



# LA EVOLUCIÓN DE OEE POR OEEE (OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY)

---

**Ing. Oscar Carrasco A.**  
Presidente de ASEINMA  
Email: [ocarrasco@aseinma.org](mailto:ocarrasco@aseinma.org)

# Presentación

1. RESUMEN
2. INTRODUCCIÓN
3. UNA HERRAMIENTA DE MEJORA, EL OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO)
4. CÁLCULO DEL OEE
5. CLASIFICACIÓN OEE
6. EJEMPLO DE CÁLCULO DEL OEE
7. OEE Y SU RELACIÓN CON EL TPM
8. BENEFICIOS
9. ESTRUCTURA OEE TIEMPO REAL
10. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
11. EFICIENCIA ENERGÉTICA
12. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA
13. CONCLUSIONES GENERALES
14. BIBLIOGRAFÍA




## **RESUMEN**

Hoy en día es prioridad disminuir a cero nuestras paradas imprevistas, fallas, avería, desperfectos en la producción y conseguir que las empresas sean más competitivas; a través de la medición en tiempo real del OEE utilizando los PLC's, se logra medir, lo que ayuda a gestionar y mejorar utilizando una buena estrategia de mantenimiento para logra mantener una producción con los niveles más exigente a nivel mundial.




## **INTRODUCCIÓN**

Aún hoy en día, muchas empresas de fabricación recolectan manualmente la información sobre la producción y los tiempos muertos, utilizando sistemas de recopilación basados en hojas de cálculo o registros de datos en papel. Esta metodología no sólo es obsoleta y requiere un enorme e intenso esfuerzo, sino que además, la inexactitud del registro implica que los datos no serán del todo fiables.



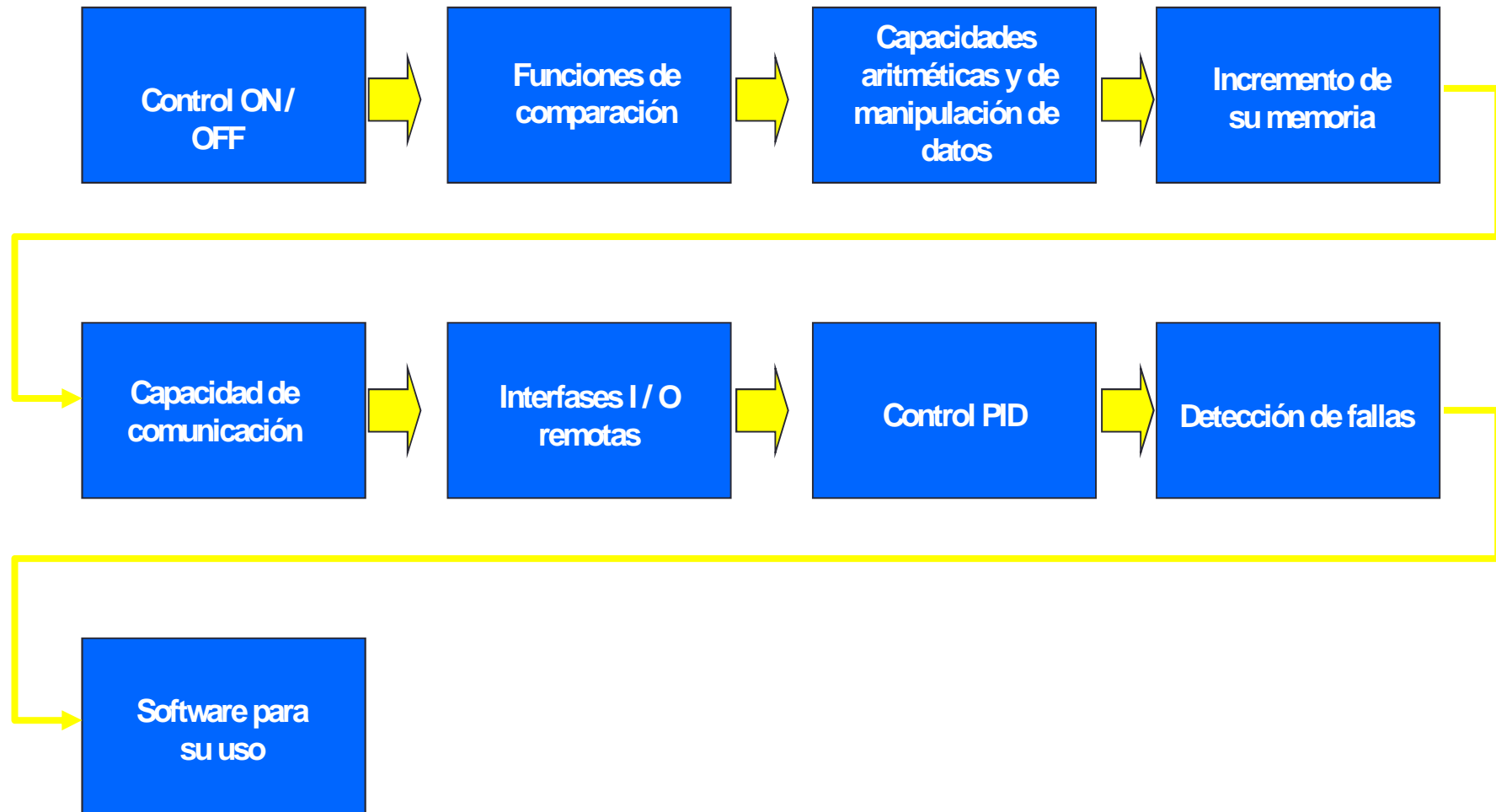
¿De qué sirve a los jefes de producción tener información que no sólo es incorrecta sino que en la mayoría de los casos es inconsistente con otras fuentes de información? Los retardos en la transcripción y generación de informes representan una pérdida de tiempo muy valioso de producción, ya que las acciones correctoras se emprenden mucho más tarde que suceda el hecho.



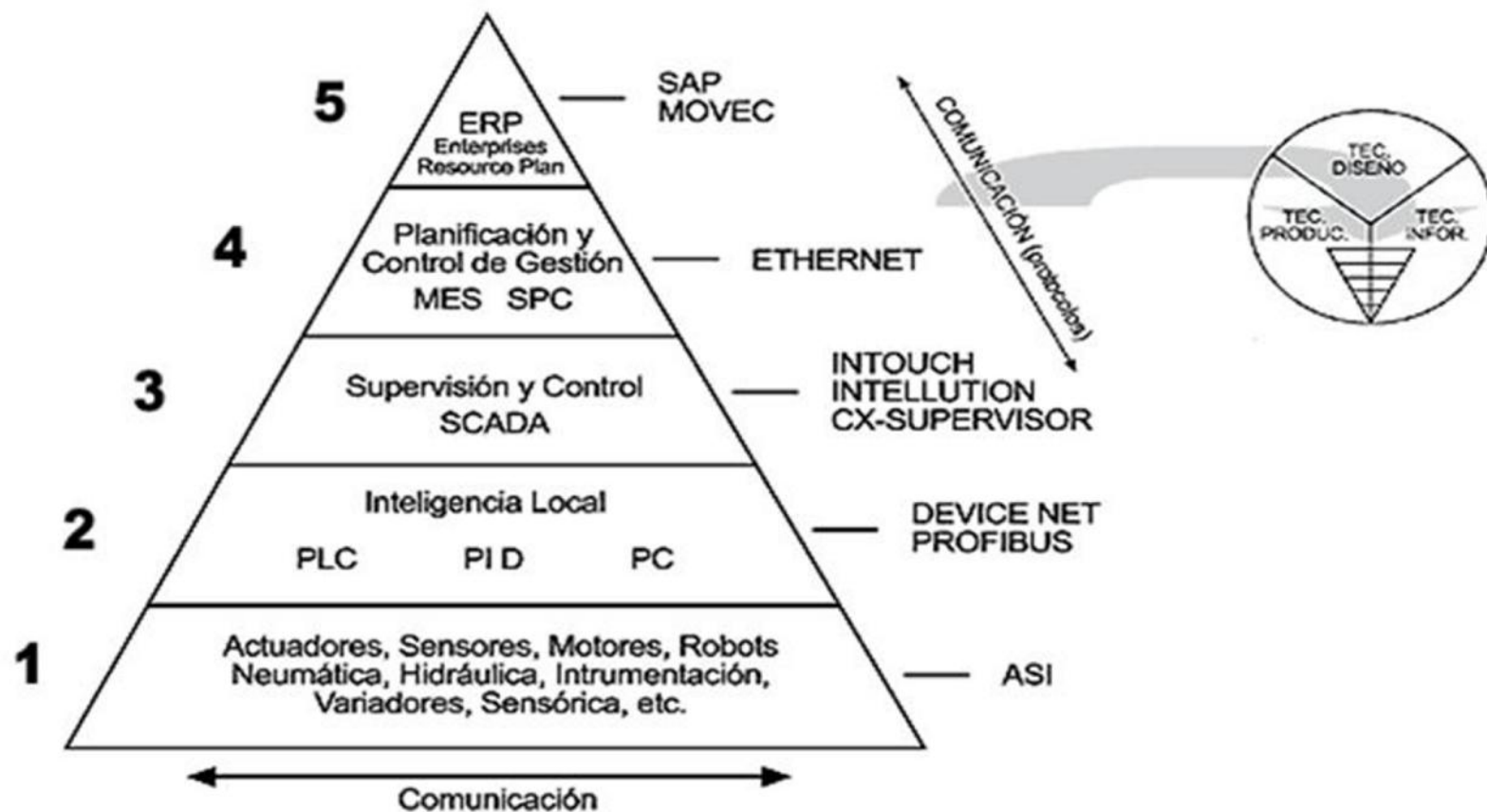
Según DIN 31051, las actividades de mantenimiento concretas son el mantenimiento preventivo, la inspección, las reparaciones, y la eliminación de puntos débiles.

Y define al mantenimiento como todas aquellas medidas (actividades) dirigidas a preservar el estado (condición nominal) de las instalaciones.


# Evolución – Después de 1970



## LA PIRÁMIDE DE LA AUTOMATIZACIÓN








Los conceptos de Efectividad Global del Equipamiento (OEE) como herramienta de mejora continua, enmarcado en la industria de alimentos actual y su relación con la eficiencia energética; mide a diferencia de otros indicadores en un solo Ratio el porcentaje de efectividad de las máquinas y líneas con respecto a su máquina ideal equivalente; el cual es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Esta clasificación proviene de la filosofía del TPM, en la que se definen “Seis Grandes Pérdidas”. Estas pérdidas hacen reducir el tiempo efectivo del proceso y la producción óptima a alcanzar y por lo tanto la elevación del costo de producción.



## **UNA HERRAMIENTA DE MEJORA, EL OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO)**

El OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés Overall Equipment Effectiveness) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.



El concepto de OEE nace como un KPI (Key Performance Indicator, en español Indicador Clave de Desempeño) asociado a un programa estándar de mejora de la producción llamado TPM (Total Productive Maintenance)

La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

## CÁLCULO DEL OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad.



## CLASIFICACIÓN OEE

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
95%	Excelente	Competitividad excelente

La OEE considera 6 grandes pérdidas:

1	Paradas / Averías	Disponibilidad
2	Configuración y ajustes	
3	Pequeñas paradas	Rendimiento
4	Reducción de velocidad	
5	Rechazos por puesta en marcha	Calidad
6	Rechazos de producción	



# ... Desperdicio Relacionado con Maquinaria





## **EJEMPLO DE CÁLCULO DEL OEE**

Vamos a calcular como ejemplo el OEE Real de una línea de producción, durante un turno de 8 horas, que tiene una capacidad productiva de 1.000 piezas/hora.

A modo de ejemplo, consideraremos que la línea produce piezas durante sólo 6 horas (disponibilidad del 75%), que fabrica una media de 700 piezas/hora (rendimiento del 70%), y que al finalizar el turno ha fabricado 168 piezas defectuosas (calidad del 96%):

PLANIFICACIÓN (Turno de 8 horas)	Tiempo disponible: 8 horas. Velocidad estándar: 1.000 piezas/hora Capacidad productiva: 8.000 piezas/turno	100 %
DISPONIBILIDAD	Sólo 6 horas productivas de 8 horas disponibles, debido a paradas: tiempo de arranque, cambios, averías, esperas, etc. Producción potencial: 6.000 piezas/turno.	75 %
RENDIMIENTO	Fabricadas una media de 700 piezas/hora, debido a micro-paradas y velocidad de máquina reducida. Piezas reales fabricadas: 4.200 piezas/turno.	70 %
CALIDAD	Del total de piezas fabricadas, 168 piezas son defectuosas. Piezas buenas fabricadas: 4.032 piezas/turno.	96 %
OEE	Disponibilidad (75%) x Rendimiento (70%) x Calidad (96%) Se han producido 4.032 piezas buenas en el turno, frente a una capacidad productiva de 8.000 piezas/turno.	50 %

Maquina	Valores	SM36	SM37	SM38	SM39	SM40
MaqX	Tiempo Disponible (hrs)	122	126			
	Tiempo Operativo (hrs)	113	116			
	<b>Disponibilidad</b>	<b>92%</b>	<b>92%</b>			
	Producción Teórica	105.548	108.178			
	Producción Real	104.702	106.486			
	<b>Eficiencia</b>	<b>99%</b>	<b>98%</b>			
	Rechazos	360	667			
	<b>Calidad</b>	<b>100%</b>	<b>99%</b>			
	<b>OEE</b>	<b>91%</b>	<b>90%</b>			
MaqY	Tiempo Disponible (hrs)	120	127	106	118	61
	Tiempo Operativo (hrs)	116	94	90	111	57
	<b>Disponibilidad</b>	<b>97%</b>	<b>74%</b>	<b>85%</b>	<b>94%</b>	<b>93%</b>
	Producción Teórica	227.014	182.653	176.056	215.672	111.249
	Producción Real	236.128	165.731	170.608	209.138	108.304
	<b>Eficiencia</b>	<b>104%</b>	<b>91%</b>	<b>97%</b>	<b>97%</b>	<b>97%</b>
	Rechazos	900	1.473	1.698	2.224	996
	<b>Calidad</b>	<b>100%</b>	<b>99%</b>	<b>99%</b>	<b>99%</b>	<b>99%</b>
	<b>OEE</b>	<b>101%</b>	<b>66%</b>	<b>82%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>



## **OEE Y SU RELACIÓN CON EL TPM**

Al mismo tiempo, el OEE analiza y califica los diferentes tipos de pérdidas que pueden producirse en un proceso productivo. Esta clasificación proviene de la misma manera del TPM, en el que se definen “Seis Grandes Pérdidas”. Estas pérdidas hacen reducir el tiempo efectivo de proceso y la producción óptima a alcanzar.



### Averías (Primera Pérdida):

Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción. (por ejemplo; error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo).

## Esperas (Segunda Pérdida):

El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera, por ejemplo; debido a un cambio, por mantenimiento, o por un paro para ir a merendar o almorzar. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes. Para el OEE, el tiempo de cambio es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto

## **Disminución de Rendimiento**

### **Microparadas (Tercera Pérdida):**

Cuando una máquina tiene interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas microparadas y las consecuentes pérdidas de velocidad son generalmente causadas por pequeños problemas tales como bloqueos producidos por sensores de presencia o agarrotamientos en las cintas transportadoras.

En teoría las microparadas son un tipo de pérdida de tiempo. Sin embargo, al ser tan pequeñas (normalmente menores de 5 minutos) no se registran como una pérdida de tiempo.

### Velocidad Reducida (Cuarta Pérdida):

La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. En ocasiones hay una considerable diferencia entre lo que los tecnólogos consideran que es la velocidad máxima y la velocidad máxima teórica. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son por tanto en la mayoría de los casos ignoradas o infravaloradas.





Pérdidas de Calidad (Disminución de Calidad):

Desechos (Scrap) (Quinta Pérdida):

Desechos son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad. Fabricar siempre productos de primera calidad desde la primera vez.

Estas pérdidas ocurren cuando:

Durante el arranque de la máquina, la producción no es estable inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad;



Los productos del final de la producción de un lote se vuelven inestables y no cumplen las especificaciones;

Aquellos productos que no se consideran como buenos para la orden de fabricación y, consecuentemente, se consideran una pérdida.




## Retrabajo (Sexta Pérdida):

Los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad desde la primera vez, pero pueden ser reprocesados y convertidos en productos de buena calidad. A primera vista, los productos retrabajados no parecen ser muy malos, incluso para el operario pueden parecer buenos.

## **BENEFICIOS**


La experiencia demuestra que aquellas empresas que implementan un Sistema OEE mejoran entre un 10% y un 20% su OEE durante los primeros 12 meses tras el despliegue. Las cifras exactas varían y dependen de las características de su negocio, de su OEE inicial, de su forma de capturar datos en planta (automática).

Una importante empresa del sector alimentario calculó que una mejora del 1% de su OEE en una de sus líneas productivas equivalía a 27.000 Euros al año, y mejoró su OEE un 16% en 8 meses.



Proporciona el detalle de las causas raíz de las pérdidas productivas, siendo éste el punto de partida de la mejora de productividad de la planta.

Información en planta en tiempo real, visual y fácilmente comprensible. Se proporciona a los operarios información productiva relevante para el correcto desempeño de su trabajo.



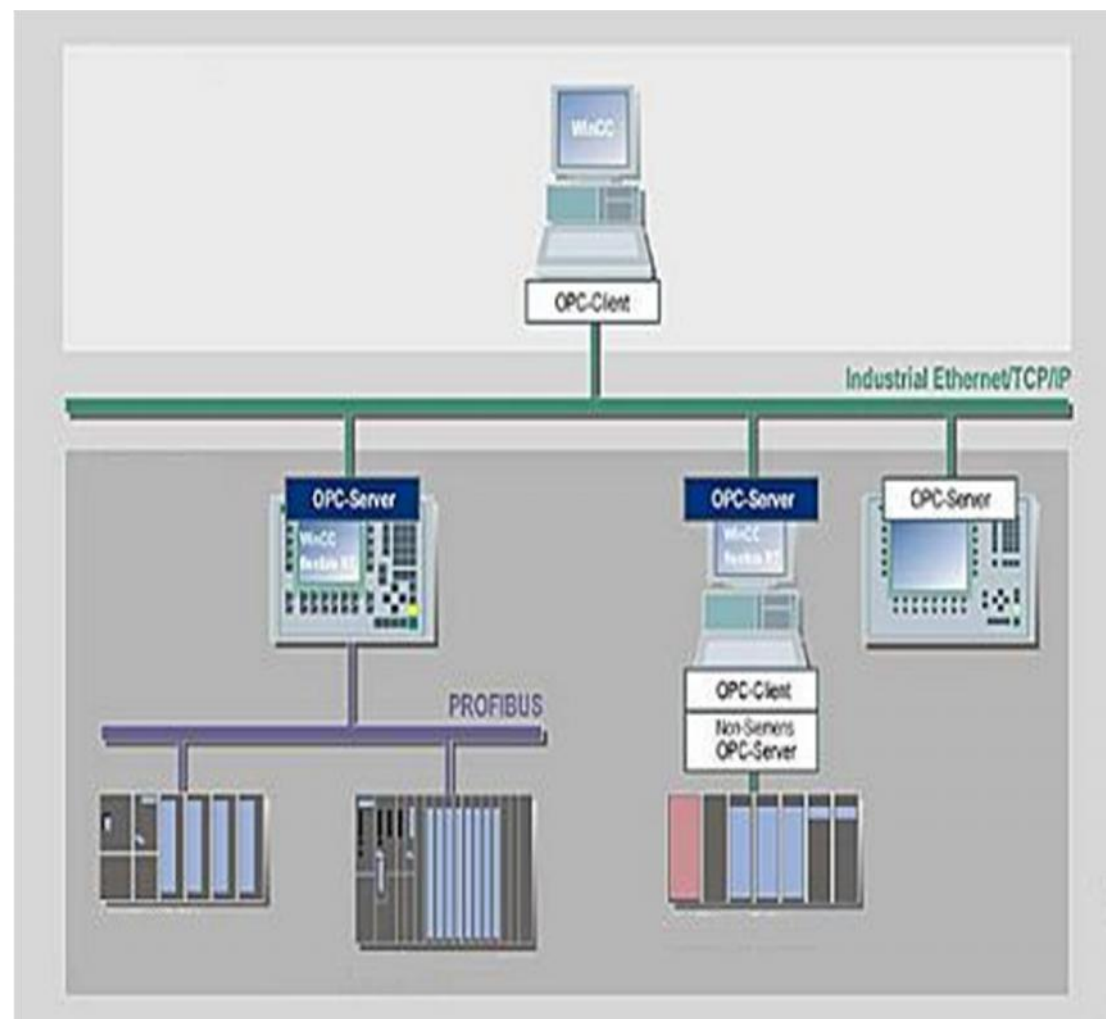
Los informes automáticos personalizados dan poder a mandos intermedios y directivos, liberando además recursos para trabajar en análisis y mejoras, en lugar de dedicarlos a recoger y formatear la información.

Se solucionan los problemas de modo creativo y proactivo. El indicador OEE puede ser utilizado para monitorizar los resultados de proyectos piloto, antes de su despliegue amplio al resto de la planta productiva.


## **ESTRUCTURA OEE TIEMPO REAL**

OEE Tiempo Real está basado en un PLC y sensores de campo que miden la cantidad de productos fabricados por minutos, diseñado para capturar y mostrar en Tiempo Real el estado de las máquinas.

Por un lado, OEE Tiempo Real captura las ineficiencias OEE de las máquinas de su empresa de modo rápido y fiable, reduciendo significativamente el costo de las capturas de datos tradicionales.








Por otro lado, proporciona a los operarios información sobre la eficiencia de sus máquinas y les guía en la resolución de los problemas, con objeto de que puedan adoptar acciones de mejora inmediatas.


### OEE Panel Indicadores

OEE Panel Indicadores está basado en HMI y Computadoras que proporciona en Tiempo Real gráficos instantáneos de la eficacia productiva de la empresa, analizada por planta, área, línea productiva, célula productiva, máquina y turno de trabajo.



Permitiendo a los usuarios identificar en Tiempo Real las causas raíz de las pérdidas OEE y profundizar en el análisis de los datos capturados de cada pérdida de forma inmediata.

OEE Panel Indicadores también muestra gráficamente las tendencias de eficacia de los procesos, a lo largo de diversos periodos de tiempo. También son de mucha ayuda al operador para introducir los códigos de fallas o causas de anomalías que será registrada en los informes.



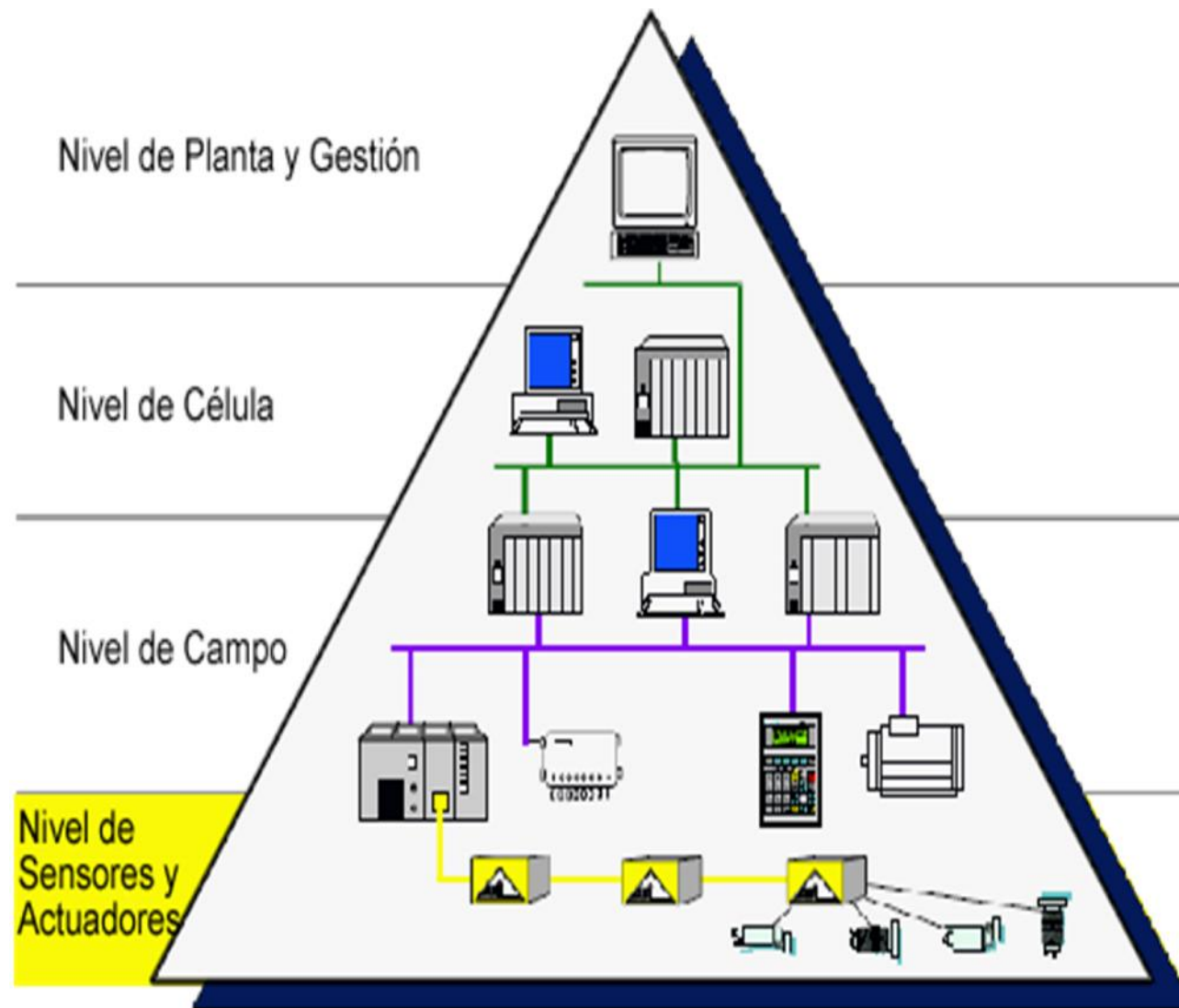
OEE Informes a través de los computadores que proporciona un amplio abanico de informes OEE, diseñados a la medida de las necesidades de los usuarios y grupos específicos. Preparado para generar rápidamente los informes habituales en la gestión productiva de la planta, como son informes de eficacia del turno, diaria, semanal y mensual.


Informes personalizados utilizando el Principio de Pareto, teniendo como objetivo la identificación y solución del 80% de las incidencias de la máquina asociada, a través de la mejora del 20% de los problemas principales.

## **AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

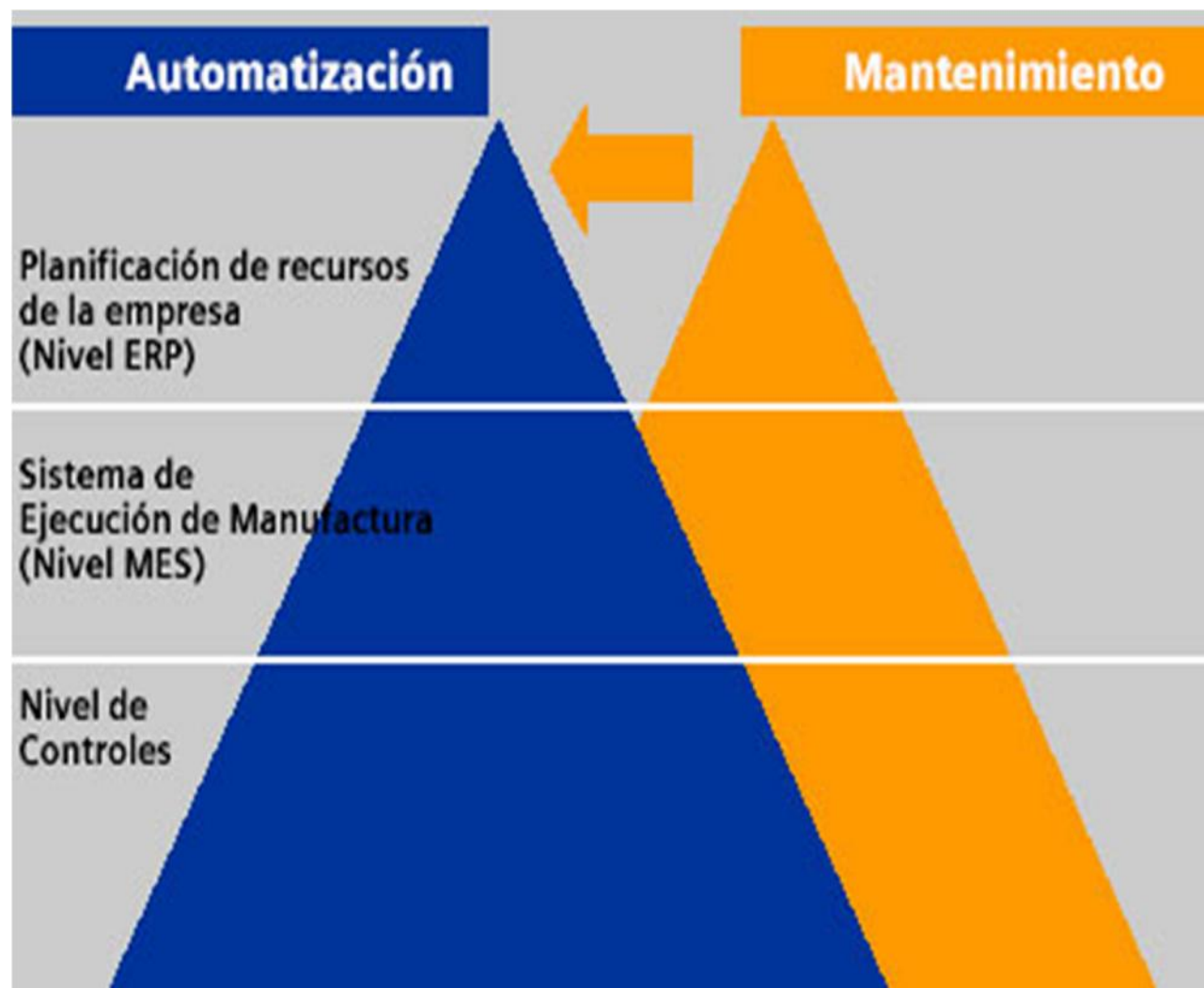
(automatización; del griego antiguo auto: guiado por uno mismo) es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

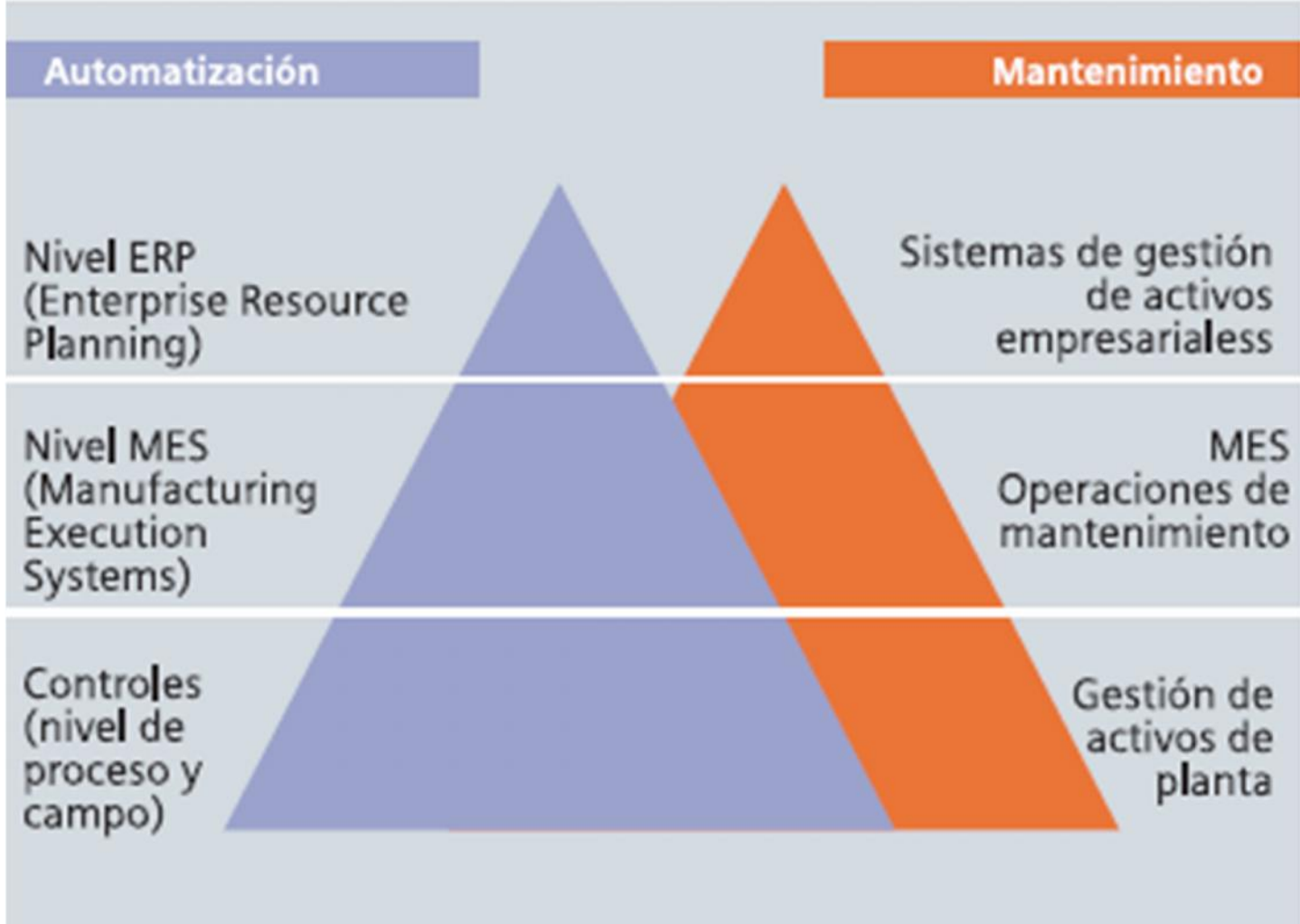
La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.



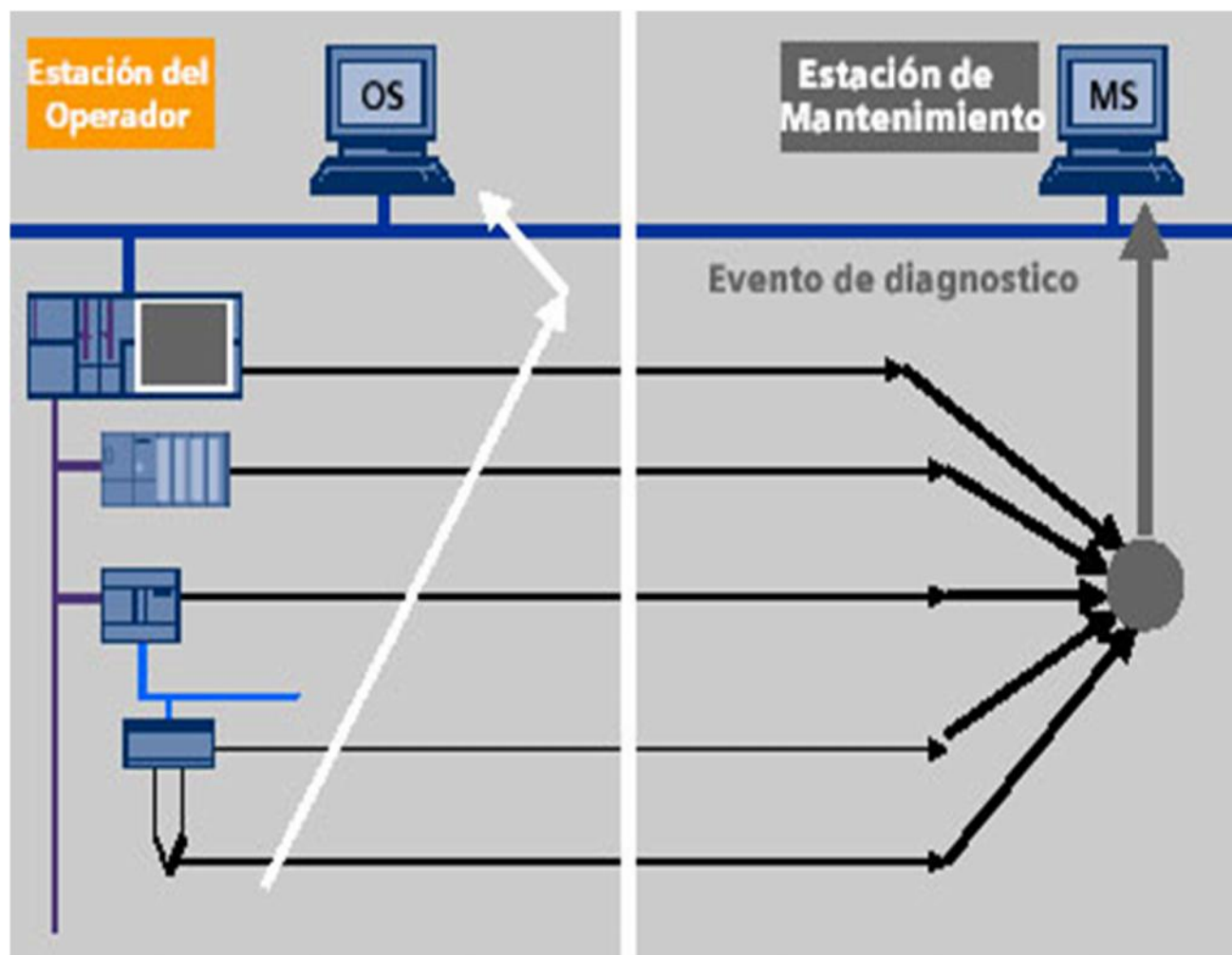


La pirámide como modelo que divide funciones, sistemas y componentes de la automatización, en niveles jerárquicos, ya ha demostrado ser muy valiosa hace tiempo. La cantidad de niveles varía según el caso en que se aplique el modelo. Uno común toma una división en tres niveles: ERP (Planificación de Recursos de la Empresa), MES (Sistema de Ejecución de Manufactura) y controles (nivel de proceso y campo), según se muestra en la figura 1. El mantenimiento, y por lo tanto la gestión de activos de planta Online, se puede clasificar en niveles jerárquicos de la misma forma en que se divide la automatización












## **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor, la necesidad de realizar un proceso de desarrollo sostenible para la sociedad hace que en toda actividad se busque la eficiencia, entendida como conseguir más y mejores resultados con menos recursos, lo cual se expresa en menores costos de producción.



La Eficiencia Energética produce entre otras las siguientes ventajas:

1. Menores costos de producción, al consumir menos energía por unidad producida.

2. Contribuir al cumplimiento de las exigencias ambientales.

3. Mejorar la competitividad global.

4. Mayor capacidad de generación disponible, lo cual permite la utilización del sistema eléctrico disponible para otros usos.

5. Menor desperdicio de energía y de polución.



Ahorro en energía neumática en la industria

Quizás uno de los sistemas que más fácilmente se pueden mejorar en las industrias son las instalaciones neumáticas.

Técnicas sencillas como:

Reducir la presión de trabajo a la mínima necesaria

Sectorizar las máquinas según estas presiones

Desconectar el suministro neumático de las máquinas que no están operando

## **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA**


La Gestión de mantenimiento asistido por computadora u ordenador, (también por las siglas GMAO). También se nombra en ocasiones como CMMS, acrónimo de computerized maintenance management system. En esencia es una herramienta software que ayuda en la gestión de los servicios de mantenimiento de una empresa. Básicamente es una base de datos que contiene información sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma más segura y eficaz

## **CONCLUSIONES GENERALES**

El OEE es una herramienta de fácil manejo, con un lenguaje y definiciones accesibles para todos los operarios y tecnólogos que proporciona información sobre el nivel de efectividad de una máquina específica o una línea de producción y al referenciar la efectividad de la máquina con el máximo absoluto de disponibilidad, velocidad y calidad podemos focalizarnos íntegramente en las pérdidas y con ello en el potencial de mejora existente y al multiplicar los tres componentes se convierte en un indicador que refleja el cociente entre lo que estamos fabricando y lo que en teoría deberíamos estar fabricando durante un periodo de tiempo concreto

El OEE en línea va a evolucionar integrando otra E de Energía, debido a la exigencia de los mercados de un mundo globalizado que apunta a la mejora continua y la prevención del medio ambiente el nuevo será de la siguiente manera  $OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \times Energía$  donde la nueva E de Energía resulta de dividir la energía de consumo nominal especificada en los manuales de la máquina (Energía Nominal: EN) por la Energía Consumida (Energía Real: ER) de la máquina podría haber estado produciendo.

$$Energía = (EN / ER) \times 100$$



La Energía es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente. Este cambio exigirá a los departamentos de mantenimiento el mejor estado posible de las maquinas y equipos.



## **BIBLIOGRAFÍA**

Hartmann EH. Successfully installing TPM in a non-Japanese plant. Allison Park, PA: TPM Press, 1992.

Ketchum, L.D. and E. Trist, 1992. All teams are not created equal: How employee empowerment really works. Newbury Park, CA: Sage Publications

Nakajima, S. (1986), TPM a challenge to the improvement of productivity by small group activities, Maintenance Management International, Edition No. 6, pp. 73-83.

Nakajima, S. (1989), TPM Development Programme: Implementing Total Productive Maintenance, Productivity Press, Cambridge, MA

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM, MA: Productivity Press.

Rich N. and McCarthy D. (2004), Lean TPM: A blueprint for change, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford.


Shirose K. (1992), TPM: New implementation Program in Fabrication and Assembly Industries. JIPM, Tokyo, Japan

Suzuki, T. (1992), New Directions for TPM, Productivity Press, Cambridge, MA

Taijiri, M and Gotoh, F. (1992), TPM implementation: A Japanese Approach, McGraw-Hill, New York, N.Y.

Yeomans, M. and Millington, P. (1997), TPM cannot succeed without a multifunctional teamworking approach, Manufacturing Engineer, August.

Siemens Industry. (s.f.). Obtenido de Siemens Industry: <http://www.sea.siemens.com/us/home/Pages/Home.aspx>



**“Si no lo puedes medir, no lo puedes mejorar”.**

**Lord Kelvin**