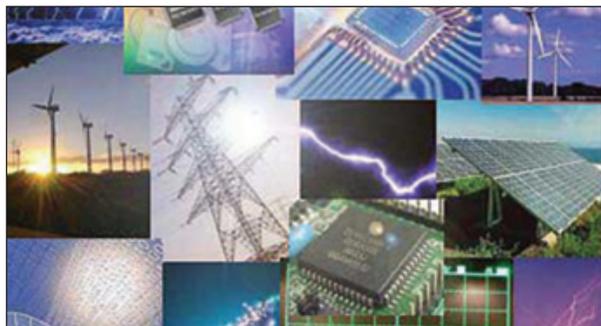


# Diseño, aplicación y evaluación de un modelo para la mejora de procesos en sectores industriales maduros. Estudio del caso



José Alberto Eguren-Egiguren\*  
Aitor Goti-Elordi\*  
Lourdes Pozueta- Fernández\*\*

Ingeniero en Organización Industrial  
Dr. Ingeniero  
Dra. en Estadística Industrial

\* Mondragón Unibertsitatea. Dpto de Organización Industrial. C/ Loramendi 4 - 20500 Mondragón (Gipuzkoa). Tfno: +34 943 794700.  
jaeguren@eps.mondragon.edu; agoti@eps.mondragon.edu

\*\* Avancex+i. Urdaneta Bidea, 6, Pol. Abendano - 20800 Zarauz (Gipuzkoa).  
Tfno: +34 943 890808. l.pozueta@avancex.com

Recibido: 10/05/2010 • Aceptado: 20/07/2010

## Design, application and evaluation of a model for process improvement in the context of mature industrial sectors. Case study

### ABSTRACT

• Current organizations must work in changing environments, being one of their major challenges to improve competitiveness through the continuous improvement of product quality and the efficiency of their production processes. To do this, companies use to launch programs of Continuous Improvement (CI) and/or further initiatives based on isolated improvement projects applying specific methods between which Six Sigma (SS) is frequently emphasized. The benefits of both CI programs, just like the specific applications of the SS methodology are well known: for that reason, they are used by many industries. The implementation is not easy; there is no a magic wand for their instantaneous and successful implementation.

This paper presents the development and application of a Process Improvement (PI) model, in which have joined the basics of CI programs and the SS methodology. The model developed is used as a management program, which will run CI projects using the methodology SS.

The methodology designed for this research study has been tested through its application in four manufacturing companies, suppliers of components for the automotive and home appliances sectors. The model has been applied during the 2008-2009 and 8 projects have been addressed through its application: thus, important improvements in various production areas of these organizations have been achieved.

Specifically, from the 8 projects undertaken in four of them the objectives have been fully achieved, in another one only at a medium level and in the remaining three, the results were not successful.

The causes that have most affected the implementations have been the involvement of management, the project types undertaken, the surveillance of the operative process and the communication of lessons learned. Also one of the organizations where the model has been applied will be used as a basis for implementing an ongoing program of PI.

• **Key words:** Model, Continuous Improvement, Process Improvement, Six Sigma, Competitiveness, Industrial Sector.

### RESUMEN

Las organizaciones actuales deben trabajar en entornos en constante cambio, siendo uno de sus principales retos la mejora de la competitividad. Para ello, las empresas se acostumbran a lanzar programas de Mejora Continua (MC) y/o impulsar iniciativas en base a proyectos de mejora aislados utilizando métodos específicos entre los cuales cabe destacar el método Seis Sigma (SS). Los beneficios tanto de los programas de MC, como de las aplicaciones puntuales de la metodología SS, son bien conocidos, por lo que son utilizados por muchos sectores industriales; a pesar de ello, no existe una panacea o varita mágica para su aplicación.

En la presente investigación se ha desarrollado y aplicado un modelo para la Mejora de Procesos (MP) productivos en el cual se han unido las bases de los programas de MC y la metodología SS. El modelo desarrollado se utilizará como un programa de gestión donde se ejecutarán continuamente proyectos de mejora utilizando la metodología SS. Para analizar el planteamiento de la investigación se ha aplicado el modelo en 4 organizaciones industriales de los sectores auxiliares de automoción y electrodomésticos. Para ello utilizando la metodología de estudio de

casos durante el periodo 2008-2009 se han abordado 8 proyectos encaminados a obtener mejoras en diferentes áreas productivas.

De los 8 proyectos abordados en 4 se han alcanzado los objetivos plenamente, en 1 se han alcanzado a un nivel medio y en 3 no se han logrado los resultados previstos. Las causas que más han afectado a la implantación son: la involucración de la dirección, la tipología de los proyectos abordados, el seguimiento del proceso operativo y la gestión de las lecciones aprendidas. También hay que resaltar que una de las organizaciones donde se ha aplicado el modelo, lo va utilizar como base para aplicar un programa permanente de gestión de MP.

**Palabras clave:** Modelo, Mejora Continua, Mejora de Procesos, Seis Sigma, Competitividad, Sector industrial

## 1. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones actuales deben trabajar en entornos en constante cambio, siendo uno de sus principales retos la mejora de la competitividad. Para ello, están constantemente mejorando la calidad de sus productos y la eficiencia de sus procesos productivos (Ayestaran, Aritzeta & Gavilanes 2006). De cara a esa búsqueda sin fin de la mejora, las empresas se acostumbran a lanzar programas de Mejora Continua (MC) (García-Lorenzo, Prado 2003) y/o impulsar iniciativas en base a proyectos de mejora aislados utilizando métodos específicos, entre los cuales cabe destacar la *metodología Seis Sigma* (SS) (De Mast 2006).

Se entiende por MC el proceso de mejorar de forma constante y gradualmente las diferentes áreas de una empresa, buscando una mayor productividad y competitividad de la misma (Sainz 2002). Su objetivos se pueden resumir en: (1) Focalizar las actividades de la empresa en la mejora del rendimiento de los procesos (Deming 1989); (2) mejorar gradualmente mediante la innovación (Caffyn 1999) (Brunet, New 2003); (3) realizar las actividades mediante la implicación de todas las personas de la empresa, desde la alta dirección hasta los trabajadores de producción (Bessant, Caffyn 1997); (4) potenciar la creatividad y el aprendizaje para desarrollar un entorno de crecimiento (Delbridge, Barton 2002).

Por otra parte Seis Sigma es un método organizado y sistemático para la mejora de procesos, el desarrollo de nuevos productos y servicios basado en el uso de herramientas estadísticas y el método científico. (Tang, Goh, Lam 2007).

Los beneficios - tanto de los programas de MC como de las aplicaciones puntuales de la metodología SS - son bien conocidos, destacando la disminución de la variabilidad de los procesos y productos, y el aumento de la eficiencia de los procesos productivos (Michela, Gieskes, Schuring 1996) (De Mast 2006). Debido a ello, la MP ha sido utilizada por muchos sectores industriales, destacando los sectores industriales maduros (Jaca-García, Santos-García 2009)

(Szeto, Tsang 2005). A pesar de ello no existe una panacea o varita mágica para la aplicación de la MC que obtenga los resultados de una forma inmediata (Webster 1999). Por otra parte, a pesar de la gran potencialidad de la metodología SS se han detectado debilidades a la hora de realizar su implantación, ya que estas se realizan con una visión puntual no continua, buscando resultados a corto plazo, donde se necesita el apoyo de expertos y, en muchos casos, la forma de actuar a la hora de aplicar el método no estaba alineada con la cultura de la organización (Liker, Hoseus 2008).

En esta línea hay numerosos autores que plantean que haga falta disponer de un buen modelo de MC adaptado a las particularidades de las diferentes organizaciones (Bhuiyan, Baghel, Wilson 2006). Albors, Hervás y Del Val (2009) por su parte remarcan que todavía existe margen de mejora para incrementar la eficiencia productiva, así como la necesidad de desarrollar modelos de mejora que se implanten de forma eficiente. Otros autores plantean que las organizaciones deben de desarrollar modelos de mejora que sirvan como herramientas para desarrollar las bases de una organización capaz de aprender de forma rápida y continua (Bessant, Caffyn, Gallagher 2001) (García-Lorenzo, Prado 2003).

En la presente investigación se ha desarrollado y aplicado un modelo para la Mejora de Procesos (MP) productivos en el cual se ha estudiado la posibilidad de unir las bases de los programas de MC y la metodología SS: de tal forma que el modelo se utilice como un programa de gestión donde se ejecutarán continuamente proyectos de mejora utilizando la metodología SS. De cara a analizar el planteamiento de la investigación el modelo se ha aplicado en 4 organizaciones industriales de los sectores auxiliares de automoción y electrodomésticos. Así, durante el periodo 2008-2009 se han abordado 8 proyectos utilizando la metodología SS, encaminada a obtener mejoras en diferentes áreas productivas.

La metodología investigadora utilizada se basa en el estudio de casos (Yin 2003). Ésta es una metodología frecuentemente utilizada para desarrollar teorías que sirven para explicar cómo y por qué funcionan las cosas. Según la citada metodología, el investigador no es un observador independiente y sus observaciones pueden ser empleadas para la generación o extensión de nuevas teorías (Coughlan, Coghlan 2002), ya que se encuentra inmerso en el proceso de cambio que le sirve como proceso de aprendizaje. En este caso los propios investigadores han tomado parte activa en la ejecución y seguimiento de los diferentes proyectos: eso ha permitido identificar los diferentes aspectos a mejorar e impulsar en el modelo aplicado.

El trabajo se presenta siguiendo la siguiente estructura: en el punto 2 se describe el proceso seguido para diseñar el modelo de MP; en el punto 3 se muestran las características del modelo de MP diseñado y aplicado; en el punto 4 los casos aplicados; en el punto 5 el sistema de evaluación del modelo; en el punto 6 el análisis de los resultados, y finalmente, en el punto 7 se presentan las conclusiones del estudio.

## 2. PROCESO DE DISEÑO DEL MODELO APLICADO

Se considera modelo la “representación externa y explícita de un fenómeno o parte de una realidad para entenderla, cambiarla y dirigirla” (Pidd 1996). Las organizaciones que desarrollan e implantan modelos de MC actúan con el propósito de crear un entorno innovador adaptado a su realidad.

En el presente estudio se ha desarrollado un modelo de MP que se aplica mediante la ejecución de proyectos de mejora productiva. El modelo ha sido diseñado para su aplicación en empresas industriales maduras. El diseño del modelo se ha realizado siguiendo los siguientes pasos:

1. Análisis de los elementos conceptuales clave de la MC.
2. Identificación de las fases del método operativo para abordar un proyecto de MP.
3. Identificación de las ideas clave del aprendizaje organizativo.
4. Conclusiones del análisis de casos previos realizados.

### 2.1. ELEMENTOS CONCEPTUALES CLAVES DE LA MC

Como punto de partida para desarrollar el modelo de MP, se han analizado los elementos conceptuales clave de la MC. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica de las aportaciones realizadas por autores de referencia en el mundo de la MC. En ella se han analizado los aspectos referentes al mensaje filosófico, los aspectos operativos y organizativos

empresa (Deming 1989) (Juran 1990) (Feigenbaum 1986) (Crosby 1987).

- Cada compañía debe desarrollar un proceso específico de MC (Wu, Chen 2006).
- Los procesos de MC deben apoyarse en datos y en el trabajo en equipo (Deming 1989) (Juran 1990) (Lloréns, Fuentes 2000).
- Para poderla llevar a cabo es necesaria una formación específica (Deming 1989) (Juran 1990) (Lloréns, Fuentes 2000).
- La MC debe abordarse como un proceso continuo siguiendo métodos preestablecidos (Deming 1989) (Juran 1990).
- La MC debe ir encaminada a satisfacer las necesidades de los clientes tanto internos como externos (Deming 1989) (Juran 1990) (Crosby 1987).
- Para implementar la MC con mayor facilidad la cultura de las organizaciones debe estar alineada con la estrategia (Bateman, Rich 2003).
- La MC es un proceso que evoluciona de una manera progresiva dentro de la organización, desde un nivel básico de premejora continua hasta el máximo nivel, que corresponde al de una organización que aprende (Figura 1) (Bessant, Caffyn, Gallagher 2001).
- En cualquier modelo de MC actúan tres elementos: el equipo impulsor de la MC, los problemas u oportunidades de mejora y los métodos utilizados donde se engloban las herramientas y equipos. Con

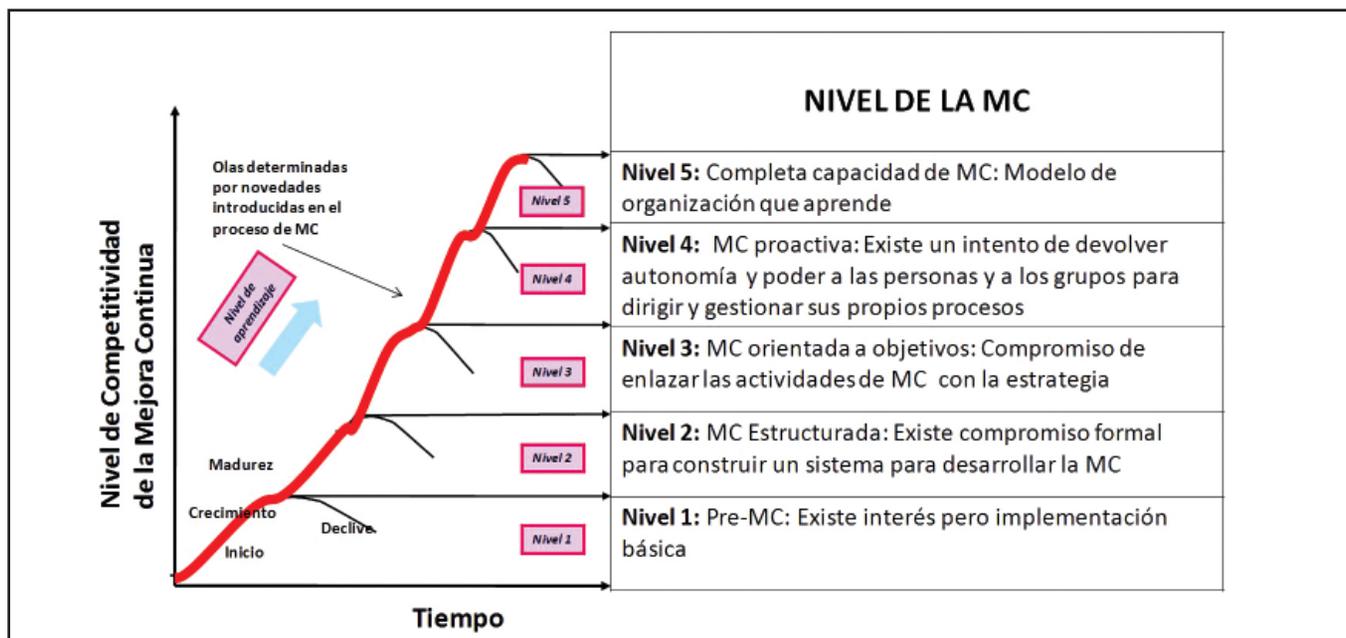


Figura 1: Niveles del modelo evolutivo de MC de Bessant adaptado de (Bessant, Caffyn, Gallagher 2001)

para abordar la MC. Del citado análisis se han extraído las siguientes conclusiones que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar el modelo:

- La MC es un proceso que depende de la cultura de la

las interacciones apropiadas entre los tres elementos, las organizaciones entran en un proceso de desarrollo de su capacidad de mejorar, innovar y aprender (Wu, Chen 2006).

## 2.2. FASES DEL MÉTODO OPERATIVO PARA ABORDAR UN PROYECTO DE MEJORA.

Otro aspecto que se ha considerado importante a la hora de desarrollar el modelo es definir el método operativo a seguir para resolver los problemas que se plantean. Para ello se ha tomado como referencia un estudio realizado por **Robert I Gadea** (Robert 2005), en el cual, después de haber analizado 18 métodos operativos de mejora utilizados por diferentes organismos y empresas, el autor ha llegado a la conclusión de que para abordar operativamente un proceso de MC es necesario ejecutar 17 fases (Figura 2). Estas fases se han tenido en cuenta a la hora de definir el método operativo a utilizar en el modelo de MP desarrollado.

- Experiencia. (Nonaka, Takeuchi 1995) (Argyris, Schön 1978).
- Espiral de creación del conocimiento. (Nonaka, Takeuchi 1995).
- Modelos mentales. (Jaikumar, Bohn 1986).
- Saber aprender. (Revilla 1995).
- Saber mejorar. (Revilla 1995).
- Tipos de problemas. (Revilla 1995).
- Resolver problemas. (Jaikumar, Bohn 1986).
- Aprendizaje de doble bucle. (Argyris, Schön 1978).

## 2.4. ESTUDIO DE CASOS PREVIOS

En el modelo desarrollado también se han tenido en cuenta

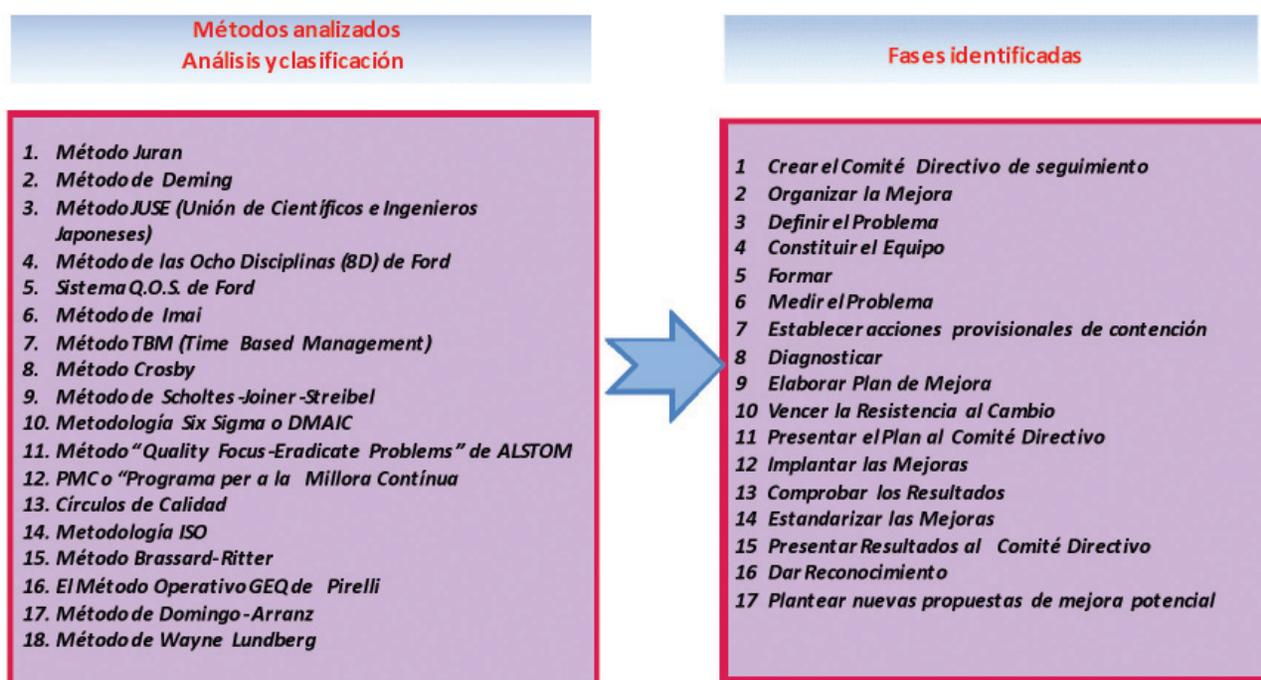


Figura 2: Fases del método operativo para abordar un proyecto de mejora

## 2.3. IDEAS CLAVE DEL APRENDIZAJE ORGANIZATIVO

Las organizaciones deben de crear modelos de mejora que sirvan como herramientas para desarrollar las bases de una organización que aprende de forma rápida y continua (Bessant, Caffyn, Gallagher 2001). En el modelo desarrollado se han tenido en cuenta las ideas clave del aprendizaje organizativo. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica donde se han identificado los factores a potenciar para desarrollar el aprendizaje organizativo dentro de una organización. Dichos factores son:

- Cambio de conducta. (Swieringa, Wierdesma 1995) (Senge 1990).
- Conocimiento tácito. (Nonaka, Takeuchi 1995).
- Conocimiento explícito. (Nonaka, Takeuchi 1995).
- Transferencia del conocimiento. (Nonaka, Takeuchi 1995).

las experiencias previas de los investigadores. Para ello se ha analizado la evolución del programa de MC desarrollado en el área de mecanizado de una empresa del sector auxiliar del electrodomésticos, en cuya definición y puesta en marcha han participado (Eguren, Errasti 2007). Los citados casos se han abordado durante el periodo 1999-2006 donde han desarrollado 10 proyectos de MP, con el objetivo principal de aumentar la eficiencia productiva. Del estudio se deduce que los factores que afectan al éxito y al mantenimiento de los programas de mejora continua son:

- La calidad de la información utilizada, la capacidad de canalizar las propuestas de mejora.
- La formación del personal, la experiencia de las personas.
- Los recursos disponibles.
- El seguimiento por parte de la dirección.
- El nivel de involucración y dedicación del apoyo externo.

- El nivel tecnológico del área abordada, los cambios en la estructura organizativa.
- Las ampliaciones del área donde se ha realizado la implantación.

### 3. DEFINICIÓN DEL MODELO

El modelo desarrollado pretende ser un modelo que se utilice como programa de gestión de la MP dentro de las organizaciones. Para ello tomando como base las ideas desarrolladas en el punto 2, se ha diseñado un modelo que se compone de dos bloques (Figura 3): el primer bloque corresponde a las bases conceptuales, que se desglosan en la estrategia, los proyectos y el diseño del programa de entrenamiento, mientras el segundo es la operativa de actuación, donde se integran el método operativo, el modelo de entrenamiento y la gestión y seguimiento del proceso.

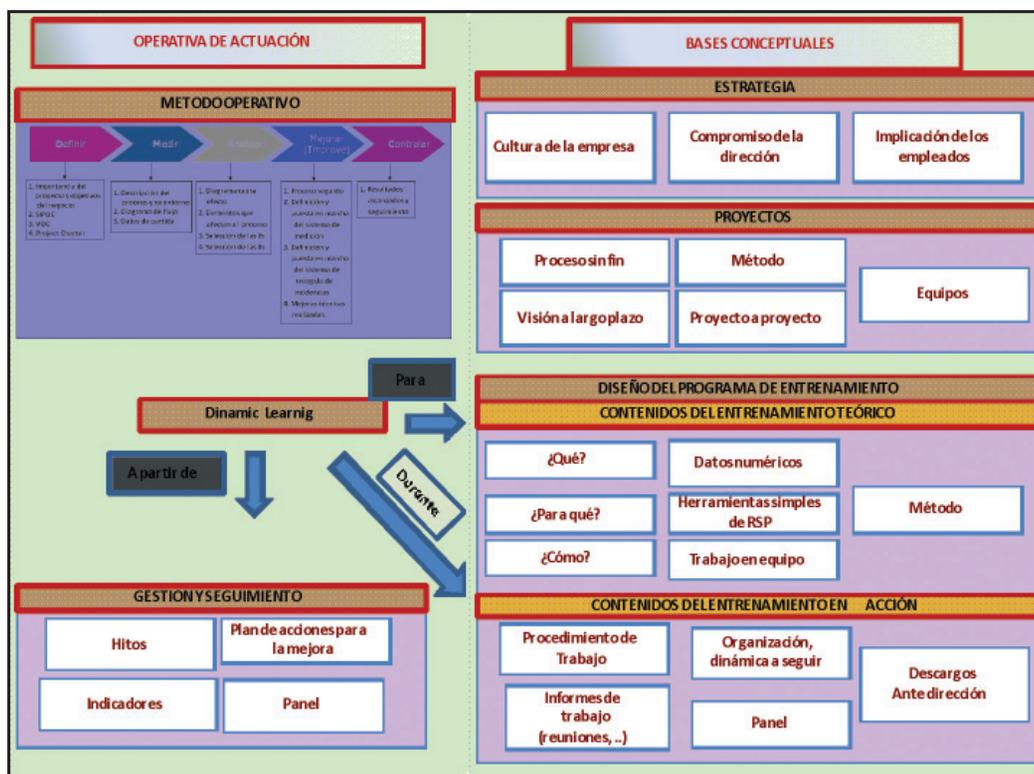


Figura 3: Elementos del modelo aplicado

#### 3.1. BASES CONCEPTUALES DEL MODELO DESARROLLADO

##### Estrategia

Desde el punto de vista estratégico, la empresa debe estar preparada para poder aplicar el modelo. Para ello, es fundamental que el modelo se adapte a la cultura de la empresa, el compromiso de la dirección y la implicación de los empleados.

##### Tipología de proyectos

Es necesario que la gestión de los proyectos a abordar se realice de forma consciente y estable. Los primeros proyectos de mejora deben ser fijados por la dirección de la empresa a través del equipo promotor. Hace falta garantizar que se trabaje sobre los procesos críticos y que esos se seleccionen de tal forma que ayuden a continuar la mejora en un futuro (Upton 1996). Estos se abordarán con un método establecido y con una visión a largo plazo, ejecutándose proyecto a proyecto (Bateman, Rich 2003).

##### Diseño del programa del modelo de entrenamiento

La adecuación del programa de entrenamiento en relación con las necesidades del individuo y de la organización es clave para abordar un proyecto de MC (Dale 1997). En el modelo desarrollado se entrena a los líderes con el fin de que sean conscientes de su papel en la MP y aumentar su capacidad para analizar, medir y mejorar los procesos. Para ello el modelo de entrenamiento seguido se basa en el “Dynamic Learning” (DL) (Baird, Griffin 2006). El DL constituye un marco de referencia que permite integrardiversosenfoques en la organización del entrenamiento, partiendo de la idea de que el entrenamiento se pueda realizar de manera más rápida, integrando el aprendizaje en la organización y facilitando que éste se produzca en tiempo real. En coherencia con esta idea, el entrenamiento realizado se clasifica en tres categorías dependiendo de su finalidad: PARA la ejecución, DURANTE la ejecución y A PARTIR DE la ejecución (Figura 4).

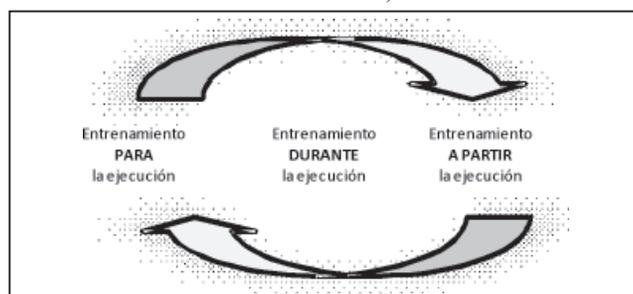


Figura 4: Perspectiva general del DL (Baird, Griffin 2006)

Las particularidades de cada fase son las siguientes:

“Entrenamiento PARA la ejecución”: el objetivo es posibilitar la transferencia del conocimiento mediante la formación teórica y la capacitación que cada individuo necesita y cuando lo necesita.

“Entrenamiento DURANTE la ejecución”: se ha definido la forma de intercalar el entrenamiento teórico con la ejecución de los citados proyectos.

“Entrenamiento A PARTIR DE la ejecución”: se basa en la reflexión sobre lo ya realizado, y permite consolidar y sintetizar las lecciones aprendidas, así como identificar oportunidades de aplicación en el futuro.

**3.2. OPERATIVA DE ACTUACION**

La operativa de actuación se distribuye en tres bloques: el primero corresponde al método operativo utilizado, el segundo al modelo de entrenamiento (descrito en el punto 3.1) y el tercero corresponde a la gestión y seguimiento.

*Método operativo*

Para definir el método operativo seguido para abordar los proyectos de mejora se ha tenido en cuenta las fases identificadas en el punto 3.2 y se ha llegado a la conclusión de que el método con el que mejor se recogen los objetivos de modelo corresponde a la metodología DMAIC de Seis Sigma (SS).

Se compone de cinco fases operativas (Definir-Medir-Analizar-Implementar-Controlar) (Figura 5) (Tang, Goh, Lam 2007) en las cuales se utilizan diferentes herramientas de mejora (ver Figura 6).

*Gestión y seguimiento*

Para la gestión y seguimiento se ha hecho hincapié en el cumplimiento de los hitos, en la ejecución del plan de acciones, en el seguimiento de los indicadores de evolución de cada proyecto y en la gestión visual mediante paneles gráficos.

**4. DESCRIPCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS CASOS**

El modelo se ha aplicado mediante la ejecución de 8 proyectos en cuatro empresas del sector auxiliar de la automoción y electrodomésticos en el periodo 2007-2009. La presente aplicación va a permitir visualizar si las empresas, donde se realiza la implantación como un programa permanente para la gestión de la MP, pueden asumir el modelo desarrollado. El equipo investigador ha participado de forma activa en colaboración con los responsables de las empresas, tanto en el diseño del modelo, como en su ejecución y evaluación. Las 4 empresas pertenecen al grupo cooperativo Mondragón. El citado grupo constituye el primer grupo empresarial de la CAPV y el séptimo de España. A continuación se describen las características generales de las 4 organizaciones: se indica la tipología de la organización, dónde se han realizado las aplicaciones y las características de esta, cómo se organiza la MC desde el punto de vista estratégico. También se expone cada uno de los proyectos: para ello, se ha desarrollado una ficha donde se recoge de forma resumida los aspectos más importantes desarrollados por cada proyecto en cada una de las fases del DMAIC.

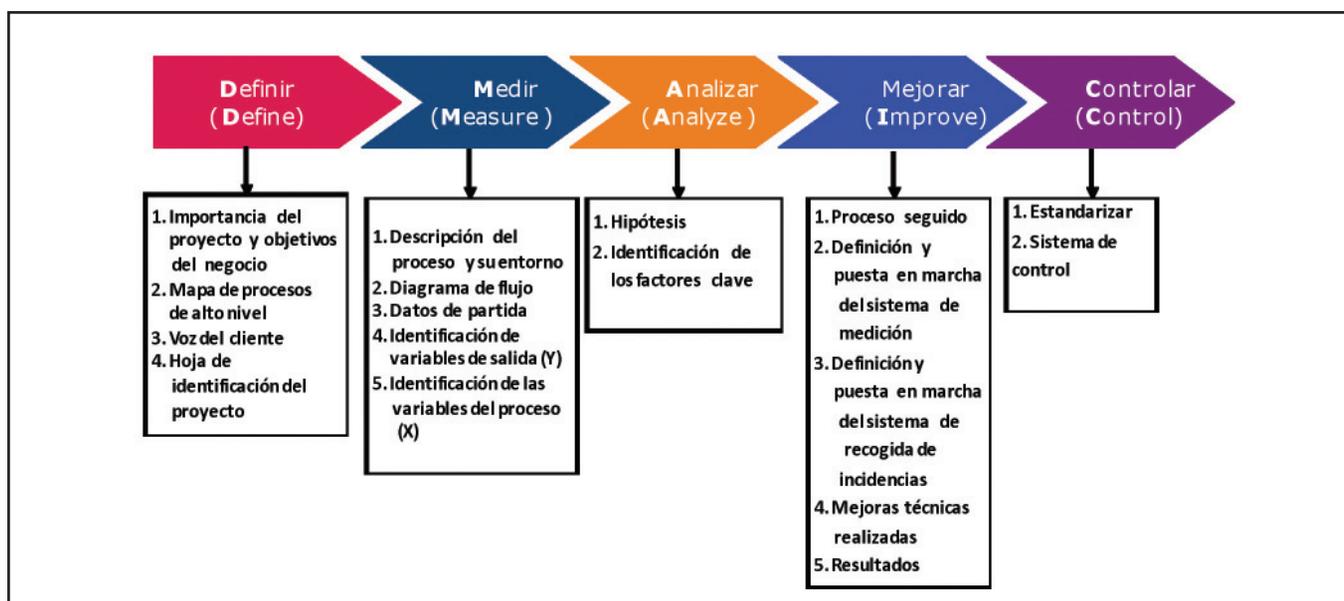


Figura 5: Metodología DMAIC (Adaptado de Pyzdek (Pyzdek 2009))

HERRAMIENTA	FASE DEL MÉTODO OPERATIVO				
	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	IMPLEMENTAR	CONTROLAR
Mapa de procesos de alto nivel (SIPOC)					
Árbol de características críticas (CTQ)					
Hoja Identificación Proyecto					
Diagrama Flujo/ Mapa proceso					
Causa-Efecto					
Histogramas					
Diagrama Pareto					
Gráficos Bivariantes					
Series temporales					
Gráficos multivari					
Estudios de repetibilidad y reproducibilidad (R&R)					
Estudio de Capacidad					
Control estadístico del proceso (SPC)					
Análisis de Regresión					
Diseño y prueba Test de hipótesis (t-test) 2-tratamientos					
Diseño y Prueba Test de hipótesis (ANOVA) Varios tratamientos					
Diseño de experimentos (DOE) 2 <sup>k</sup> k-tratamientos y 2 niveles					
AMFE (Análisis de Modos de Fallo y Efectos)					

Figura 6: Herramientas asignadas a cada fase del DMAIC (Tang, Goh, Lam 2007)

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN A

Es una organización industrial de tamaño medio dedicada a la fabricación de elementos meca-electrónicos para el sector de electrodomésticos. Tiene diferentes plantas a nivel mundial y es líder en su sector. Esta organización ha sufrido una transformación radical durante la década de los años 90, debido a una continua necesidad de mejora en calidad, costos y plazos de entrega. Desde el punto de vista estratégico la organización ha desarrollado una estructura que implementa y desarrolla la MC y la MP. Los equipos están adecuadamente entrenados y poseen experiencia en las

herramientas y técnicas básicas de MP. También se les anima a iniciar la actividad de MP y a experimentar y desarrollar nuevas ideas. Los directores son conscientes de lo que está pasando y están involucrados en los proyectos de mejora, participan en la asignación de recursos y su actitud es hacia los equipos de mejora de confianza. Se han desarrollado 2 proyectos: P1: *Optimización del flujo de materiales entre las zonas de estampado y mecanizado* (Ver Tabla 1) y P2: *Aumento de la eficiencia de los centros de mecanizado* (Ver Tabla 2).

FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA		
PROYECTO P1: Optimización del flujo de materiales entre las zonas de estampado y mecanizado		
Definir	Área de aplicación	El área de aplicación del proyecto se enmarca en las fases de estampado y mecanizado del proceso de fabricación del cuerpo de una válvula de calentamiento.
	Problemática	En la citada área existían problemas en la gestión de stocks tanto de las piezas estampadas como mecanizadas. Se detectaban grandes diferencias entre el stock físico real y el stock inventariado. Ello que provocaba una sobreocupación de los almacenes, grandes cantidades de piezas obsoletas, registros de piezas no estocadas y dificultades a la hora de gestionar el FIFO (First In First Out).
	Equipo	<b>Responsable:</b> Director de minifabrica. <b>Líder:</b> Director de producción. <b>Participantes:</b> 1 operario del área productiva y 2 operarios del almacén.
	Objetivos	Optimización del espacio de los almacenes. Asegurar la reposición correcta de materiales. Simplificar la gestión de la trazabilidad. Cero desviaciones en los inventarios.
Medir	Variables de salida (Y)	El nivel de saturación del almacén, el % de desviaciones en los inventarios y la cantidad de piezas obsoletas.
	Variables del proceso (X)	La cantidad de piezas a almacenar, el tiempo de almacenamiento de las piezas, el código de identificación de la referencia correcto y el sistema de trazabilidad seguido. La actuación de los gestores del almacén.
Analizar	Hipótesis contrastada	Si se utiliza un código de trazabilidad a través del cual se identifican la ubicación y la antigüedad del lote, aseguramos una correcta gestión de los stocks.
	Factores clave	Código de trazabilidad. Almacenes codificados. Involucración de los gestores del almacén.
Implementar	Acciones Herramientas utilizadas	Se han utilizado técnicas de gestión visual para la identificación correcta de los stocks y se ha desarrollado un programa informático que ha permitido identificar los niveles de stocks, su antigüedad y su ubicación. No ha habido dificultades reseñables a la hora de aplicar las herramientas.
	Resultados	Se han alcanzado según lo previsto
Controlar	Estandarizar	Se ha realizado un sistema informático que se puede expandir a otras áreas.
	Sistema de control	El control se ha realizado inicialmente mediante auditorías de proceso. Actualmente se realizan inventarios anuales del almacén.

Tabla 1: Ficha resumen de la parte operativa del proyecto P1: "Optimización del flujo de materiales entre las zonas de estampado y mecanizado"

FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA		
PROYECTO P2: Aumento eficiencia de los centros de mecanizado		
Definir	Área de aplicación	El área de aplicación del proyecto se enmarca en el área de centros de mecanizado (Chiron) de los cuerpos de las válvulas de calentamiento.
	Problemática	En la citada área había unos niveles de eficiencia productiva muy bajos (menores que el 60%).
	Equipo	<b>Responsable:</b> Director de minifabrica. <b>Líder:</b> Director de producción. <b>Participantes:</b> 3 operarios del área productiva.
	Objetivos	Eficiencia superior al 80%.
Medir	Variables de salida (Y)	% de eficiencia productiva. % de disponibilidad. % de rendimiento. % de calidad.
	Variables del proceso (X)	Tipos de referencia. Tipos de herramienta. Fases de mecanizado. Operativa de cambio de referencia. Incidencias de mantenimiento. Incidencias de calidad.
Analizar	Hipótesis contrastada	La falta de eficiencia productiva es debida a la baja disponibilidad de las instalaciones, causada por el excesivo tiempo de cambio.
	Factores clave	Operativa de cambio de referencia. Involucración de los operarios.
Implementar	Acciones Herramientas utilizadas	Se han utilizado técnicas para reducir el tiempo de cambio y sistemas antierror para asegurar el posicionamiento de los elementos de sujeción. Las dificultades a la hora de aplicar las herramientas han sido las relacionadas con el cambio de hábitos de las personas a la hora de ejecutar las nuevas tareas.
	Resultados	Se han alcanzado según lo previsto.
Controlar	Estandarizar	Se ha estandarizado la operativa de cambio.
	Sistema de control	Control diario del nivel de eficiencia y disponibilidad. Seguimiento diario de las incidencias.

Tabla 2: Ficha resumen de la parte operativa de proyecto P2: "Aumento eficiencia de los centros de mecanizado"

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN B

Es una organización del sector auxiliar del automoción que se dedica a la fabricación mediante procesos de fusión y mecanizado de diferentes piezas destinadas al sector del automoción. Lleva décadas utilizando diferentes sistemas de mejora impulsados por sus diferentes clientes. Desde el punto de vista estratégico, la MC y la MP están establecidas desde

hace más de una década y está integrada dentro de la cultura de trabajo habitual. Hay una estructura que promociona todos los aspectos que han identificado en la reflexión estratégica siendo uno de sus objetivos el crear una dinámica de MC y MP. Se han desarrollado 2 proyectos: P3 *Faltas de llenado* (Ver Tabla 3) y P4 *Control de emisiones* (Ver Tabla 4).

FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA PROYECTO P3: Faltas de llenado		
Definir	Área de aplicación	El proyecto se enmarca en el área de moldeo en arena verde DISAMATIC de un disco para el sector de automoción.
	Problemática	En la citada área la falta de llenado de la pieza es la primera causa de rechazo. El defectivo crea un riesgo de no cumplir las entregas en el tiempo previsto. También existe la dificultad de que desde el momento en que se realizaba el moldeo de la pieza hasta el momento de controlarlo pasaba mucho tiempo. Por ello era muy difícil informar al puesto de fusión en el momento que surgían problemas.
	Equipo	<b>Responsable:</b> Director de calidad de la planta. <b>Líder:</b> Ingeniero de proceso. <b>Participantes:</b> 4 operarios del área productiva
	Objetivos	Defectivo inferior al 0,6%.
Medir	Variables de salida (Y)	% de piezas con falta de llenado.
	Variables del proceso (X)	Temperatura del caldo. Velocidad de llenado. Tipos de referencia. Operario. Nivel de limpieza del punto de colada. Ubicación de la pieza en el molde.
Analizar	Hipótesis contrastada	La falta de llenado se produce debido a los desajustes de la máquina que provocan el desalineamiento entre la vena de colada y el orificio de entrada del molde. Se producen más faltas de llenado a la hora de cambiar de referencia.
	Factores clave	Limpieza del caldo. Alineación de la vena. Nivel de deterioro de las instalaciones
Implementar	Acciones Herramientas utilizadas	Se ha incrementado la frecuencia del mantenimiento hidráulico. Se han utilizado gráficos estadísticos de atributos para identificar los momentos críticos del proceso. Se colocó una pantalla visual que mediante un gráfico luminoso informaba al puesto de colada los de momentos de crisis.
	Resultados	Se han alcanzado un nivel de defectivo inferior al 0,4%.
Controlar	Estandarizar	Se ha estandarizado el procedimiento de colada.
	Sistema de control	El control se realiza mediante estadísticos de atributos en los cuales el operario de control recoge el % de defectivo en el momento de terminar la fase de moldeo y si hay algún momento de crisis avisa al puesto de colada.

Tabla 3: Ficha resumen de la parte operativa del proyecto P3: "Faltas de llenado"

FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA P4: Control de emisiones		
Definir	Área de aplicación	El proyecto se enmarca en el proceso de gestión de las instalaciones de aspiración (filtros de manga) del área de fusión y moldeo en arena verde de discos para el sector de automoción.
	Problemática	La gestión preventiva de los citados equipos es clave ya que si se deterioran, generan emisiones internas fuera de control que provocan paradas no programadas de las instalaciones y emisiones externas que provocan posibles incumplimientos legales.
	Equipo	<b>Responsable:</b> Director de mantenimiento de la planta. <b>Líder:</b> Ingeniero de mantenimiento. <b>Participantes:</b> 2 técnicos de mantenimiento y 1 técnico de medio ambiente.
	Objetivos	Minimizar el tiempo de parada por el mantenimiento de las instalaciones de humos. 100% de las emisiones según normas de medio ambiente.
Medir	Variables de salida (Y)	Nivel de emisiones externas por debajo de 2mg/m <sup>3</sup> . Presiones estáticas entre 12,5 mbar y 25mbar. Presiones dinámicas entre 15m/s y 20m/s. Decantación exterior entre 28000 - 22000 kg/semana.
	Variables del proceso (X)	Nivel de colmatación de los filtros, funcionamiento del motor de extracción, humedad en el filtro, presiones estáticas, presiones dinámicas, montaje de las mangas.
Analizar	Hipótesis contrastada	Las emisiones externas son debidas al deterioro de las mangas de los filtros. El deterioro de las mangas de los filtros influyen en las presiones estáticas. El estado de los conductos de aspiración repercute en las presiones dinámicas. El estado del sistema de decantación influye en las presiones estáticas y emisiones externas.
	Factores clave	Funcionamiento del motor de extracción, presiones estáticas, presiones dinámicas.
Implementar	Acciones Herramientas utilizadas	Se han remodelado los procedimientos de mantenimiento existentes. Para ello se han utilizado herramientas de regresión y correlaciones de los parámetros de proceso (presiones estáticas y dinámicas) que según sus niveles permitían predecir la evolución del estado de los filtros de mangas. Las dificultades a la hora de aplicar las herramientas se han centrado en la identificación de los puntos donde había que realizar las mediciones, así como en la definición de cómo realizarlas. Para ello se diseñó una instrucción donde se indicaba cómo realizar el proceso de toma de datos.
	Resultados	Se han alcanzado en un 90%, falta por identificar e implementar un método para recoger las emisiones internas.
Controlar	Estandarizar	Se ha procedimentado la forma de realizar el mantenimiento y seguimiento de las instalaciones.
	Sistema de control	Control diario del nivel de incidencias debidas a las instalaciones de emisión. Control en continuo de los niveles de emisiones externas.

Tabla 4: Ficha resumen del proyecto P4: "Control de emisiones"

### 4.3. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN C

Es una organización industrial de tamaño medio dedicada a la fabricación de tarjetas para el sector de electrodomésticos y automoción. Tiene diferentes plantas a nivel mundial. Esta organización está sufriendo una fuerte reestructuración en estos momentos, debido a la crisis económica. Desde el punto de vista estratégico, la organización dispone de un sistema avanzado para gestionar las actividades de MC. Dentro de la organización hay un responsable que se encarga de promocionar las actividades de MC y MP. Se ha desarrollado 1 proyecto: P5 *Defectivo en proceso de soldadura de tarjetas electrónicas* (Ver Tabla 5).



<b>FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA</b>		
<b>PROYECTO P5: Defectivo en proceso de soldadura de tarjetas electrónicas</b>		
<b>Definir</b>	<i>Área de aplicación</i>	El proyecto se enmarca en el área del proceso de soldadura por ola de placas electrónicas.
	<i>Problemática</i>	En el citado proceso se ha detectado que hay un alto nivel de defectivo de placas por cortos, picos, faltas de soldadura, huecos y bolas en puentes, que obliga en el proceso a revisar todas las placas en una fase posterior a la de soldado.
	<i>Equipo</i>	<b>Responsable:</b> Director de calidad de la planta. <b>Líder:</b> Ingeniero de proceso. <b>Participantes:</b> 2 operarios y 1 técnico de proceso.
	<i>Objetivos</i>	Defectivo inferior al 1%.
<b>Medir</b>	<i>Variables de salida (Y)</i>	Nº de cortos, nº de picos, nº de faltas de soldadura, nº de huecos y bolas en puentes
	<i>Variables del proceso (X)</i>	Boquillas de flux, humedad, aspiración, cantidad de nitrógeno, contaminación de la aleación, componentes montados, tipo de flux, cantidad de flux, la temperatura de precalentamiento, tiempo de enfriamiento, velocidad del conveyor, tiempo de ola turbulenta, inmersión en ola laminar.
<b>Analizar</b>	<i>Hipótesis contrastada</i>	Los factores que más influyen en el proceso de soldadura son la cantidad de flux, la temperatura de precalentamiento, tiempo de enfriamiento, temperatura previa, velocidad del conveyor, tiempo de ola turbulenta, inmersión en ola laminar.
	<i>Factores clave</i>	Velocidad del conveyor y el temperatura de precalentamiento
<b>Implementar</b>	<i>Acciones Herramientas utilizadas</i>	Se ha realizado un diseño de experimentos factorial fraccionado $2^{5-1}$ en el cual realizando 16 ensayos se analizaron las 5 variables definidas en la hipótesis. Las dificultades planteadas a la hora de aplicar las herramientas fueron las relacionadas con la identificación de las variables a utilizar, sus niveles, así como los criterios de mediación a seguir. También hubo dificultades a la hora de realizar la planificación y ejecución de las pruebas, ya que había que tener en cuenta la variabilidad del proceso y ver cómo ésta afectaba al estudio. Para ello, se realizaron diferentes sesiones con el equipo a fin de poder definir las variables y los sistemas de medición. En el segundo caso se midió la variabilidad del proceso, se definió que había que realizar 2 réplicas, se diseñó un cuaderno de seguimiento de las pruebas para recoger todas las incidencias detectadas a la hora de realizar los ensayos.
	<i>Resultados</i>	Se han alcanzado los objetivos previstos
<b>Controlar</b>	<i>Estandarizar</i>	Se ha procedimentado mediante una ficha de proceso la puesta a punto y seguimiento de la instalación.
	<i>Sistema de control</i>	Control continuo mediante un gráfico de control por atributos.

Tabla 5: Ficha resumen de la parte operativa del proyecto P5: "Defectivo en proceso de soldadura de tarjetas electrónicas"

#### 4.4. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN D

Es una organización industrial de tamaño medio dedicada a la fabricación de elementos meca-electrónicos para el sector de electrodomésticos. Esta organización desde el punto de vista de proceso, mercado y producto es muy similar a la organización A. La diferencia es que desde el punto de vista organizativo es más jerárquica, no tiene desarrollado ningún tipo de modelo autogestionado y las decisiones operativas se basan en el sistema tradicional de gestión. Desde el punto de vista estratégico, la calidad es un elemento clave diferenciador, la labor gestional de impulsar las actividades de MC recae en los responsables de producción. Estas personas asumen las responsabilidades del equipo promotor de la MC y MP y se encargan de seleccionar y focalizar de objetivos de mejora y de su supervisión periódica. Se han desarrollado 3 proyectos. P6: *Control de fugas de válvula* (Ver Tabla 6), P7: *Control de placas de inducción* (Ver Tabla 7), P8: *Soldadura del rodillo* (Ver Tabla 8).

#### 5. SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación del modelo ha sido realizada por los investigadores en colaboración con los líderes de los proyectos, y los miembros de la dirección de la empresa han participado de forma activa tanto en el diseño del modelo, como en la formación de los participantes, en la ejecución de los proyectos y en la evaluación del modelo. Para ello, tal y como se ha realizado en estudios similares (Zhang et al. 2000), se ha valorado un cuestionario específicamente diseñado en base a la siguiente escala de **Lykert** (1 Nulo, 2 Bajo, 3 Medio, 4 Alto y 5 Total).

<b>FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA PROYECTO P6: Control de fugas de válvula</b>		
<b>Definir</b>	<i>Área de aplicación</i>	El proyecto sea realizado en la unidad de medición de una línea automática de fabricación de válvulas de gas.
	<i>Problemática</i>	Se ha detectado que existe una incertidumbre en el sistema de medición de fugas, ya que en muchos casos una misma pieza es aceptada y rechazada por el sistema de medida.
	<i>Equipo</i>	<b>Responsable:</b> Responsable de minifabrica . <b>Líder:</b> Ingeniero de proceso. <b>Participantes:</b> 2 operarios proceso y 1 técnico de calidad.
	<i>Objetivos</i>	Asegurar en un 100 % la fiabilidad de la medición de fugas.
<b>Medir</b>	<i>Variables de salida (Y)</i>	Poder detectar fugas inferiores a 8 ml/h a 150 mbar en menos de 6 seg.
	<i>Variables del proceso (X)</i>	Abocado en cuerpo, presencia de grasa, racord fijo, tipo de racord, estado de junta, suciedad en racord, tiempo de control, válvula sucia, válvula golpeada, criterio de bueno/malo, experiencia y formación de la persona.
<b>Analizar</b>	<i>Hipótesis contrastada</i>	La falta de fiabilidad del sistema de medida es debido a la variabilidad a la hora de colocar la pieza en el utillaje de medición La falta de fiabilidad del sistema de medida es debido al deterioro de los elementos del utillaje de medición. La falta de fiabilidad del sistema de medida es debido a la imposibilidad de recoger los datos de medición de forma automática.
	<i>Factores clave</i>	Debido a problemas organizativos no se han podido contrastar todas las hipótesis.
<b>Implementar</b>	<i>Acciones Herramientas utilizadas</i>	Se han utilizado herramientas para la medición de la repetitividad y reproducibilidad del sistema de medida. Las dificultades planteadas a la hora de aplicar las herramientas han sido debidas a que a la hora de realizar la captación de datos ya que no se pudo implantar un sistema de captación automático, y esto produjo que la variabilidad del proceso distorsionara los resultados.
	<i>Resultados</i>	Se ha realizado una acción referente a la sustitución del sistema de apoyo de la pieza en el utillaje de medición.
<b>Controlar</b>	<i>Estandarizar</i>	No se ha podido estandarizar
	<i>Sistema de control</i>	No se ha implantado ningún sistema de control

Tabla 6: Ficha resumen de la parte operativa del proyecto P6: "Control de fugas de válvula"

FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA PROYECTO P7: Control de placas de inducción		
Definir	Área de aplicación	El proyecto se enmarca en el proceso de diseño del sistema de control del valor de la potencia de las placas de inducción.
	Problemática	El proceso de diseño de la placa de inducción se encuentra en una fase en la cual se desconoce la dispersión del valor de la potencia para los diferentes modelos en fase de desarrollo. Tampoco se conoce la variabilidad de los medios de control de la potencia, lo que obliga a sobredimensionar los límites de las tolerancias en los chasis funcionales
	Equipo	<b>Responsable:</b> Responsable de minifabrica. <b>Líder:</b> Ingeniero de diseño. <b>Participantes:</b> 2 técnicos de diseño y 1 técnico de calidad.
	Objetivos	Mejorar la dispersión del valor de potencia de las placas en un 10% (mínimo).
Medir	Variables de salida (Y)	Valor de potencia de las placas de inducción
	Variables del proceso (X)	Tipo de placas, dimensiones de la placa base, tiempos de potencia, volumen de agua, tipo de circuito utilizado, experiencia y nivel de entrenamiento del operario, número de usos del sistema de medida.
Analizar	Hipótesis contrastada	El tipo de circuito, el volumen de agua, el número de usos del sistema de medida y la experiencia y entrenamiento del operario son los factores que influyen en la variabilidad del valor de potencia de las placas de inducción.
	Factores clave	Debido a problemas organizativos no se han podido contrastar todas las hipótesis.
Implementar	Acciones Herramientas utilizadas	Se han utilizado gráficos de control estadísticos por variables para analizar el nivel de variabilidad del proceso para cada tipo de placa. De la misma manera se han utilizado herramientas para la medición de la repetitividad y reproducibilidad del sistema de medición de la potencia. Las dificultades planteadas a la hora de aplicar las herramientas han sido debidas a la poca fiabilidad de los datos utilizados. Ha habido dificultades a la hora de realizar la captación de datos ya que no se pudo implantar un sistema de captación automático, y esto produjo que la variabilidad de la media del proceso distorsionara los resultados. Esta eventualidad se ha reflejado en los gráficos de control. Estos mostraron un proceso muy inestable debido a la poca fiabilidad del utillaje de medición.
	Resultados	No se han alcanzado los objetivos previstos. Solamente se ha realizado una acción puntual referente a la sustitución personalizada de la placa base del utillaje de medición.
Controlar	Estandarizar	No se ha podido estandarizar
	Sistema de control	No se ha implantado ningún sistema de control

Tabla 7: Ficha resumen de la parte operativa del proyecto P7: "Control de placas de inducción"

FICHA RESUMEN DE LA PARTE OPERATIVA PROYECTO P8: Soldadura del rodillo		
Definir	Área de aplicación	El proyecto se enmarca en el proceso de soldadura del rodillo de la bomba del lavavajillas.
	Problemática	En el citado proceso se ha detectado falta conocimiento de las variables que influyen en la soldadura, lo que provoca la imposibilidad de soldar un modelo concreto de rodillo que se prevee montar en un futuro.
	Equipo	<b>Responsable:</b> Responsable de minifabrica. <b>Líder:</b> Ingeniero de calidad. <b>Participantes:</b> 2 operarios de proceso y 1 técnico de calidad.
	Objetivos	Identificar las variables que influyen en el proceso de soldadura del rodillo. Manteniendo un defectivo menor que 20000 ppm (partes por millón)
Medir	Variables de salida (Y)	Par torsor > 10 Kgcm
	Variables del proceso (X)	Tiempo de soldadura, potencia de soldadura, sección de soldadura, presión de apriete, distancia de desplazamiento.
Analizar	Hipótesis contrastada	Los factores que mas influyen en el proceso de soldadura son el tiempo de soldadura, la potencia de soldadura y la sección de soldadura.
	Factores clave	Mediante pruebas se han descartado los factores de presión de apriete y sección de soldadura.
Implementar	Acciones Herramientas utilizadas	Para el contraste de la hipótesis se ha utilizado un diseño de experimentos factorial completo de 2 <sup>3</sup> en el cual se han analizado las variables definidas en la hipótesis. Las dificultades planteadas han sido debidas a los problemas a la hora de definir los niveles de cada factor, cosa que ha distorsionado el estudio y los resultados no han sido satisfactorios. Por problemas organizativos no se han podido repetir el estudio.
	Resultados	No se han alcanzado los objetivos previstos
Controlar	Estandarizar	No se ha podido estandarizar
	Sistema de control	No se ha implantado ningún sistema de control

Tabla 8: Ficha resumen de la parte operativa del proyecto P8: "Soldadura del rodillo"

## 6. ANÁLISIS Y RESULTADOS OBTENIDOS

En las Figuras 7, 8, 9, 10 y 11 se pueden observar gráficamente los resultados del análisis realizado. Analizando cada aspecto podemos observar lo siguiente:

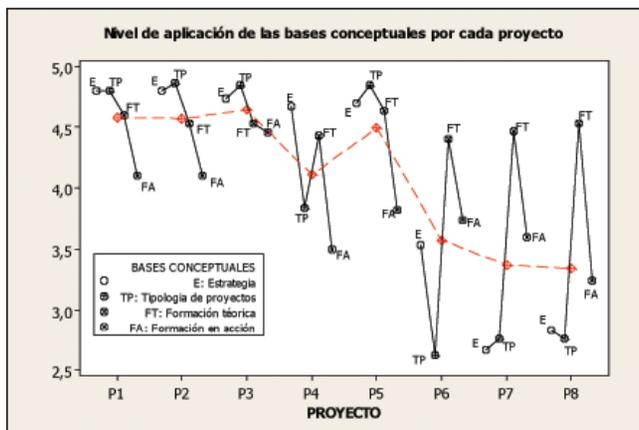


Figura 7: Nivel de aplicación de las bases conceptuales por cada proyecto

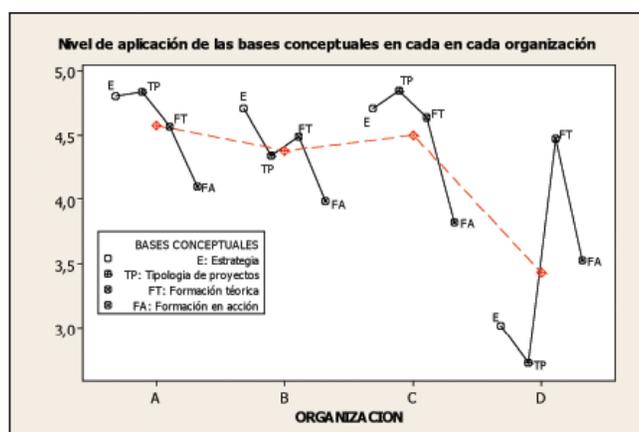


Figura 8: Nivel de aplicación de las bases conceptuales por cada organización

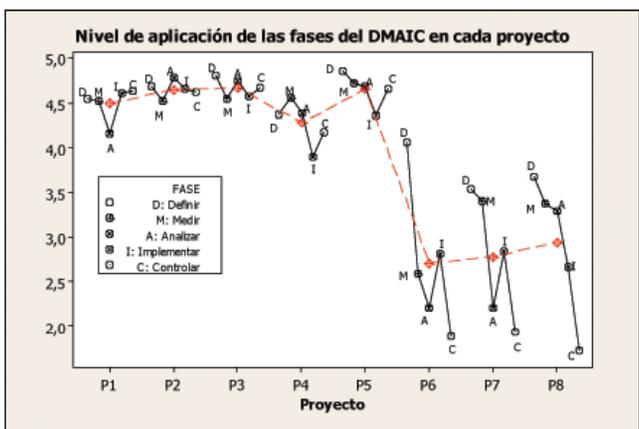


Figura 9: Nivel de aplicación del método DMAIC por cada proyecto

### Bases conceptuales

En las Figuras 7 y 8 se observan los resultados de la valoración de las bases conceptuales del modelo. Se puede observar que a nivel general en el concepto de la ejecución de la formación en acción (Entrenamiento DURANTE), entre los niveles alcanzados por todos los proyectos a nivel medio es el más bajo. Ello es debido principalmente al nivel de saturación de los líderes, que en muchos casos han tenido que realizar un sobre esfuerzo para poder abordar el proyecto. En cuanto a los proyectos que tienen una menor valoración, estos corresponden al P6, P7 y P8. En los tres casos las debilidades detectadas se corresponden con la estrategia, la tipología de los proyectos seleccionados y la formación en acción (Entrenamiento DURANTE). Se constata que todos corresponden a la organización D y coinciden con aquella que no dispone de equipo promotor de MC. Otro proyecto donde se han detectado debilidades es el proyecto P4. En ese caso se observan unos niveles de valoración menores que el resto de los proyectos en cuanto a la tipología del proyecto abordado.

### Operativa del modelo

En las Figuras 9 y 10 se observan los resultados de la valoración de la aplicación en cada fase del método DMAIC. Estos resultados están relacionados con el nivel de eficiencia de la implantación del modelo. Se observa que los niveles más bajos de cumplimentación corresponden a los proyectos P6, P7 y P8, que son los ejecutados en la organización D. También se observa que las fases más débiles corresponden a las de análisis de datos y estandarización de las mejoras. Se han percibido debilidades principalmente a la hora de recoger datos fiables. También se han percibido debilidades a la hora de consolidar la mejora, así como en su estandarización y divulgación dentro de la organización.

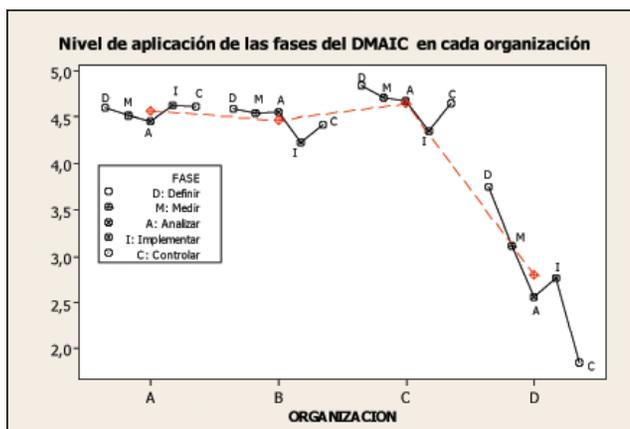


Figura 10: Nivel de aplicación del método DMAIC en cada organización

### Resultados

En la Figura 11 se observan los resultados del % de cumplimiento de los objetivos cuantificables, los cuales están relacionados con el nivel de eficacia de la implantación del modelo. Se observa que en los proyectos P6, P7 y P8 no llegan al 50 % de los objetivos. Otro proyecto donde los resultados no han llegado a un nivel alto es el P4.

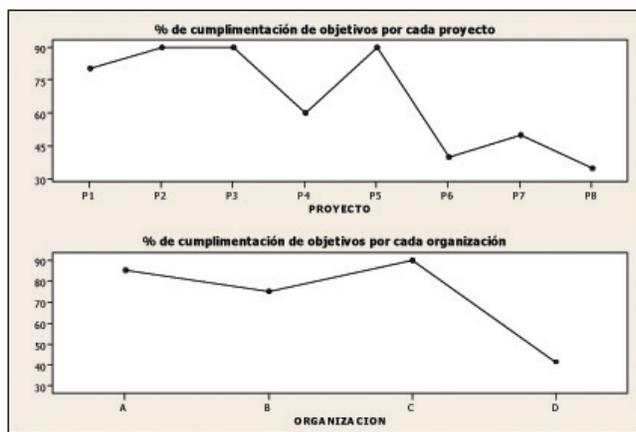


Figura 11: % de cumplimiento de objetivos

## 7. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se constata que el modelo diseñado se ha aplicado con mayor facilidad y se han ido obteniendo unos resultados mejores en aquellas organizaciones que disponen de una estructura estable para abordar los proyectos de MC. Observando por un lado los resultados obtenidos correspondientes a la aplicación de las bases conceptuales del modelo en la Figuras 7 y 8 y, por otro, los niveles de ejecución del proceso operativo en las Figuras 9 y 10 (Eficiencia), y además el nivel de los objetivos alcanzados en la Figura 11 (Eficacia), se constata lo siguiente: los resultados mejores corresponden a los proyectos ejecutados en las organizaciones A, B y C, que son aquellas que disponen de una estructura estable para abordar los proyectos de MC y MP.

En cuanto a los factores que más afectan a la implantación del modelo cabe destacar:

- La involucración de la dirección, sobretodo mediante la definición de la estrategia a seguir cara a seleccionar los proyectos y realizar su seguimiento: en las organizaciones donde la dirección ha estado lejos de los proyectos los resultados han sido claramente inferiores.
- La tipología de los proyectos abordados: en las organizaciones donde no se ha puesto especial atención a la hora de elegir los proyectos (el caso de P6, P7 y P8) o donde se ha elegido un proyecto excesivamente

ambicioso (P4) los resultados han sido de un nivel medio o bajo.

- El seguimiento del proceso operativo: en este caso son claves las fases de análisis, mediante el uso de datos fiables, y la de control, es decir, ha de realizarse un seguimiento de la mejora obtenida para que esta no decaiga.
- El análisis y comunicación de las lecciones aprendidas: se ha considerado necesario que se realice de tal forma que se identifiquen y se den a conocer tanto los aspectos positivos como los negativos, y así puedan ser utilizados por otras personas de la organización.
- El sistema de valoración mostrado en el presente estudio sirve como base para medir su bondad del modelo aplicado.

También hay que tener en cuenta que las organizaciones que quieran implantar este tipo de modelos han de disponer de unos recursos mínimos para ello. En el caso en cuestión, las organizaciones han dedicado para los líderes una liberación de mínimamente de 250 horas de entrenamiento, con un coste aproximado de 8000 Euros. Además, se ha estimado que es necesaria una dedicación semanal de 5 horas durante seis meses, tanto para el líder como para los miembros del equipo.

Para concluir, cabe recalcar que, respecto a la aplicabilidad del modelo desarrollado como un programa permanente para la gestión de la MP, el modelo presentado - fruto de la experiencia realizada - se va a aplicar como un programa permanente para la gestión de la MP en la organización B: en esa, a partir del año 2009 y con una visión de 4 años, se ha diseñado y desarrollado un programa de gestión permanente de la MP tomando como base los aspectos descritos en el presente documento. Los resultados de la citada implantación se mostrarán en futuras publicaciones.

Como posibles líneas futuras a estudiar, el modelo desarrollado puede servir como base para la aplicación de modelos similares en otro tipo de empresas industriales, tales como PYMES o sectores no maduros.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Albors J, Hervás JL, Del Val M. "Análisis de las prácticas de Mejora continua en España". *Economía Industrial*, 2009 , p. 185-195
- Argyris C, Schön D. "Organizational learning: A theory of Action Perspective". *Addison-Wesley, Mass*, 1978
- Ayestaran S, Aritzeta A, Gavilanes J. *Rumbo a la innovación. Trabajo en equipo y cambio cultural en las organizaciones*. Zamudio: Cluster del Conocimiento. 2006 Ediciones PMP. Professional Management Publications
- Baird L, Griffin D. "Adaptability and Responsiveness: The Case for Dynamic Learning". *Organizational dynamics*, 2006, vol. 35, no. 4, p. 372-383
- Bateman N, Rich N. "Companies perceptions of inhibitors and enablers for process improvement activities", *International Journal of Operations and Production Management*, 2003, vol. 23, no. 2, p. 186-199
- Bessant J, Caffyn S. "High involment innovation through continuous improvement". *International Journal of Technology Management*, 1997, vol. 14, no. 1, p. 7-28
- Bessant J, Caffyn S, Gallagher M. "An evolutionary model of continuous improvement behaviour". *Technovation*, 2001, vol. 21, p. 67-77
- Bhuiyan N, Baghel A, Wilson J. "A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company". *International Journal of Productivity and Performance Management*, 2006, vol. 55, no. 8, p. 671-687
- Brunet A P, New S. "Kaizen in Japan: an empirical study", *International Journal of Operations and Production Management*, 2003, vol. 23, no. 12, p. 1426-1446
- Caffyn S. "Development of a continuous improvement selfassessment tool". *International Journal of Operations and Production Management*, 1999, vol. 19, no. 11, p. 1138-1153
- Coughlan P, Coughlan D. "Action research for operations management". *International Journal of Operations Et Production Management*, 2002, vol. 22, no. 2, p. 220-240
- Crosby BP. *La calidad no cuesta: el arte de cercionarse de la calidad*, Mexico: Editorial Piramide, 1987. ISBN: 968-26-0942-9
- Dale B, Boaden RJ, Wilcox, M, et al. "Sustaining total quality management: what are the key issues?". *The TQM Magazine*, 1997, vol. 9, no. 5, p. 372-380
- De Mast J. "Six Sigma and Competitive Advantage". *Total Quality Management*, 2006, vol. 17, no. 4, p. 455-464
- Delbridge R, Barton H. "Organizing for continuous improvement: structures and roles in auto components plans". *International Journal of Operations and Production Management*, 2002, vol. 22, no. 6, p. 680-692
- Deming WE. *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos, 1989. ISBN: 84-87189-22-9
- Eguren JA, Errasti A. "Evolución de un Programa de Mejora Continua en una planta auxiliar del sector electrodomesticos", En: *Book of abstracts of the International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, (Madrid 5-7 de septiembre de 2007)*. P. 267-268
- Feigenbaum AV. *Control total de la calidad*. De la Campa MA (traductor) Mexico: Ediciones CECSA, 1986. ISBN: 968-26-0630-6
- Garcia-Lorenzo A, Prado JC. "Employee participation systems in Spain. Past, present and future", *Total Quality Management*, 2003 , vol. 14, no. 1, p. 15-24
- Jaca-Garcia M, Santos-Garcia J. "La Mejora Continua en las organizaciones. Análisis de su implantación en 30 empresas", *DYNA Ingeniería e Industria*, 2009, vol. 84, no. 2, p. 134-141
- Jaikumar R, Bohn R. "The Development of Intelligent Systems for Industrial Use: A Conceptual Framework". *Research on technological Innovation, Management and Policy*, 1986, vol.3, p.169-211
- Juran J.M. , *Juran y la planificación para la Calidad*. Nicolau-Medina J (Traductor.) Madrid: Ediciones Diaz de Santos, Madrid, 1999. ISBN: 84-87189-37-7
- Liker JK, Hoseus M. *Toyota Culture: The heart and soul of the Toyota way*. New York: McGraw-Hill, 2008. ISBN: 978-0-07-149217-1
- Lloréns FJ, Fuentes M. *Calidad total. Fundamentos e implantación*. Madrid: Ediciones Pirámide, 2000. ISBN: 84-368-1412-6
- Michela JL, Gieskes J, Schuring RW. "The dynamics af continuous improvement", *International Journal of Quality Science*, 1996, vol. 1, no. 1, p. 19-47
- Nonaka I, Takeuchi H. *The Knowledge-creating company*. New York: Ediciones Oxford University Press, 1995. ISBN: 0-19-509269-4
- Pidd M. *Tools for Thinking: Modelling in Management Science*. 3ª edición, Chichester: Ediciones John Wiley Et Sons Ltd, 2009, ISBN: 978-0-470-72142-1
- Pyzdek T., *The Six Sigma handbook: a complete guide for green belts, black belts, and managers at all level*. 3ª edición. New York, 2009. Mac Graw-Hill. ISBN: 978-0-07-162338-4
- Revilla-Gutierrez E. "Factores Determinantes del Aprendizaje Organizativo. Un modelo de desarrollo de Productos". Director: Riverola-García J. Universidad de Valladolid, Departamento de Economía y Administración de Empresas, 1995
- Robert-Gadea A. "Factores que facilitan el éxito y la continuidad de los equipos de mejora en las empresas industriales". Director: Tort-Martorell X. Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Estadística i Investigació Operativa
- Sainz d.V. "Utilización de herramientas y técnicas de gestión en la CAPV". Zamudio: SPRI, 2002
- Senge PM. *The fifth discipline: the art and practice of the learning organization*, New York, Ediciones: Doubleday, 1990, ISBN: 0-385-51725-4
- Swieringa, J, Wierdesma A. *La organización que aprende, Buenos Aires Ediciones Addison Wesley*, 1995. ISBN: 0-201-62598-9
- Tang LC, Goh TN, Lam S. "Fortification of Six Sigma: Expanding the DMAIC Toolset", *Quality and Reliability Engineering International*, 2007 , vol. 23, no. 1, p. 3-18
- Upton D. "Mechanisms for Building and Sustaining Operations Improvement", *European Management Journal*, 1996, vol. 14, no. 3, p. 215-228
- Webster A. "Continuous improvement improved", *Work Study*, 1999, vol. 48, no. 4, p. 142-146
- Wu CW, Chen CL. "An integrated structural model toward successful continuous improvement activity", *Technovation*, 2006, vol. 26, p. 697-707
- Yin RK, *Case Study Research-Design and Methods*, 3ª edición. London, 2003. Sage Publications, ISBN: 0-7619-2553-8
- Zhang Z, Wijngaard J, Wijngaard W. "An instrument for measuring TQM implementation for Chinese manufacturing companies", *International Journal of Quality Et Reliability Management*, 2000, vol.17, N° 7, p.730-755