación en cadena, falla de un elemento es para todo y Fabricación en paralelo, falla disminuye la producción, pero continúa trabajando. La gestión de la planificación del mantenimiento, se organiza a nivel estructural, a nivel de máquina (activo). Esto brinda un impacto directo con los objetivos de la entidad,

por ello es que constituyen la prioridad en la atención y planificación de los recursos para el mantenimiento al nivel operativo.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se plantea un que contribuye conformar un grupo de experto que participe en la toma de decisiones con respecto al proceso de mantenimiento como asesor de los directivos. El grupo de expertos definido, se obtuvo bajo el principio de voluntariedad, con el objetivo de que todos los miembros estén motivados a brindar sus criterios, conocimientos e incertidumbres de forma espontánea y elocuente. Lo que contribuirá a la toma de decisiones sobre la gestión del mantenimiento a los activos a lo largo del ciclo de vida, con el análisis y distribución de los recursos.

El grupo de experto conformado contará con la misión de apoyar y asesorar, en la conformación del plan de mantenimiento de los activos en la organización y su inserción en gestión de la economía en las organizaciones. Así como la organización de capacitaciones, sobre los temas relacionados con la gestión de activos y el ciclo de vida de estos. El mismo participa en la definición de los activos que se le brindará mantenimiento de forma prioritaria. Estas prioridades son clasificadas en altas, medias y bajas por la importancia del activo en el proceso productivo, atendiendo a los resultados de los estudios de criticidad e ingeniería del mantenimiento, realizados por los expertos.

La definición del grupo de expertos ha permitido extraer conclusiones relevantes en el conocimiento de los directivos sobre el plan de mantenimiento y su calidad. Además, los resultados obtenidos han permitido identificar las brechas en el conocimiento de estos y plantear nuevas formas de hacer el plan de forma que garantice la resiliencias y sostenibilidad del proceso de mantenimiento en los sectores económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arguella, A. I., España, M. C., & Castro Perdomo, N. A. (2013). Estrategia para el Ordenamiento Agroproductivo de la Comunidad "LA YAGUITA" Parroquia Mantecal, Estado Apure, Venezuela. *Revista Universidad y Sociedad*, 5(2).
- Artola, M. L. (2002). Modelo de evaluación del desempeño de empresas perfeccionadas en el tránsito hacia empresas de clase en el sector de Servicios Ingenieros de Cuba. (Tesis Doctoral) Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- Cuba. Consejo de Ministros. (2013). Ley No. 116/2013, Decreto No. 326/2014. Gaceta Oficial No. 29 <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/ley-no-116-codigo-de-trabajo>
- Fonseca, M. J., Holanda U., Cabral J., & Reyes T. L. (2015). Programa de gestión de mantenimiento a través de la implementación de herramientas predictivas y de TPM como contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas, *DYNA* 82 (193), 139-149.
- Garza, R., Sánchez, C. G., & Gómez, E. S. (2007). Toma de decisiones empresariales: un enfoque multicriterio multiexperto. *Ingeniería Industrial*, 28(1), 29-36.
- Gallego, M. D., Luna, P., & Bueno, S. (2008). Propuesta de un escenario para la difusión del software de código abierto en el año 2010 Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 14(1)1, 197-211.
- [Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. \(2006\). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.](#)
- International Organization for Standardization. (2014). Norma ISO 55001. Gestión de activos-Sistemas de Gestión-requisitos. ISO. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55001:ed-1:v1:es>
- Lai, V. (2001). Issues of international information systems management: a perspective of affiliates. *Information & Management*, 38(4) 253-264.
- Marrero, R. A., García, G., & De la Paz, E. (2021). Procedimiento para la mejora de la planificación del mantenimiento con un enfoque de resiliencia empresarial. *Centro Azúcar*, 8(4).
- Martínez, G., & Moreno, B., & Rubio, M. C., (2012). Gestión del riesgo en proyectos de ingeniería. El caso del campus universitario pts. Universidad De Granada (ESPAÑA). *Dyna*, 79(173), 7-14.
- Michalus, J. C., Sarache Castro, W. A., & Hernández Pérez, G. (2015). Método de expertos para la evaluación ex ante de una solución organizativa. *Visión de futuro*, 19(1).
- Pavón González, P, Ortega González, Y. C., Infante Abreu, M. B., & Delgado Fernández, M. (2021). Método para proyectar el conocimiento de tecnologías de la información pertinente a la Ingeniería Industrial. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 10-21.

Soliño Millán, M. (2003). Investigaciones sobre economía ambiental y de los recursos naturales en España: una discusión sobre el método Delphi. Asociación Española de Economía Aplicada.

Tabucanon Tumamac, M. (1988). Multiple criteria decision making in industry. Elsevier Science Limited.

Unzueta, G., Goti, A., Garitano J., & Sánchez, I., (2014). Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado. DYNA-Ingeniería e Industria, 89(3), 347-354.

Zartha Sossa, J. W., Arango, B., Hernández, R., & Moreno, J. F. (2014). Análisis del ciclo de vida de la tecnología a través de curvas en S: Aplicación en operaciones unitarias en alimentos. Revista Espacios, 35(7).