

Hacia el mejoramiento de la gestión de activos de equipos críticos en Pymes: propuesta de metodología e implementación

Towards the enhancement of asset management of critical equipment in SMEs: methodology and implementation proposal

Miguel Ángel Segura-Monge¹, Gustavo Adolfo Gómez-Ramírez², Greivin Barahona-Guzmán³, Juan José Montero-Jiménez⁴

Fecha de recepción: 18 de abril, 2023
Fecha de aprobación: 6 de octubre, 2023

Segura-Monge, M.A; Gómez-Ramírez, G.A; Barahona-Guzmán, G; Montero-Jiménez, J.J. Hacia el mejoramiento de la gestión de activos de equipos críticos en Pymes: propuesta de metodología e implementación. *Tecnología en Marcha*. Vol. 37, N° 2. Abril-Junio, 2024. Pág. 95-108.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v37i2.6699>

- 1 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: miguelseguracr@gmail.com
- 2 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: ggomez@itcr.ac.cr <https://orcid.org/0000-0001-9195-072X>
- 3 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: gbarahona@itcr.ac.cr
- 4 Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: juan.montero@itcr.ac.cr

Palabras clave

Gestión de activos; activos críticos; Pyme; ciclo de vida de los activos.

Resumen

Las Pymes son pequeñas y medianas empresas que nacen a partir de una idea de comercialización de un producto o servicio. El crecimiento de estas empresas conlleva un aumento en la complejidad de su organización. Desde el aumento de la estructura interna hasta la relación con algunos actores externos, como entes reguladores y fiscales, supone retos para los cuales no siempre se cuenta con la preparación adecuada o no se tiene claro el camino más eficiente para afrontarlos. Un ejemplo de esto se puede observar con la gestión de los activos de la empresa, el cual con frecuencia es rudimentario y no se tiene noción cuantificada de la criticidad de los activos para el negocio de la Pyme. A partir de un Modelo de Gestión de Activos una Pyme puede trazar una ruta hacia un aprovechamiento eficiente de sus activos, evitando gastos innecesarios en reparaciones, así como problemas que pueden afectar la continuidad del negocio. Este mejor aprovechamiento de los activos resulta en un mayor valor al modelo de negocio de la Pyme. La presente nota técnica plantea una metodología para la implementación de Gestión de Activos basada en la norma INTE/ISO 55001. El objetivo es la adaptación de los diferentes pasos para la implementación temprana de Modelos de Gestión de Activos que son usuales en empresas consolidadas de gran tamaño en pequeñas y medianas empresas. Dicha metodología fue validada en un caso de estudio real en una mediana empresa de Costa Rica. Los resultados no solo evidenciaron la gestión rudimentaria de activos en Pymes si no también la viabilidad de implementar un Modelo de Gestión de Activos en etapas tempranas de las Pymes.

Keywords

Asset management; critical equipment; SMEs; asset life cycle.

Abstract

SMEs are small and medium-sized enterprises that arise from an idea of marketing a product or service. The growth of these companies entails an increase in the complexity of their organization. From the increase in internal structure to the relationship with some external actors, such as regulatory and fiscal entities, it poses challenges for which adequate preparation is not always available or the most efficient path to address them is not clear. An example of this can be seen with the management of company assets, which is often rudimentary and there is no quantified notion of the criticality of assets for the SME's business. Through an Asset Management Model, an SME can chart a path towards efficient use of its assets, avoiding unnecessary expenses in repairs, as well as problems that can affect business continuity. This better use of assets results in greater value to the SME's business model. This technical note proposes a methodology for the implementation of Asset Management based on the INTE/ISO 55001 standard. The objective is to adapt the different steps for the early implementation of Asset Management Models that are common in large consolidated companies to small and medium-sized enterprises. This methodology was validated in a real case study in a medium-sized SME company in Costa Rica. The results not only showed the rudimentary asset management in SMEs but also the viability of implementing an Asset Management Model in early stages of SMEs.

Introducción

Uno de los mayores retos de las Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) es sobrevivir en un mercado frecuentemente reducido, lleno de competencia y de variables que constantemente amenazan la continuidad del negocio. En estas etapas tempranas de las empresas, muchas herramientas especializadas de gestión cuyo retorno de inversión no es en apariencia inmediato, tienden a ser ignoradas por los emprendedores. Un ejemplo de ello está en la gestión de activos que frecuentemente es muy rudimentario en las etapas incipientes de las empresas, donde se ignora el verdadero impacto que podría generar un Modelo de Gestión de Activos.

Lo que corresponde a la gestión de activos es [1] [16] “La actividad coordinada de una organización para obtener valor de los activos”. Así mismo, para [2] [13][14], el impacto que tiene la gestión de activos en las finanzas organizacionales es grande, ya que al unir los ejercicios prácticos de la implementación de gestión de activos con elementos financieros; es posible obtener implementaciones mientras se gerencia en torno a un crecimiento sostenible de la empresa. También [3][12], sostienen que una integración efectiva del mantenimiento con otras funciones de producción en la organización, permiten ahorrar grandes cantidades de tiempo, dinero y otros recursos en la gestión de las necesidades, disponibilidad y problemas de rendimiento. Por otra parte [4][20], afirma que, para los administradores de flotas, el mayor beneficio que se puede obtener a nivel de flota con la gestión de activos es un mayor tiempo de actividad, utilizando un mantenimiento más efectivo y proactivo que permite a los vehículos mayor tiempo en carretera y minimizar los costos e interrupciones en el servicio.

Para [5] y [18], la gestión de activos busca la reducción de costos y mejora de la eficiencia de estos, siendo uno de los mejores instrumentos que afectan de forma positiva la liquidez de la empresa, aún con el desconocimiento que se tiene de su existencia y aplicación en ámbito empresarial. Por otra parte, [6] y [15] afirman que, la estrategia para la gestión de activos debe estar alineada con el entorno, ambiente y cultura organizacional, con la finalidad de llegar a la mayor cantidad de colaboradores posible. Considerando que el objetivo de evitar sobrecostos o pérdidas respecto al retorno de la inversión es necesario el monitoreo constante de los activos; tema que incumbe de forma primaria al departamento de mantenimiento, desde el momento de la adquisición de los activos para prolongar su vida útil. Este proceso es independiente del tamaño de la organización. Según [7] y [17], toda empresa cuenta con activos físicos de los que espera generar utilidades económicas, su confiabilidad estratégica y su imagen ante el cliente pueden verse disminuidas sin una adecuada gestión. Por este motivo es que ha aumentado la importancia a nivel global de la gestión de los activos físicos corporativos, con la finalidad de forjar un sistema de gestión que asegure el máximo rendimiento y vida útil de los activos. Este proceso requiere, según [8], que las empresas a nivel global conozcan cada etapa del activo fijo, así como los riesgos a los que están expuestas en cada una de estas empresas. Esta información debe ser informada a todo el personal y a los líderes de la compañía, de modo que se pueda determinar una hoja de ruta, o plan a seguir, en el cual se plasmen las mejores y más adecuadas prácticas para el control y gestión de los activos fijos. Resulta importante que se tenga en cuenta el tamaño de la organización al definir estas prácticas. Como lo expresa [9], el mantenimiento históricamente ha aportado al desarrollo industrial. No obstante, en una gran mayoría de sectores no recibe un lugar dentro del proceso productivo; más aún, ni siquiera se considera durante la gestión de activos físicos. El área de mantenimiento suele ser una oficina de emergencias, que se considera solamente cuando se produce alguna falla que detiene la cadena de producción.

Para [10], la gestión de activos es la actividad coordinada de una organización que permite obtener valor por medio de sus activos. Esto implica un balance de costos, riesgos, oportunidades y beneficios de desempeño. Implementar un plan de gestión de activos para la

flota vehicular, montacargas y línea de empaque, es vital para una Pyme, pues este grupo de activos representa uno de los elementos principales para el giro de negocio y cuyos paros no programados representan pérdidas que pueden comprometer la estabilidad del negocio.

Por lo tanto, la gestión eficaz y eficiente de estos activos, así como un proceso optimizado de su mantenimiento, garantiza la rentabilidad de su inversión, trayendo como consecuencia un impacto positivo en las finanzas de la empresa e información certera para facilitar la toma de decisiones [19]. Sin embargo, la mayoría de las Pymes no cuentan con indicadores de mantenimiento asociados a la trazabilidad de los gastos operativos de sus activos, no cuenta con métricas para evaluar el origen del gasto, el tipo de mantenimiento adecuado, el impacto en costos de operación y la eficiencia logística, lo que al final tiene repercusiones financieras y por ende afectación en la competitividad del negocio. Entonces, ¿Cómo puede una Pyme desarrollar un modelo de gestión de activos, que determine los activos críticos, y su adecuada gestión, evitando gastos por paros no programados? Esta es la pregunta que motivó la presente investigación. Las metodologías existentes no presentan una adaptación eficaz para Pymes. A partir de la Norma INTE/ISO 55001, se presenta una adaptación para la implementación de un Modelo de Gestión de Activos en empresas pequeñas.

La presente nota técnica se divide de la siguiente forma: la sección de 2 muestra los pasos seguidos para adaptar la Norma INTE/ISO 55001 para la implementación de un Modelo de Gestión de Activos en Pymes. La sección 3 resume la implementación de la metodología propuesta en una Pyme real en Costa Rica; además, se presentan y discuten los hallazgos y logros más relevantes de la implementación. Finalmente, la sección 4 presenta las reflexiones finales de la nota técnica, así como las perspectivas de trabajo futuro.

Metodología

El camino planteado para la implementación del plan de gestión de activos inicia con los distintos elementos del modelo basados en la norma INTE/ISO 55001 que corresponde a los interesados (llamados stakeholders en inglés), como los clientes, la junta directiva y los proveedores.

Posteriormente sigue el recorrido por el contexto de la organización, hasta llegar a los elementos de liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño y mejora; para finalmente establecer en qué forma la interacción de estos elementos afectan el ciclo de vida de los principales activos de la compañía. La Figura 1 resume los principales pasos señalados en la norma INTE/ISO 55001 los cuales son descritos a continuación:

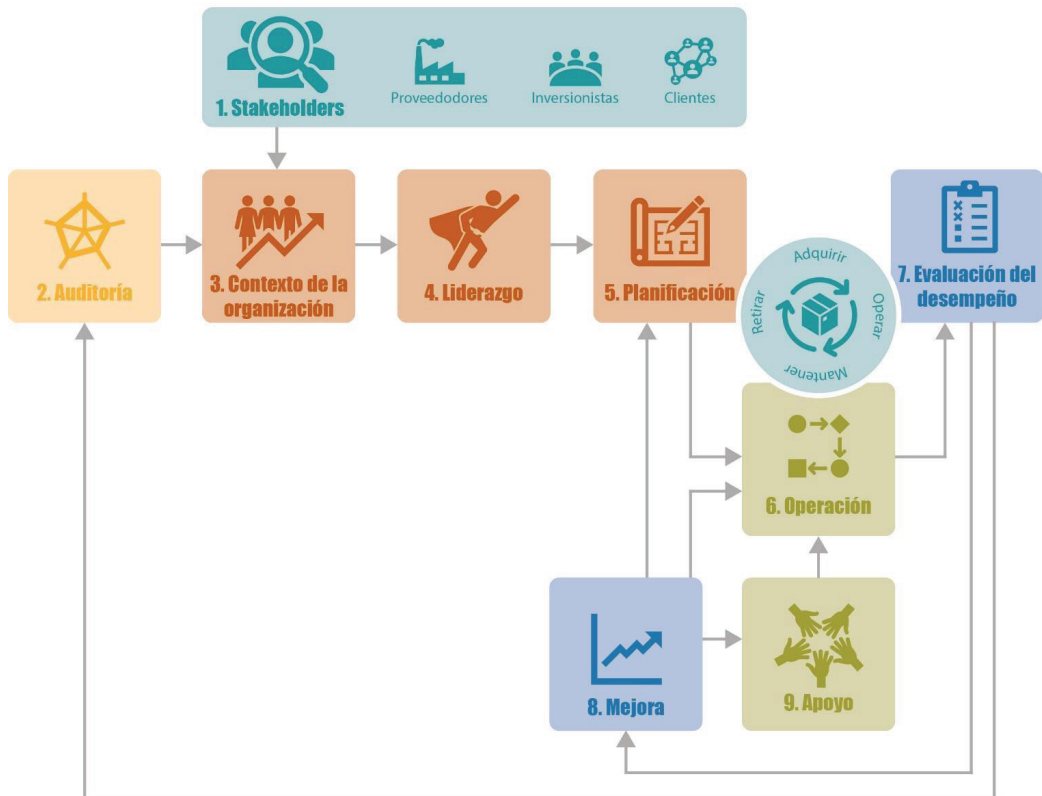


Figura 1. Modelo de gestión de activos para una Pyme.

Interesados

Los principales interesados (*stakeholders*) de forma directa o indirecta en el desarrollo de un modelo de gestión de activos pueden ser los clientes, los inversionistas y los proveedores.

Auditoría

Se realiza una auditoría basada en la Norma ISO 55001, y se determinan los destinatarios a los que se les aplica la auditoría, con el objetivo de conocer el nivel de cumplimiento de la empresa respecto a la norma en temas de gestión de activos.

Contexto de la organización

El contexto de la organización es el elemento del modelo de gestión de activos que unifica los objetivos y alcances de un sistema de gestión de activos con los objetivos y planes de la organización que han sido propuestos por la Alta Dirección de la empresa y se consideran temas que van desde aspectos financieros, hasta tecnológicos. Este contexto organizacional debe tener en cuenta el organigrama de la compañía, para que al establecer las estrategias haya la mayor armonía posible entre los distintos departamentos, ya que el día a día de la actividad y la relación entre departamentos puede generar confusiones en la dirección y se debe aclarar dudas sobre el proceso.

Liderazgo

El liderazgo como elemento para la implementación del modelo de gestión de activos, es determinante para que se cumplan los objetivos y políticas de gestión de activos, ya que desde la alta dirección se puede impregnar al resto de la compañía la información y compromiso con los objetivos y políticas de la gestión de activos, alineándose con los objetivos de la organización y haciéndolo parte de la cultura organizacional.

Desde la alta dirección se puede contar el apoyo financiero necesario para la gestión de activos, también puede dar el monitoreo y seguimiento para que las distintas jefaturas cumplan los objetivos del plan de gestión activos.

Planificación

Tanto los objetivos organizacionales como los del plan de gestión de activos son o al menos deberían ser fruto de la planificación estratégica de la compañía y se establecen a partir de las peticiones o indicaciones que se dan desde la Junta Directiva, posteriormente se reúnen las personas relacionadas a proyectos en caso de no existir un departamento de proyectos, la cual se encarga de asignar responsables y el cronograma para llevar a cabo los objetivos. En la planeación se determina el ciclo de vida de activos estratégicos que pueden tener impacto directo en el riesgo, plazos de adquisición y costos asociados.

Es donde se puede proponer planes de mantenimiento, TPM y el análisis de criticidad de los equipos.

Como medida inicial para analizar la criticidad de los activos, se puede utilizar la norma internacional Norsok Standard Z-008(2011) que es una norma noruega, especializada en satisfacer necesidades de especialización de equipos.

Para definir los análisis de criticidad es necesario efectuar una jerarquización de activos y la definición de los factores de criticidad son determinados por cada organización de acuerdo con los objetivos organizacionales, así como la visión y misión.

Criterios de consecuencias.

Los criterios de consecuencias son los principales indicadores en términos de impacto en el negocio, en los que la indisponibilidad o falla de un activo puede tener consecuencias en uno o más tipos de impacto, y para cada uno de ellos se establece un indicador numérico con su respectiva descripción y el criterio que se ve afectado.

Cada tipo de impacto, así como los criterios; son definidos según el tipo y objetivos del negocio y abarcan desde el impacto en la satisfacción del cliente hasta el impacto en el ambiente.

Una compañía que tiene identificados los tipos de impacto de cada activo puede llevar a cabo planes y estrategias para que el indicador siempre se mantenga en el mayor valor estimado, lo que aumenta la posibilidad de proyectar en la compañía una imagen de calidad, seriedad, seguridad y rentabilidad; puntos que son altamente valorados por los interesados.

Indicadores de criticidad

El indicador de criticidad (o riesgo) depende de la frecuencia de falla (cuadro 1) que se ha definido en función de los mantenimientos correctivos que se han realizado a lo largo de un periodo de tiempo definido para obtener información del MTBF (Tiempo medio de entre fallas, por sus siglas en inglés) de un activo, en el que se puede ubicar según el índice el tiempo en meses entre una falla y otra.

Cuadro 1. Frecuencia de falla.

Índice	Definición	Criterio MTBF (meses)
5	Muy probable	< 3
4	Probable	3 a 6
3	Algo probable	6 a 9
2	Poco probable	9 a 12
1	No probable	>12

Ecuación 1: $R(t)=F(t) * C(t)$

Donde:

$R(t)$ = Riesgo o criticidad.

$F(t)$ = Índice de Frecuencia de Fallos.

$C(t)$ = Consecuencias = (Impacto satisfacción del cliente + Impacto en la calidad del producto + Impacto en la seguridad + Impacto en la rentabilidad) /4

Posteriormente se establece la matriz de criticidad que se puede observar en la figura 2, para la cual según la ubicación de frecuencia de fallo se utiliza el eje vertical enumerando cada fila del uno al cinco, mientras que el promedio del impacto o consecuencia se encuentra en el eje horizontal enumerando las columnas del uno al cinco, esto da por resultado la ubicación de criticidad del activo según el color que le corresponda, en el que si un activo es ubicado en una casilla color rojo, pertenece a un activo Crítico, mientras que una casilla color amarillo pertenece a un activo Medianamente crítico y finalmente una casilla color verde pertenece un activo No crítico.

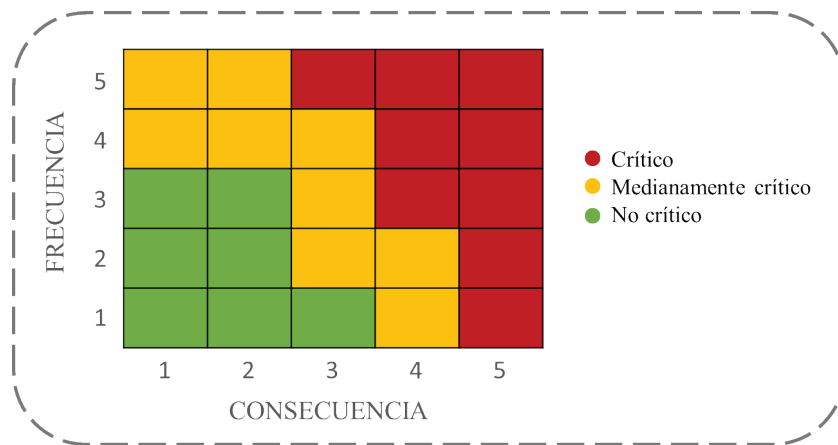


Figura 2. Matriz de criticidad.

Operación

El elemento de operación es uno de los puntos medulares del modelo de gestión de activos que se intersecan con el ciclo de vida de estos. Este elemento se ve afectado directamente por la planeación, el apoyo y la mejora. A su vez, la operación afecta de forma directa la evaluación del desempeño. Aquí es donde se gestionan y controlan puntos que fueron planeados previamente tanto a nivel del plan de gestión de activos, como nivel de control de un activo específico dentro del ciclo de vida del activo.

En la operación es donde los actores que llevan a cabo cada proceso tienen claro lo que ha surgido de la planificación y es el espacio en el cual se siguen los protocolos o procesos establecidos, se ejecutan los mantenimientos, se establece cuáles activos se van a someter a mantenimiento subcontratado y cuáles a mantenimiento interno.

Se hace preciso establecer los protocolos y requerimientos para que los proveedores de servicios de mantenimiento tercerizados estén apegados al plan de gestión de activos.

Se determina quiénes son los responsables internos y los roles que llevan a cabo en la subcontratación de servicios tercerizados, así como el debido seguimiento del cumplimiento por parte de las empresas subcontratadas. Se determina si es necesario que el personal de las empresas subcontratadas sea capacitado para que su trabajo esté alineado a los requisitos establecidos en el plan de gestión de activos.

En la operación también se puede relacionar al ciclo de vida del activo, con temas de indicadores de la condición de estos activos, de esa forma, por medio de tecnologías cuyo principio sea la industria 4.0, es posible pensar en mantenimiento basado en la condición.

Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño según el modelo de gestión de activos está ligada a la mejora y a la operación. Por otra parte, también se encuentra directamente ligada al ciclo de vida de los activos. En la evaluación del desempeño se espera que la empresa haga una evaluación de su sistema de gestión de activos, así como de cada uno de sus activos. Esta evaluación del desempeño puede ser directa o indirecta, además puede ser una evaluación financiera o no financiera. Sin importar si los activos son gestionados por empresas tercerizadas o no, la compañía debe evaluar el desempeño de cada uno de ellos, así como del sistema de gestión de activos. En esta evaluación del desempeño es útil ejecutar cada cierto tiempo la auditoría del estado actual de la empresa en relación con su madurez en términos de sistema de gestión de activos. Así como cualquier auditoría interna que permita determinar el estado de la compañía en términos de los objetivos del plan de gestión de activos y su alineación con los objetivos de la organización. Es en la evaluación del desempeño es donde la incorporación de los KPI adquiere un papel fundamental, y estos indicadores pueden ser para evaluar el comportamiento de la gestión de activos o bien la incorporación de herramientas que permitan obtener indicadores del comportamiento de los activos o sus subsistemas.

Mejora

La mejora continua se puede ver reflejada en los activos, y el sistema de gestión de activos. Tal como se señaló, la mejora es una consecuencia de la evaluación del desempeño, ya que sin información (indicadores) sobre lo que está mal o no se cumple en conformidad, es difícil ofrecer evidencia de algo que está por mejorar. Las acciones preventivas son parte de la mejora y permiten reducir el riesgo al máximo. En muchas ocasiones se dan fallas que fueron anticipadas gracias a una correcta operación y evaluación del desempeño reduciendo el riesgo; sin embargo, una vez dadas esas fallas es posible hacer un nuevo análisis para reducirlas aún más en el futuro.

La norma UNE-EN 15341:2020, establece una serie de indicadores (KPI) sobre “El mantenimiento en la gestión de activos físicos” que son relevantes en búsqueda de la mejora, estos permiten una gestión óptima del ciclo de vida de los activos físicos, permitiendo alcanzar los objetivos de la organización a lo largo del tiempo.

El número de indicadores se puede ampliar según las áreas y la necesidad, la norma incluso propone un cuadro comparativo con el indicador, los factores y comentarios para sacar el máximo aprovechamiento de los KPI.

El sistema de gestión de activos debe contemplar en la mejora, la oportunidad para identificar cualquier situación que comprometa la continuidad del negocio, y cuando se requiera, analizar detalladamente las consecuencias de un posible fallo y reducirlas.

Apoyo

El elemento de Apoyo determina la interacción entre los diferentes departamentos y recursos de la organización de manera que respondan al objetivo de mejora continua de gestión de activos.

El Departamento de Recursos Humanos juega un papel importante en la consolidación del elemento Apoyo, ya que, al interactuar con el sistema de gestión de activos, establece las competencias del personal involucrado con estos, asimismo, este departamento se encarga de la selección del personal capacitado y del proceso de formación, concientización y divulgación relacionada con la gestión de activos.

Los Departamentos de Recursos Humanos y Proyectos, comparten la responsabilidad de documentar la información atinente a la gestión de activos, en temas como normas internacionales y sus requisitos, y de ser requerido establecen canales de coordinación con el Departamento TI, a fin de obtener información valiosa en términos de indicadores.

La correcta comunicación sobre la importancia, roles y los beneficios de la gestión de activos de manera general en la compañía, así como el impacto individual en los departamentos y colaboradores, debe ser un estandarte de las jefaturas y el Departamento de Recursos Humanos.

Resultados

La metodología propuesta anteriormente es aplicada a una Pyme costarricense categorizada como mediana empresa según el MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio) que se dedica al empaque y distribución de alimento para mascotas. Se define que los principales interesados son los clientes, los inversionistas y los proveedores. Se incluye a los clientes porque cualquier proceso que haga que la empresa sea más eficiente, se refleja en la calidad de los productos, entregas completas y en tiempos oportunos, y dependiendo del tipo de producto, el cliente puede ver beneficios económicos porque si la empresa reduce sus costos, una parte del capital recuperado se puede reflejar en descuentos y dinámicas comerciales. En el caso de los inversionistas, el principal beneficio es percibir un incremento en el valor de la compañía, ya sea en imagen, respaldo de la calidad e incremento de sus estados financieros. Mientras que los proveedores se benefician en la cadena de valor relacionado a sus productos, ya que la manipulación y entrega de sus productos está a cargo de una compañía preocupada por la mejora continua.

Al realizar una auditoría basada en la Norma INTE/ISO 55001 a las jefaturas de los distintos departamentos como RRHH, Producción, Logística, Mantenimiento, Financiero. Los resultados se tabulan con el objetivo de obtener un gráfico de araña (figura 3) que permita visualizar el escenario actual en términos de cumplimiento de la compañía respecto al ideal propuesto por la norma.



Figura 3. Escenario actual de cumplimiento según auditoría de la norma ISO 55001.

En la figura 3, se puede observar que el único punto que se acerca levemente al escenario ideal es el del contexto de la organización. Salvo el caso anterior, no hay información que muestre que la compañía cumpla de alguna forma con la norma ISO 55001-2020, en alguno de sus principales puntos.

Un ejemplo en el caso de estudio para el contexto de la organización es la asignación de un camión para una ruta específica de reparto, ya que al considerarse elementos como la carga máxima que puede llevar el camión, se puede pensar que el departamento de despacho, que son los que cargan los camiones y conocen el peso que va a llevar cada camión, son los que determinan el camión correcto en términos de capacidad, sin embargo, también hay que considerar a la jefatura de ventas que corresponde a los agentes y choferes porque son los que conocen las rutas y el tipo de carreteras por las cuales está facultado el camión para transitar. Es decir, al final la asignación la realiza la jefatura de ventas, sin embargo, tiene una comunicación cercana con logística, e incluso el departamento administrativo que es donde se asignan los camiones a nivel de sistema y liquidaciones.

Si la alta dirección proyecta su liderazgo en el plan y sistema de gestión de activos, es posible ver resultados en temas de compromiso por parte de los distintos departamentos.

Para analizar la criticidad de los activos, los factores de criticidad fueron establecidos sobre los principales riesgos que puede enfrentar la compañía según su plan estratégico, gerencia y las distintas jefaturas.

Cuadro 2. Tipos de impacto.

Tipo de impacto	Indicador	Descripción	Criterio
Impacto en la satisfacción del cliente.	5	Muy alto	Pérdida del cliente.
	4	Alto	Venta perdida.
	3	Medio	Viaje de entrega perdido.
	2	Bajo	Cliente insatisfecho.
	1	Muy bajo	Cliente satisfecho.
Impacto en la calidad del producto.	5	Muy alto	Producto a desecho.
	4	Alto	Producto reempacado.
	3	Medio	Falla leve de empaque.
	2	Bajo	Calidad satisfecha.
	1	Muy bajo	Excelente calidad.
Impacto en la seguridad.	5	Muy alto	Muerte.
	4	Alto	Accidente grave.
	3	Medio	Accidente leve.
	2	Bajo	Anomalía.
	1	Muy bajo	Sin Accidentes.
Impacto en la rentabilidad.	5	Muy alto	>USD 10 000
	4	Alto	>USD 7 500 a USD 10 000
	3	Medio	>USD 4 500 a USD 7 500
	2	Bajo	>USD 0 a USD 4 500
	1	Muy bajo	USD 0

Inicialmente se define el impacto en la satisfacción del cliente (cuadro 2), ya que día a día la empresa tiene que encontrar la forma de satisfacer las necesidades de cada uno de esos clientes, y es posible perder alguno de ellos por diferentes motivos.

Para el caso del impacto en la calidad del producto, se puede pensar en algún activo relacionado con la línea de producción (reempaque) en la que una falla puede ser tan grave que implique desechar la producción por algún tipo de contaminación.

La seguridad es otro elemento importante, es posible encontrar el caso más extremo como la muerte de una o varias personas, hasta el caso ideal donde el impacto es muy bajo lo que corresponde a la nulidad de accidentes.

Cuando se menciona en el impacto en la rentabilidad, se está evaluando las implicaciones económicas que tiene la indisponibilidad diaria de un activo sin considerar costos asociados al mantenimiento que implique ponerlo en marcha nuevamente. Hay activos cuya falla si es de únicamente un día, tienen un impacto nulo, otros activos como los camiones o la línea de producción tienen impacto en la rentabilidad diaria de USD 10 000 o más.

Es posible aplicar la ecuación 1 a los activos de los departamentos de logística, alisto y producción, con la finalidad de obtener una tabla general (cuadro 3) que ubique cada activo según la matriz anterior y de esa forma en cada departamento quedan ordenados los activos en orden descendente según su Riesgo o criticidad que permite una mejor toma de decisiones en concordancia con el modelo de gestión de activos.

Cuadro 3. Criticidad según activos.

ID	Departamento	Activo	Cantidad	ISC	ICP	IS	IR	C(t)	F(t)	R(t)
A1	Producción y Alisto	Empacadora	1	4	4	3	5	4	4	16
A2	Producción y Alisto	Multicabezal	1	4	4	3	5	4	3	12
A3	Producción y Alisto	Montacargas	1	1	4	5	2	3	3	9
A4	Producción y Alisto	Selladora de banda	1	4	4	4	2	4	2	8
A5	Producción y Alisto	Compresor 5.5 hp	1	4	4	3	5	4	2	8
A6	Producción y Alisto	Banda transportadora	1	1	1	3	2	2	3	6
A7	Producción y Alisto	Selladora de pie	1	4	4	3	2	3	2	6
A8	Producción y Alisto	Carretilla	5	1	3	3	2	2	2	4
A9	Producción y Alisto	Carretillas hidráulicas	4	1	3	3	2	2	2	4
A10	Producción y Alisto	Cosedoras de sacos	3	2	3	1	2	2	2	4
A11	Producción y Alisto	Romanas para sacos	3	2	3	1	2	2	2	4
A12	Producción y Alisto	Fechador	1	2	4	1	2	2	2	4
A13	Producción y Alisto	Compresor respaldo	1	4	4	3	5	4	1	4
A14	Producción y Alisto	Larguero	580	1	3	5	2	3	1	3
A15	Producción y Alisto	Vertical	56	1	3	5	2	3	1	3
A16	Producción y Alisto	Romana verificadora	2	4	4	1	2	3	1	3
A17	Producción y Alisto	Mesas	4	1	1	2	2	2	1	2
A18	Producción y Alisto	Teléfono IP	4	2	1	1	2	2	1	2
A19	Logística	Camión 5 Ton	1	5	3	5	5	5	4	20
A20	Logística	Camión 8.5 Ton	3	5	3	5	5	5	3	15
A21	Logística	Carretilla	4	2	5	3	2	3	4	12
A22	Logística	Camión 13.91 Ton	1	5	3	5	5	5	1	5
A23	Logística	Teléfono celular	4	4	1	1	2	2	2	4
A24	Logística	Caja de seguridad	5	1	1	2	4	2	1	2

Una vez que se establece la tabla de criticidad, es posible ubicar los activos por medio de su ID de forma gráfica en la matriz de la figura 4.

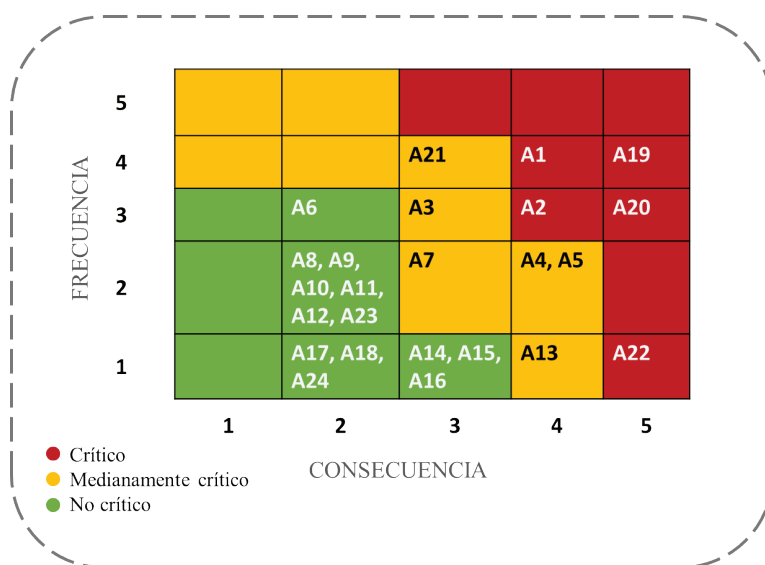


Figura 4. Matriz de criticidad general.

Se puede notar que para la empresa los camiones son los activos de mayor criticidad en el Departamento de Logística, mientras que en alisto y empaque son el multicabezal y la empacadora.

Así el apoyo por parte del Departamento Administrativo, que en la empresa es el encargado de llevar a cabo lo referente a temas financieros, es el que establece junto con Gerencia General y Recursos Humanos, los recursos necesarios y las partidas de financiamiento destinadas a temas de gestión de activos.

Al quedar los camiones categorizados dentro de los activos Críticos, se respalda que cuenten con sensores en las llantas, tanque de combustible, sensores de carga inalámbrica por eje para la suspensión mecánica, e incluso en las puertas del cajón, además del GPS. Todo este conjunto de sensores y herramientas, transmiten información en tiempo real al ERP que, al tener un módulo de flotas, un módulo mantenimiento y reparaciones, así como el módulo de compras; hace posible desde cualquier parte del mundo conocer con mucha precisión información sobre el estado de cada camión, verificando que se está cargando con pesos que no excedan su capacidad.

Información que se puede cruzar con el consumo de combustible, forma de conducción de los choferes, alarmas de estado del camión y propuestas de mantenimiento, que al estar ligado al ERP, es posible hacer órdenes de compra de forma automatizada de repuestos, y programar los mantenimientos. Estos cambios van a permitir la evaluación del desempeño de cada uno de esos activos y la toma de decisiones para el proceso de mejora a la hora de seleccionar la cantidad adecuada de repuestos, la frecuencia de mantenimientos, el seguimiento de parte de las autoridades respectivas para asegurar la continuidad de la operación al menor costo y con el menor impacto posible.

Conclusiones y perspectivas de trabajo futuro

La presente nota técnica demuestra que es factible para las Pymes implementar un Modelo de Gestión de Activos físicos que les permita maximizar el aprovechamiento de sus activos y disminuir la posibilidad de interrupción de la operación.

Determinar la criticidad de los activos, es un paso clave para la implementación del Modelo de Gestión de Activos, dando una guía clara en donde enfocar esfuerzos e inversión para así tener una mejora considerable en el aprovechamiento de los activos físicos.

Un Modelo de Gestión de Activos según la norma INTE/ISO 55001 es adaptable a Pymes. Este se puede resumir en un flujograma de actividades que son aplicables a toda empresa que tenga activos físicos. Dentro de las perspectivas de trabajo futuro se tiene la implementación de la metodología propuesta en más Pymes, documentando los puntos de mejora a metodología y su implementación.

Agradecimientos

El autor principal agradece al Consejo de Unidad de Posgrados de la Escuela de Ingeniería Electromecánica del Tecnológico de Costa Rica y los profesores, por el apoyo brindado durante la elaboración del proyecto, por los conocimientos adquiridos para obtener el grado de maestría.

Referencias

- [1] INTECO. (2015). INTE ISO 55000:2015 *Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología*.
- [2] Herrera, N. E. N., 2021. *¿Cómo anticipar los resultados financieros de la Gestión de Activos?*.



- [3] Atmadyaya, Sazali, & Hassan, 2021. *Maintenance Strategy for Engine Oil 100-Ton Truck Using Taguchi Method at Coal Mining Company*.
- [4] Violino, B. (2020). IoT and AI boost Volvo Trucks vehicle connectivity. *Network World*. <https://www.networkworld.com/article/3587404/volvotrucks-boosts-vehicle-connectivity-with-ai-and-iot.html>.
- [5] Caguana Quilumbaquí, J. E. (2019). La gestión de activos fijos en la empresa manufacturas de cuero Calzafer Cía. Ltda (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera Contabilidad y Auditoría).
- [6] Plata Navas, S. (2021) Uso de la tecnología como herramienta integradora en la gestión de activos de una organización del sector hidrocarburos.
- [7] Chávez Liquinchana, Á. O. (2020). Análisis del uso de herramientas informáticas para la gestión de activos empresariales en las empresas del sector alimenticio registradas en la Cámara de la Pequeña y Mediana Empresa de Pichincha (Master's thesis, Quito, EC: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).
- [8] Baylón Caballero, J. L. (2020). Incidencia de la trazabilidad en la gestión de activos fijos de la Empresa Tecnológica de Alimentos SA.
- [9] Satama Ramírez, H. I., & Vélez Calderón, F. C. (2018). *Propuesta para la gestión integral de activos físicos dentro del área de mantenimiento vehicular dirigido al Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca* (Bachelor's thesis).
- [10] Amendola, L., & Depool, T. (2020). ABC de la Gestión de Activos. Madrid: Ediciones PMM Institute for Learning.
- [11] Norma Norsok Standard Z-008. (2011). *Risk based maintenance and consequence classification*.
- [12] Ren, Z., Verma, A. S., Li, Y., Teuwen, J. J., & Jiang, Z. (2021). Offshore wind turbine operations and maintenance: A state-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110886.
- [13] Carbo Mora, C. R. (2019). La gestión de activos como herramienta para la toma de decisiones de inversión en la compañía concesionaria del Aeropuerto de Guayaquil.
- [14] Caqui Alejandro, N. A. (2021). Control de activos fijos y su incidencia en la gestión financiera de la empresa Transportes Pomacocha SAC, en la Provincia Constitucional del Callao-2019.
- [15] Parra, D., Rosario, E., González, E., & Zabala, M. (2020). Sistema de gestión tecnológica para unidades productivas integradas. La Tecnología y su huella en las Áreas del quehacer humano. *REVECITEC*, 10(1), 114-126.
- [16] Baylón Caballero, J. L. (2020). Incidencia de la trazabilidad en la gestión de activos fijos de la Empresa Tecnológica de Alimentos SA, 2019.
- [17] Paco, J. A., Montañó, M. F. R., & Ruíz, J. M. E. (2021). CAPÍTULO 3 LA GESTIÓN DE ACTIVOS Y RECURSOS INTANGIBLES EN LAS PYMES INDUSTRIALES. *Estrategias y competitividad en la era digital*, 579.
- [18] Ahumada, F. G. (2018). Alineamiento entre costes de Ciclo de Vida: estrategias de Mantenimiento y Gestión de Activos. *Mantenimiento: ingeniería industrial y de edificios*, (318), 27-35.
- [19] Galindo Vargas, A. C. (2020). *Implementación de la norma ISO 55001 en ISA Intercolombia y su impacto en la transformación cultural de la organización* (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
- [20] Nuñez Velarde, K. G., & Pacheco Chávez, P. G. (2021). Optimización del proceso de gestión de flota para una empresa de transporte de carga por carretera usando Machine Learning, BI, GPS y SMS Gateway.