



Ecuador – diciembre 2017 - ISSN: 1696-8352

## EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS EN EL SECTOR INDUSTRIAL ZONA 3 (ECUADOR).

**\* Manuel Fernando González Puente**

Facultad de Mecánica  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
ferna\_gp@yahoo.com

**\*\* María Verónica González Cabrera**

Facultad de Industrias Pecuarias  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
verogc86@hotmail.com

**\*\*\* Franqui Fernando Esparza Paz**

Facultad de Administración de Empresas  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
ffespaz@yahoo.es  
franqui.esparza@esPOCH.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Manuel Fernando González Puente, María Verónica González Cabrera y Franqui Fernando Esparza Paz (2017): "Evaluación de la implementación de gestión de activos físicos en el sector industrial zona 3 (Ecuador).", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Ecuador, (diciembre 2017). En línea:

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/activos-fisicos-ecuador.html>

---

\* Tecnólogo de Mantenimiento Industrial, Ingeniero en Mantenimiento (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba-Ecuador), Diplomado en Gestión Prospectiva de la Educación (Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDÉS. (Ambato - Ecuador), Especialista en Diseño Curricular (UNIANDÉS), Magister en Gestión de Educación mención Educación Universitaria actual (UNIANDÉS), Magister en Gestión del Mantenimiento Industrial (ESPOCH), Docente-investigador, Escuela de Mantenimiento Industrial (ESPOCH)

\*\* Bioquímica Farmacéutica (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, Riobamba-Ecuador), Docente-Investigadora Escuela de Industrias Pecuarias (ESPOCH), Experiencia en análisis y estudios químicos en industrias y en investigación técnica- química en la educación.

\*\*\* Ingeniero de Empresas y Máster en Dirección de Empresas mención Proyectos (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH, Riobamba-Ecuador), Técnico Superior en Gerencia de Marketing (Instituto Superior Corporación Internacional de Marketing, Quito, Ecuador), Docente-investigador Escuela de Administración de Empresas, Facultad de Administración de Empresas (ESPOCH), Gerente, director y ejecutivo del sector bancario, financiero y empresarial público y privado. Experiencia en formulación y ejecución de proyectos de inversión privada y de desarrollo.

## **RESUMEN**

La Gestión de Activos Físicos en las empresas manufactureras presenta nuevas oportunidades y alternativas para que la industria ecuatoriana alcance su transformación, logre mejores niveles de productividad, competitividad y se conserve en el mercado de sus consumidores, cada vez más exigente, competidor y globalizado. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar las causas para la implementación de esta metodología, diferenciado a aquellas que evolucionaron cada escalafón del mantenimiento industrial establecido en la organización empresarial, y a las empresas que implementaron la gestión como influencia carente de estrategias ni estudios previos, pero que se encuentra en boga en el campo industrial. El trabajo investigativo fue desarrollado en el sector industrial de la Zona 3 (Provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza, en la república del Ecuador). Como resultado del estudio adicionalmente se ofrece una herramienta sencilla a través de formulación matemática de evaluación de parámetros relacionados en mantenimiento, reduciendo así el uso de demasiados indicadores que a la final entorpecen el análisis de la implementación de una política de mantenimiento de activos físicos exitosa.

**Palabras Clave:** Gestión – activos físicos - indicador – proceso - estrategia

## **ABSTRACT**

The Management of Physical Assets in manufacturing companies presents new opportunities and alternatives for the Ecuadorian industry to achieve its transformation, achieve better levels of productivity, competitiveness and remain in the market of its consumers, increasingly demanding, competitive and globalized. The objective of this research work is to analyze the causes for the implementation of this methodology, differentiated from those that evolved each industrial maintenance ladder established in the business organization, and to the companies that implemented the management as an influence lacking strategies or previous studies, but that is in vogue in the industrial field. The research work was developed in the industrial sector of Zone 3 (Provinces of Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo and Pastaza, in the Republic of Ecuador). As a result of the study, a simple tool is offered through the mathematical formulation of evaluation of maintenance-related parameters, thus reducing the use of too many indicators that ultimately hinder the analysis of the implementation of a successful physical asset maintenance policy.

**Keywords:** Management - physical assets - indicator - process - strategy

## INTRODUCCIÓN

La actividad empresarial y su forma de gerenciamiento han evolucionado mucho desde la época de la revolución industrial y de manera más reciente con el crecimiento de los servicios. El desarrollo tecnológico y científico, así como el mercado en su sentido más amplio, incluyendo la transportación y las comunicaciones, han determinado muchos de estos cambios, poniendo énfasis en la competitividad y sostenibilidad vinculadas a su contexto operacional y de mercado (Sánchez, 2010: 73).

Según el criterio de (Adrián, 2006: 10), la competitividad es un concepto al cual se hace referencia y sobre el cual se debate de manera usual, tanto en el ámbito académico como en el político. Si bien en general se asigna a la competitividad gran relevancia en el crecimiento de los países, ya que la misma impacta sobre la capacidad de firmas o economías de insertarse en los mercados, no está clara y unívocamente definida, sino que existen numerosos factores que se conjugan bajo esa denominación. Adicional (Villarán, 2009: 138), la Competitividad es la capacidad de atraer, generar y/o desarrollar las capacidades y talentos necesarios en una empresa, para lograr altos niveles de productividad que permitan a la empresa generar ventajas frente a la competencia.

Para (Candelario, 2013: 2) la gestión de activos empresariales es la disciplina que busca gestionar todo el ciclo de vida de los activos físicos de una organización con el fin de maximizar su valor. Cubre procesos como el diseño, construcción, explotación, mantenimiento y reemplazo de activos e infraestructuras. “Empresarial” hace referencia a la gestión de los activos a pesar de que se encuentren en diferentes departamentos, localizaciones, instalaciones, y en algunos casos, incluso diferentes unidades de negocio. La gestión de los activos puede mejorar su rendimiento, reducir costes, extender su vida útil y mejorar el retorno de inversión de los activos.

El sector industrial y manufacturero en el Ecuador en la actualidad se encuentra atravesando un momento de transición en cuanto a la generación y desarrollo de nuevos productos, implementación e innovación de procesos, mejoramiento de los métodos de producción, adecuación a nuevos mercados, basado en el marco legal y jurídico, entre otros aspectos. En este contexto la Gestión de Activos Físicos en las empresas manufactureras presenta nuevas oportunidades y alternativas para que la industria ecuatoriana alcance sus procesos de transformación, logre mejores niveles de productividad, competitividad y se mantenga en el mercado de sus consumidores, cada vez más competidor y globalizado.

En este contexto (Sánchez, 2010: 73) afirma que es imprescindible que se entienda que la gestión de activos físicos no corresponde a un área o persona en particular, sino es el trabajo en equipo de la organización de la entidad (operación, mantenimiento, logística, economía y otros). Sin embargo, los estudios realizados que se referencian en este trabajo han evidenciado, en la mayoría de los casos, que en la realidad esto no es así. Es demostrable que, cuando el impacto de las fallas es inaceptable, se le da la relevancia y el protagonismo suficiente al mantenimiento desde la etapa más incipiente de su ciclo de vida, lo cual es muy reconocido en la generación de energía nuclear, transporte aéreo y espacial, barcos, submarinos y en los denominados megaproyectos, debido a los reconocidos impactos que representan las fallas o el inadecuado mantenimiento. Sin embargo, hoy en día la competitividad y sostenibilidad en el mercado también requieren optimizar los costos del ciclo de vida de los activos físicos en los diversos sectores de la sociedad.

La moderna gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Todo ello facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y teniendo en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización. Una adecuada gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta el ciclo de vida de cada activo físico, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y sus funciones, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando, además, procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados. Por todo ello, la gestión del mantenimiento se transforma en un poderoso factor de competitividad cuya importancia en el ámbito empresarial crece día a día. Es por esta razón que existe la necesidad de conceptualizar y de entender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una correcta gestión de mantenimiento en una organización. (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013: 126).

## **DESARROLLO**

### **1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **1.1 La Gestión**

Para (Blanco, 2012: 394) la actuación de la dirección y abarca lo razonable de las políticas y objetivos propuestos, los medios establecidos para su implementación y los mecanismos de control que permitan el seguimiento de los resultados obtenidos. En el desarrollo de la dirección empresarial cada día adquiere más importancia el enfoque de la administración estratégica como elemento clave para el éxito de una empresa, lo cual, a su vez, ha facilitado el enfoque de la auditoría de gestión al disponer de un marco conceptual de las características y del proceso de una buena dirección empresarial.

En el ámbito empresarial el término gestión tiene varias denominaciones o sinónimos como administración o dirección, además de varias definiciones o conceptualizaciones. Desde el punto de vista de esta investigación la gestión está considerada como el mecanismo de evaluación de la implementación de la gestión de activos físicos que son utilizados en los procesos de producción, en el sector industrial y manufacturero del Ecuador, en la diversidad de actividades económicas y productivas.

Gestión es un proceso mediante el cual la entidad asegura la obtención de recursos y su empleo eficaz y eficiente en el cumplimiento de sus objetivos. Esto busca fundamentalmente la supervivencia y crecimiento de la entidad, se desarrolla dentro del marco determinado por los objetivos y políticas establecidos por el plan de desarrollo estratégico e involucra a todos los niveles de responsabilidad de la entidad. La Gestión comprende todas las actividades de una organización que implica el establecimiento de metas y objetivos, así como la evaluación de su desempeño y cumplimiento; además del desarrollo de una estrategia operativa que garantice la supervivencia (Contraloría General del Estado, 2013: 3)

Para (Estupiñan & Estupiñan, 2006, 249), una gestión se considera económica cuando al evaluarla se comprueba que: Se hizo en forma racional la adquisición de los insumos requeridos en el proceso de producción o de prestación de servicios, o sea que no se utilizó más de lo que realmente se necesitaba, se estableció si la asignación de los recursos disponibles era lo más

conveniente para maximizar los resultados, se estudió y analizó la programación de necesidades y utilización de los recursos de manera tal que estos se entreguen oportunamente y no fueron causas de mora en la elaboración de los bienes o servicios que suministra la entidad; se evaluó el costo de adquisición de los insumos.

## **1.2 Los activos físicos**

En la estructura financiera de las empresas industriales, existen tres tipos de activos: Activos corrientes, activos fijos y activos diferidos u otros activos. El presente estudio trata sobre el manejo de los activos fijos que para fines de esta investigación se denominará activos físicos. En una empresa productiva, de transformación o manufacturera representan entre el 60% y 70% del total de los activos; este rubro está compuesto entre otros por los siguientes bienes: edificios, maquinarias, equipos, vehículos, herramientas. Los más representativos y considerados en esta investigación son las maquinarias que utilizan las empresas industriales para la transformación de materias primas en productos terminados para su posterior comercialización y venta en el mercado.

Los activos físicos tienen ciertas características como: tienen una vida útil de duración larga, sufren desgaste por su uso, no se pueden vender y sirven para el giro del negocio. Los activos físicos según (Chiriboga, 2014: 14) representan bienes que se espera serán usados durante más de un periodo contable, que tienen una vida útil limitada; y, los que pertenecen a una institución para usarlos en la producción o prestación de bienes y servicios.

Para (Sánchez, 2010, 73) los activos físicos son: inmuebles, sistemas tecnológicos básicos y sistemas especializados de producción y servicio, que soportan el negocio de la entidad, juegan un rol fundamental y la atención a su comportamiento durante el ciclo de vida de ellos es lo que determina y/o contribuye a lograr la competitividad y sostenibilidad.

En conclusión, explica (Amendola, 2012: 1), que Antes de decidir ¿qué mejorar? y ¿hacia dónde se deben conducir las acciones de la empresa?, hay que establecer el punto de partida de una forma científica para definir de forma estratégica, táctica y operativa cuáles serán las acciones que se deben ejecutar para alcanzar la meta, en este punto el desarrollo y adaptación de un modelo matemático resulta conveniente y podría reducir la problemática de analizar demasiados parámetros, lo que a su vez dificulta la toma de decisiones.

## **1.3 Gestión Integral de Activos Físicos**

Para (Sánchez, 2011: 73) La actividad empresarial y su forma de gerenciamiento han evolucionado mucho desde la época de la revolución industrial y de manera más reciente con el crecimiento de los servicios. El desarrollo tecnológico y científico, así como el mercado en su sentido más amplio, incluyendo la transportación y las comunicaciones, han determinado muchos de estos cambios, poniendo énfasis en la competitividad y sostenibilidad vinculadas a su contexto operacional y de mercado.

Para (Amendola, 2011: 1) la Gestión de Activos o, en idioma inglés, “Asset Management” se corresponde con la planificación y programación sistemática e integrada de los recursos físicos a lo largo de su ciclo de vida útil. Esto puede incluir la especificación, diseño y construcción del activo, sus operaciones y su modificación durante el uso, así como su retirada en el momento oportuno.

Las organizaciones de hoy en día se enfrentan más que nunca al reto de asimilar fuertes y continuos cambios, no sólo del entorno, sino también sociales, medios tecnológicos, recursos de

capital, nuevas regularizaciones y legislaciones. Es necesario, pues, tomar decisiones dentro del ámbito de la organización para poder adaptarse a este cambiante y complejo mundo. Este proceso recibe la denominación de Asset Management, que podemos definir como el arte y la ciencia de poner en práctica y desarrollar todos los potenciales de una organización de mantenimiento, que le aseguren una supervivencia a medio y largo plazo, y a ser posible beneficiosa. Es importante recordar que los pilares de la gestión tienen que ir siempre de la mano de la innovación y la creación de valor añadido (Amendola, 2012: 3).

#### **1.4 Pilares Fundamentales del Asset Management**

(Amendola, 2012: 4), sobre los pilares fundamentales del Asset Management afirma que son los siguientes: Diagnóstico de Gestión: Definir la filosofía y misión de la empresa o unidad de negocio para evaluar el estado actual de los activos. Políticas y Estrategias: Establecer objetivos a corto y largo plazo para lograr la misión de la empresa, que define las actividades de negocios presentes y futuras de una organización. Información de la Gestión de Activos: Planificación estratégica, formular diversas estrategias posibles y elegir la que será más adecuada para conseguir los objetivos establecidos en la misión de la empresa, desarrollar una estructura organizativa para conseguir la estrategia. Implementación y operación: Asegurar las actividades necesarias para lograr que la estrategia se cumpla con efectividad. Verificación y acciones correctivas: Controlar la eficacia de la estrategia para conseguir los objetivos de la organización

#### **1.5 Beneficios de la Gestión de Activos Físicos**

De acuerdo a (Bedoya, 2014: 8), Un activo es algo que tiene un valor potencial o real para una organización. Ejemplo: Planta, instalación, maquinaria, edificios, vehículos, etc. Tienen un vida útil (Es el periodo desde su concepción hasta el final de su vida). Cumplen ciertas fases en su ciclo de vida desde la necesidad, diseño, construcción, comisionamiento, operación y mantenimiento y desincorporación.

Los beneficios de una gestión de activos eficiente como lo afirma (Bedoya, 2014: 16), se resumen en los siguientes: Asegurar retorno de inversión de los activos, optimizar uso de la capacidad instalada, controlar riesgos de los activos durante todo su ciclo de vida, alargar la vida útil y optimizar los costos de los activos, maximizar el conocimiento de la organización alrededor de sus activos

Es importante recordar que el mantenimiento, su organización e informatización, debe estar encaminado a la permanente consecución de los siguientes objetivos, que según (Amendola, 2012: 10), se sintetizan en los siguientes: Optimización de la disponibilidad de los activos, optimización de los costes de mantenimiento, optimización de los recursos humanos, maximización de la vida útil de los activos

#### **1.6 Requerimientos para la gestión de activos físicos**

La adecuada gestión de los activos requiere, de acuerdo a (Guidi, 2012: 11): Contar con definiciones apropiadas de los activos, Identificar los activos críticos, Disponer de procesos adecuados, efectuar el seguimiento y control de los activos desde su creación, disponer de una adecuada organización empresarial (personal capacitado y equipamiento apropiado), 1 disponer de sistemas de información para el seguimiento del activo, que permitan: Registrar información sobre su desempeño, mantenimiento preventivo y correctivo, 2 tomar decisiones acerca de su mantenimiento y reemplazo.

## 1.7 Consideraciones para medir el rendimiento en mantenimiento

Woodhouse (2000) citado por (Galar-Pascual, Berges-Muro, & Royo-Sánchez, 2010: 2,3,4 ), sugiere que son seis los principales problemas asociados con el desarrollo y mantenimiento de un conjunto amplio de medidas del rendimiento. Estos deben abordarse por separado si se pretende implantar un sistema de medición robusto, y a ellos se da respuesta con la solución adoptada por Galar et al. (2009b) en la métrica y modelo de auditoría propuesto.

1. Demasiados datos y sin embargo poca información
2. El número de indicadores de rendimiento y su área de influencia
3. Los conflictos entre los objetivos y las medidas
4. Tiempo que transcurre entre las acciones y seguimiento o monitorizado de resultados
5. Escasa correlación entre los síntomas observables y los riesgos subyacentes
6. El coste y la motivación de los recolectores de datos

He aquí la necesidad de desarrollar un modelo que simplifique la toma de decisiones y por ende el rango de error en una política y estrategia de mantenimiento de los activos físicos en las empresas industriales de la zona 3 del Ecuador.

## 1.8. Desarrollo del modelo

La investigación desarrolla una metodología para el diseño de un indicador general para la evaluación del Nivel de Gestión del Mantenimiento de Activos Físicos en empresas industriales y manufactureras. Para lo cual se establece una jerarquización de los indicadores claves. Clasificándolos:

- Según su influencia en la toma de decisiones
- Empleando trabajo en equipo
- Mediante la utilización del método AHP (Analytic Hierarchy Process)

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes (Galar-Pascual, Berges-Muro, & Royo-Sánchez, 2010: 4):

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión
- Claros de entender y calcular
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Es por ello que los índices deben (Galar-Pascual, Berges-Muro, & Royo-Sánchez, 2010: 6):

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer los valores o consignas que determinen los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

## 2.- METODOLOGIA

Partiendo de la hipótesis de que existe un conjunto de indicadores mediante los cuales es posible realizar una evaluación del estado del mantenimiento. El mejoramiento de estos índices eleva el nivel de excelencia en la gestión del mantenimiento. A su vez dicho mejoramiento incide positivamente en los resultados económicos de la empresa.

Teniendo en cuenta sólo las variables fundamentales que miden por lo general las empresas líderes se realizó una iteración de decantación, quedando una reducida lista de indicadores (variables), las cuales se estratifican determinando los ocho factores encargados de evaluar la gestión del mantenimiento, los cuales se detallan a continuación (Guidi, 2012: 25):

1. Nivel de Información
2. Productividad Total Efectiva de los Equipos (PTEE)
3. Nivel de incidencia de la función de mantenimiento en los costos de la empresa
4. Existencia de un sistema formal de medidas para determinar la efectividad del mantenimiento
5. Capacidad de los obreros del mantenimiento de enfrentar con éxito los problemas correspondientes a esta función.
6. Existencia de un sistema formal de planificación y programación de trabajos de mantenimiento
7. Nivel de adopción de sistemas de mantenimiento informatizados
8. Seguridad del personal y del Medio Ambiente.

La determinación del peso de cada factor se realizará mediante métodos matemáticos fundamentados. Primeramente se deben realizar, mediante el empleo de un grupo de expertos y la aplicación del método AHP (Analytic Hierarchy Process) o método Analítico Jerárquico de Thomas Saaty, comparaciones de criterios tomados por parejas por cada uno de los expertos.

Lo primero que se debe hacer es construir la matriz de prioridades:

**Tabla 1.** Matriz de prioridades

	Nivel de Información.	PTEE	Costos	Efectividad	Capacidad de los obreros	planificación y programación	mantenimiento informatizado	Seguridad y Medio Ambiente.
Nivel de Información.	1	1	2	3	2	2	3	2
PTEE	1	1	2	3	2	3	3	2
Costos	0,5	0,5	1	2	1	1	2	1
Efectividad	0,3333	0,3333	0,5	1	1	1	2	1
Capacidad de los obreros	0,5	0,5	1	1	1	2	2	1
planificación y programación	0,5	0,3333	1	1	0,5	1	2	2
mantenimiento informatizado	0,3333	0,3333	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1
Seguridad y Medio Ambiente.	0,5	0,5	1	1	1	0,5	1	1

Elaboración: Propia autores



Luego de valorar los criterios en la matriz “A”, utilizando la escala anterior, se realiza la normalización de la matriz. Luego se obtendrán los pesos como el promedio del renglón de la resultante matriz normalizada (N), vector de prioridades y vector de las sumas ponderadas (K).

**Tabla 2.** Matriz normalizada, vectores prioridades y sumas ponderadas.

MATRIZ NORMALIZADA								VECTOR PRIORIDADES	VECTOR SUMAS PONDERADAS
0;214286	0;222222	0;222222	0;24	0;222222	0;181818	0;1875	0;181818	0;209011093	1;719922
0;214286	0;222222	0;222222	0;24	0;222222	0;272727	0;1875	0;181818	0;220374729	1;823124
0;107143	0;111111	0;111111	0;16	0;111111	0;090909	0;125	0;090909	0;113411797	0;934615
0;071429	0;074074	0;055556	0;08	0;111111	0;090909	0;125	0;090909	0;087373437	0;718972
0;107143	0;111111	0;111111	0;08	0;111111	0;181818	0;125	0;090909	0;114775433	0;950443
0;107143	0;074074	0;111111	0;08	0;055556	0;090909	0;125	0;181818	0;103201359	0;843042
0;071429	0;074074	0;055556	0;04	0;055556	0;045455	0;0625	0;090909	0;061934674	0;504362
0;107143	0;111111	0;111111	0;08	0;111111	0;045455	0;0625	0;090909	0;089917478	0;733706
SUMA	1	1	1	1	1	1	1		

Elaboración: Propia autores

Por ultimo a través de una formulación sencilla basada en índices de consistencia si el modelo es consistente:

**Tabla 3.** Índices de consistencia

(K/V)	Índice de consistencia aleatorio (IA) en función de la dimensión de la matriz (n)								
8;2288551	n	1	2	3	4	5	6	7	8
8;27283602	RI	0	0	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404
8;24089758	n	9	10	11	12	13	14	15	16
8;22872519	RI	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.585
8;28089231									
8;16890407									
8;14345126									
8;15977064									
$\lambda_{max}$	8;21554152								
IC	0;03079165								

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0;030792}{1;404} = 0;02193137$$

Para lograr realizar una evaluación final de la situación de la empresa se necesita un indicador que relacione los ocho factores que hasta el momento se han utilizado, para ello se propone calcular el Nivel de Gestión del Mantenimiento, donde se relaciona la puntuación dada por los expertos de la empresa a cada uno de los medidores (según el comportamiento real de la entidad estudiada) con los pesos obtenidos anteriormente (matriz N) y el valor máximo de las variables medidoras (10 puntos) con los respectivos pesos según el grado de importancia; el cual responde a la siguiente expresión matemática:

$$NGM = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (P_i * Z_i)}{10 * (\sum_{i=1}^n P_i)} \right] * 100$$

Dónde:

NGM: Nivel de Gestión del Mantenimiento (en %)

Pi: Peso relativo de las características del patrón de excelencia

Zi: Calificación dada a la variable o característica i del patrón de excelencia.

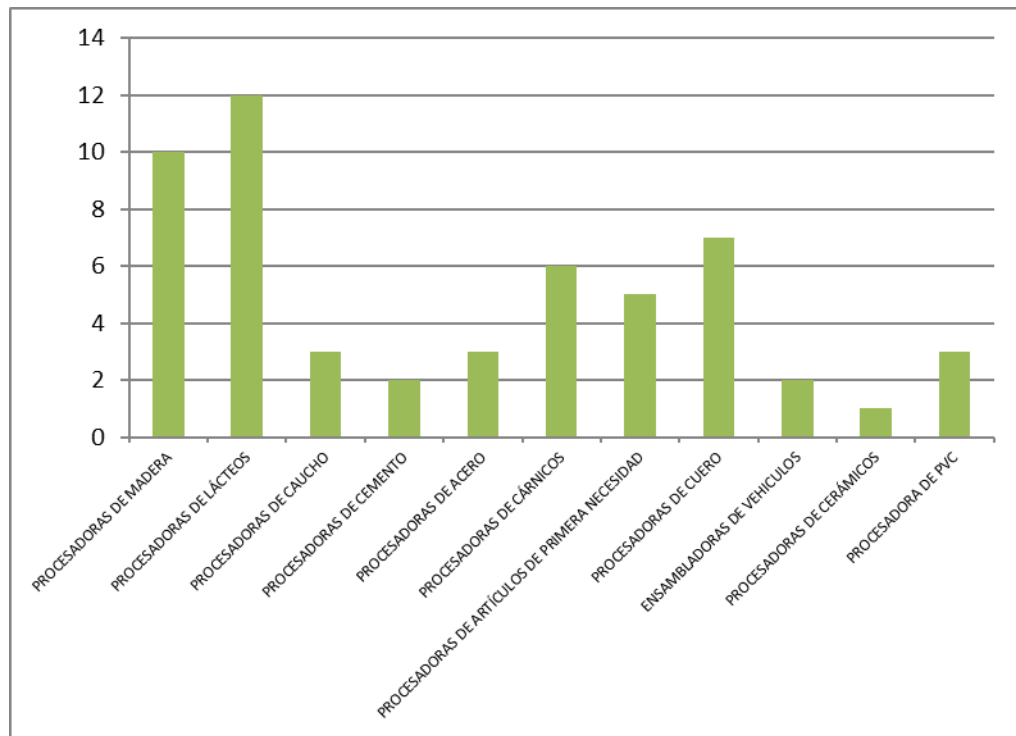
n: Cantidad de variables (en este caso ocho factores)

### 3.- RESULTADOS

#### 3.1. Caso de estudio Mantenimiento Industrial ZONA 3 del Ecuador

**Región 3 (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza):** La zona 3 dentro de la división Administrativa del Ecuador corresponde a la región central del país. Es paso obligado entre la región costa, sierra y la amazonia, posee buena vocación productiva para varias actividades económicas y es tendiente a convertirse en centro de acopio agrícola (hortalizas y frutas) del país y un importante nodo comercial de nivel nacional. Dentro de las importantes industrias entre otras tenemos: Procesadoras de madera, lácteos, caucho, cemento, acero, cárnicos, cuero, vehículos, cerámicos, minerales no metálicos.

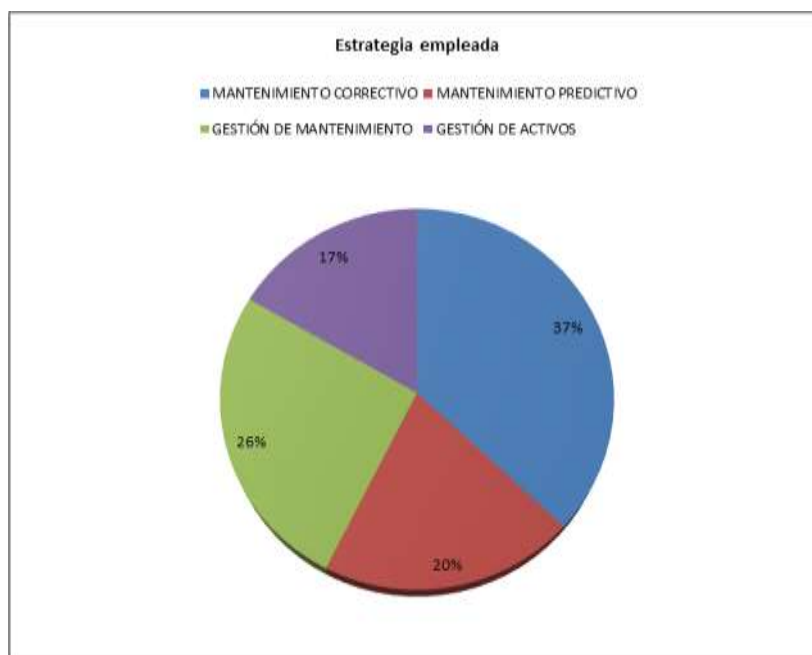
**Figura 1. Sectorización industrial**



**Elaboración:** Propia autores

Para sustento del trabajo de investigación se evaluó la implementación del mantenimiento en la ZONA 3 del Ecuador, para emitir un criterio técnico de las verdaderas razones de la implementación de las distintas metodologías aplicadas en las industrias evaluadas; a través de encuestas se determinó el porcentaje de empresas que usan cada estrategia de mantenimiento.

**Figura 2. Segmentación estratégica**

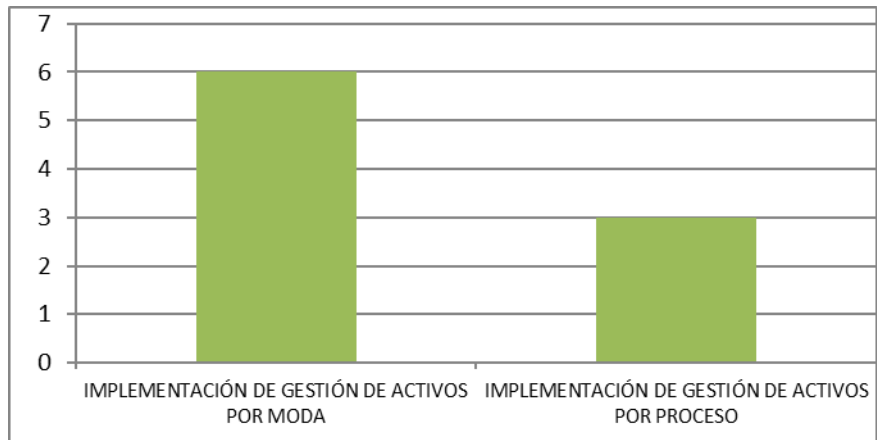


**Elaboración:** Propia autores

Una vez evaluadas las empresas se puede establecer:

- 3 empresas evolucionan de Gestión de Mantenimiento a Gestión de Activos
- 4 empresas registran mantenimiento predictivo implementan Gestión de Activos
- 2 empresas implementan Gestión de Activos por influencia de sus Jefes de Producción

**Figura 3.** Implementación de Gestión de Activos



**Elaboración:** Propia autores

## CONCLUSIONES

- La actividad de control del mantenimiento de activos físicos en las industrias, exige rigor científico-técnico, pues de lo contrario queda en una buena intención que puede desacreditarla y provocarle problemas en el desarrollo posterior de la actividad productiva, en cada una de las empresas industriales y manufactureras de la zona 3 del Ecuador.
- La existencia de una amplia gama de indicadores de evaluación de la actividad de mantenimiento de los diferentes activos físicos, dificulta en cierta medida el proceso de toma de decisiones al no estar definidos los índices considerados como claves para dicha función.
- El indicador propuesto constituye una adecuada herramienta para el mejoramiento de la función de mantenimiento de los activos físicos en la empresa, por lo que se recomienda el análisis del comportamiento de cada factor evaluado en el NGM con vistas a identificar las causas que ocasionan su desempeño deficiente y trabajar por superarlas.
- El resultado del estudio ha permitido generar proyectos alineados a mejorar problemas concretos en las empresas industriales y manufactureras, gracias al estudio estadístico en la fase previa de diagnóstico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrian, L. (2006). "Competitividad: marco conceptual y análisis sectorial para la provincia de Buenos Aires". Editorial, Consejo Federal de Inversiones, La Plata Argentina.  
Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cuaderno74%20adrian.pdf

Amendola, L. (2012). "Análisis de GAP en la Gestión de Activos Físicos para lograr la Sustentabilidad". Revista Global Asset Management Iberoamérica. Universidad Politécnica de Valencia. pp. 1-15

Bedoya, C. (2014). "ISO 55000 Gestión de activos. Una mirada hacia el futuro desde el área de mantenimiento". XXXI Congreso Técnico Ficem. República Dominicana.

Blanco, Y. (2012). "Auditoría Integral: Normas y procedimientos". 2ª edición. Editorial Ecoe Ediciones, Bogotá.

Candelario, J. (2013). "Diseño e implementación de un modelo de gestión integral de activos físicos para la gestión de cadena de suministro en la industria". Protocolo de Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Chiriboga, L. (2014). "Diccionario Financiero y de Economía Popular y Solidaria". Editorial Imprefepp, Quito.

Contraloría General del Estado (2013). "Manual de Auditoría Gubernamental". Contraloría General del Estado, Quito.

Estupiñan, R., & Estupiña, O. (2006). "Análisis financieros y de Gestión", 2da. Edición. Editorial Ecoe Ediciones, Bogotá.

Galar-Pascual, D., Berges-Muro, L. & Royo-Sánchez, J. (2010). "La problemática de la medición del rendimiento en la función mantenimiento". Dyna. 85 (5). DOI: 10.6036/3447. pp. 1-10.

Guidi, C. (2012). "Nuevo desafío de la regulación y supervisión: La gestión de activos" Energy Soluciones. III Congreso Internacional Supervisión del Servicio Eléctrico. pp. 33.

Sánchez, A. (2010). "La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento". Revista Ingeniería Mecánica. 13 (2). pp. 72-78

Villarán, K. (2009). "Plan de Negocios: Herramienta para evaluar la viabilidad de un negocio". USAID. Lima.

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). "Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Revista Chilena de Ingeniería. 21 (1). pp. 125-138.