

Diseño y aplicación de un sistema de evaluación de un Modelo de Mejora Continua en una empresa auxiliar de automoción

José Alberto Eguren¹, Lourdes Pozueta², Aitor Goti³

¹Departamento de Organización Industrial. Mondragon Unibertsitatea. Loramendi 4, Apt. 23. 20500 Mondragón (Gipuzkoa). jaeguren@eps.mondragon.edu

²Directora de AVANCEX+i, Consultoría de Mejora Continua e Innovación. lourdes.pozueta@avancex.com

³Departamento de Organización Industrial. Mondragon Unibertsitatea. Loramendi 4, Apt. 23. 20500 Mondragón (Gipuzkoa). agoti@eps.mondragon.edu

Resumen

En el presente trabajo se muestra el diseño e implantación de un sistema de indicadores clave de seguimiento para valorar una parte específica del proceso de Mejora Continua (MC). El diseño de estos indicadores se ha realizado a partir de un proyecto de investigación que propone un modelo de MC eficiente. Las métricas utilizadas permiten comparar la mejora y el estado de algunas variables potenciales que podrían afectar al éxito del proceso de MC. El modelo como los indicadores han sido probados en una empresa auxiliar de automoción como prueba piloto para estandarizar su uso a cualquier tipo de empresas.

Palabras clave: Mejora Continua, Equipos de Mejora, Indicadores, Indicador Clave de Rendimiento, Sector Industrial, Automoción.

1. Introducción. Mejora Continua e Indicadores.

Las organizaciones actuales para mantener o alcanzar la competitividad y la rentabilidad, deben de mejorar constantemente la calidad de sus productos y la eficiencia de sus procesos productivos adaptándose una y otra vez a circunstancias de mercado difíciles de ser previstas, (Hyland, Mellor & Sloan 2007). En este ámbito los diferentes modelos de aplicación de la MC se han convertido en poderosas herramientas para conseguir ventajas competitivas, (De Mast 2006). Se entiende por MC al 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). En sectores industriales maduros tales como el de automoción, bienes de equipo o electrónica, el proceso de MC es un proceso importante, al cual dedican gran cantidad de recursos para que a través de él se desplieguen sistemas operativos y de gestión particulares, con el objetivo de lograr que la organización aumente su competitividad, (SPRI 2004). El desarrollo de una cultura de MC en las empresas está en la actualidad fuertemente asociado con el desarrollo de una cultura de la innovación, (McAdam, Stevensen & Armstrong 2000). Bessant por su parte va mas allá y sostiene que el proceso de MC dentro de una organización es un proceso evolutivo que sigue cinco niveles o etapas, (Bessant, Caffyn & Gallagher 2001), toda organización en función del nivel de implementación del proceso de MC, esta situada en uno de esos niveles que van desde una mínima estructuración hasta una máxima alineación con los objetivos estratégicos y una capacidad por parte de la organización para generar, implantar y mejorar una cultura de aprendizaje e innovación. El modelo de Bessant es un modelo difícil de implementar ya que no dice qué es lo que hay que hacer para pasar de un nivel a otro, (Wu, Chen 2006), por lo que es necesario desarrollar planes que

permitan avanzar a la organización en los distintos niveles. Otro aspecto a tener en cuenta es la capacidad de medición del nivel de la implantación de los modelos de MC en las organizaciones. Para ello hace falta tomar medidas de indicadores clave, (Moran, Avergun 1997) ya que sin medidas no puede existir la MC. Se entiende como indicador clave a aquella medida cuantificable de rendimiento o desempeño establecida para realizar el seguimiento y comunicar los resultados de interés, (Bahamón 2006).

2. Cuestiones a investigar

El presente estudio se enmarca dentro de una investigación que esta desarrollando un modelo para poder implantar los programas de MC en las empresas auxiliares de los sectores de automoción y electrodomésticos de forma eficiente. Teniendo en cuenta que la correcta implantación de un sistema de medidas y el aprender de los resultados obtenidos son elementos importantes para que los procesos, en particular el de MC, evolucionen positivamente, (Bateman, Rich 2003), (Kaye, Anderson 1999), nos hemos visto en la necesidad de diseñar e implantar un sistema de medición que nos permita evaluar la bondad del modelo de MC desarrollado. Nos centraremos primero en la primera cuestión enfocada a identificar los elementos de interés asociados al éxito de una propuesta metodológica orientada a la mejora del proceso de MC en una organización, separando por una parte los elementos que son resultados y que nadie duda de su nivel óptimo en la organización, de los elementos que pueden influir en los mismos pero que no son por si objetivos de competitividad. El alcance de este proyecto se limita a procesos de MC que se llevan a cabo trabajando en base a proyectos que son entregados a equipos. No trataremos aquellos procesos de MC que no trabajan en proyectos concretos.

3. Metodología de investigación

La metodología de investigación utilizada en todo el proceso se sustenta en los principios del estudio de casos, o '*case study research*', (Yin 2003), frecuentemente utilizada para desarrollar teorías que sirvan para explicar cómo y porqué funcionan las cosas. En el Estudio de Casos, el investigador no es un observador independiente y sus observaciones pueden ser empleadas para la generación o extensión de nuevas teorías, (Coughlan, Coughlan 2002), ya que el investigador se encuentra inmerso en el proceso de cambio que le sirve como proceso de aprendizaje. El proceso de investigación seguido se refleja en figura 1, en el se observa que se parte de unas experiencias previas para realizar el diseño del primer borrador de modelo de evaluación siendo estos 10 casos previos realizados en el periodo 1999-2006, (Eguren, Errasti 2007),". Una a partir de esas experiencias previas se diseño el modelo previo de MC con su sistema de evaluación básico, esta propuesta se aplico en la prueba piloto 1, durante el periodo 2008 sobre un conjunto de 8 nuevos proyectos en organizaciones similares (Eguren et al. 2009). En la citada aplicación una de las mejoras identificadas fue la necesidad de reforzar el sistema de evaluación del modelo. A partir de esa experiencia se ha mejorado la propuesta metodológica y el sistema de evaluación se ha aplicado la misma en 8 nuevos casos en la prueba piloto 2, en el periodo 2009, estos casos son en los cuales se basa la presente investigación y en base a ellos se ha diseñado el sistema de medición del proceso de MC. Como resultado de este proceso se ha obtenido, una propuesta metodológica para implantar el proceso de MC de forma más eficaz y eficiente y un sistema de indicadores para evaluar periódicamente el proceso de MC.

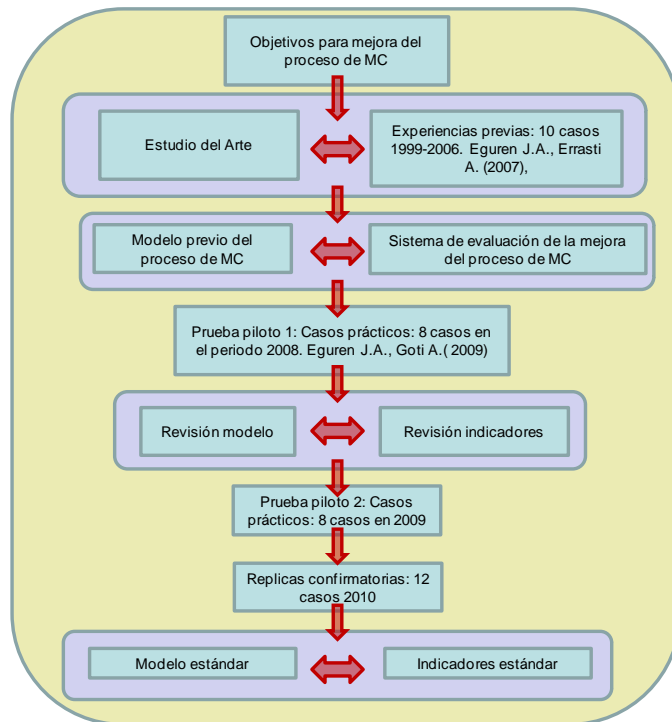


Figura 1. Fases de la investigación

4. Características del modelo de MC aplicado.

En estudios previos se ha mostrado el proceso de diseño del modelo de MC (Eguren et al. 2009). El modelo se compone de dos bloques (Figura 2). El primer bloque corresponde a la bases conceptuales las cuales se desglosan en la estrategia, los proyectos, la formación teórica y la formación en acción. Y el segundo es la operativa de actuación en el cual se integran el método operativo, el modelo de entrenamiento y la gestión y seguimiento.

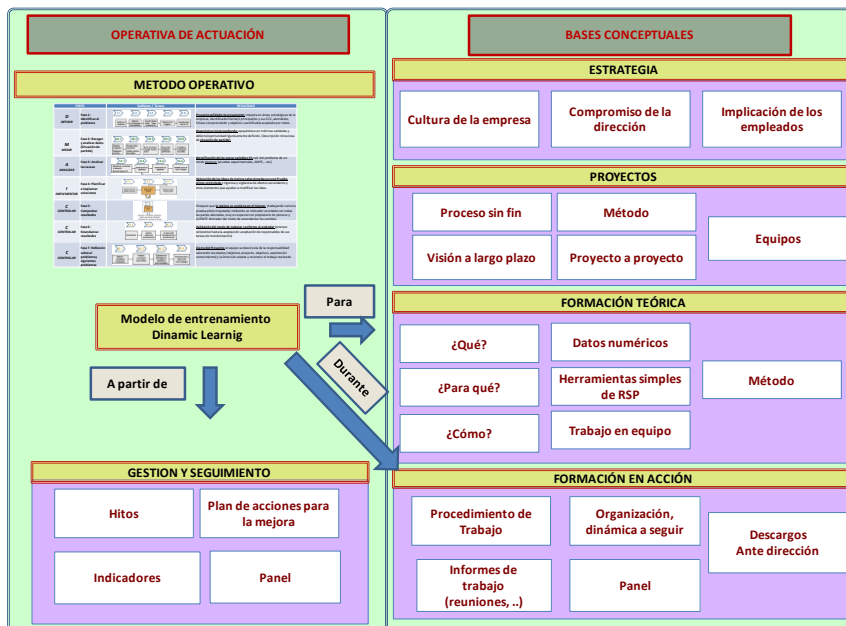


Figura 2. Modelo de MC aplicado

4.1. Aspectos Conceptuales del modelo

Los aspectos conceptuales que se han tenido en cuenta a la hora de abordar los proyectos se dividen en 4 bloques:

Estrategia: La empresa debe de estar preparada para poder aplicar el modelo para ello se han tenido en cuenta los aspectos estratégicos de cultura de la empresa, el compromiso de la dirección y la implicación de los empleados (Bateman, Rich 2003) (Kotter 1995).

Tipología de proyectos: Los proyectos abordados deben ser crónicos, manejables y de mejora. Estos han sido abordados mediante la dinámica de trabajo en equipo, con un método establecido y con una visión a largo plazo, mediante un proceso sin fin proyecto a proyecto abordando cada vez un proyecto más complicado.(Bateman, Rich 2003) (Kaye, Anderson 1999).

Formación teórica: A la hora de diseñar un programa de entrenamiento se ha hecho hincapié en que los empleados sean conscientes de su papel en el MC, y aumentar la capacidad de estos para analizar, medir y mejorar los procesos (Jha, Michela & Noori 1996) . También se ha adecuado el programa de formación/entrenamiento a las necesidades del individuo y de la organización para abordar un proyecto de MC. Esto ha incluido el diseño, ejecución y evaluación del programa (Dale et al. 1997).

Entrenamiento práctico: En cuanto a la planificación del entrenamiento práctico el equipo de entrenadores corresponde a los investigadores que están abordando la investigación y el procedimiento de trabajo seguido para el entrenamiento práctico ha consistido en intercalar la formación teórica y la aplicación de cada una de las fases de los proyectos.

4.2. Operativa de actuación

La operativa de actuación desarrollada es se distribuye en tres bloques: el método operativo utilizado, el modelo de entrenamiento y la gestión y seguimiento.

Método operativo: El método operativo seguido se basa en la metodología DMAIC de Seis Sigma (SS) se define como el proceso o la metodología a través de la cual se consiguen las mejoras en la estrategia SS (Tang, Goh & Lam 2007)(De Mast 2006). Consiste de cinco fases DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improvement-Control). (Doble 2005). En nuestro caso fruto de las conclusiones de los estudios previos y cara a reforzar la aplicación de la metodología SS se ha considerado oportuno el modificar la citada metodología abordarla en 7 fases. (1: Identificar el problema,2: Recoger y analizar datos,3: Analizar las causas, 4: Planificar e implantar soluciones, 5: Comprobar resultados, 6: Estandarizar resultados, 7: Reflexión sobre el problema y siguientes problemas).

Modelo de entrenamiento: El modelo de entrenamiento seguido se basa en el “Dynamic Learning” (DL). (Baird, Griffin 2006). El “Dynamic Learning” (DL) constituye un marco de referencia que permite integrar diversos enfoques en la organización de la formación, partiendo de la idea de que en el contexto actual es fundamental que la formación se pueda realizar de manera más rápida, integrando del aprendizaje en la organización y facilitando que éste se produzca en tiempo real.

Gestión y seguimiento: 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 la gestión visual mediante paneles gráficos.

5. Descripción de los indicadores

La identificación de los indicadores se ha realizado mediante un análisis bibliográfico de los de los factores que afectan a en la implantación de proceso de MC (Garcia-Sabater, Martin-

Garcia 2009). Y mediante la realización de un estudio AMFE de las fases operativas del proceso de MC. Los criterios identificados han sido, 1 Eficacia del proyecto desde el punto de vista de ejecución de cada fase del proceso operativo, 2 Eficacia de cumplimiento de objetivos, 3 Eficiencia del proyecto desde el punto de vista de aplicación del método en cada fase del proceso operativo, 4 Equipos básicos, 5 Aprendizaje, 6 Organización proyecto equipo y 7 Cultura de la empresa.

5.1. Métricas para valorar el modelo

Para evaluar el modelo se han tenido en cuenta dos tipos de métricas. Las X's que son las que están relacionadas con las causas de que los proyectos no alcancen los valores de los resultados de las métricas Y's. Las métricas X's pueden derivarse de las entradas al modelo global de MC de la organización o las propias del proceso de MC. Con las métricas Y se va a monitorizar la eficiencia/eficacia así como el nivel de aprendizaje desarrollado por los equipos. Por lo tanto servirán para evaluar si los cambios incorporados en el modelo logran la mejora, para ello hemos identificado las siguientes Características Críticas (CC).

CC1: Eficacia desde el punto de vista de resultados esta CC se va a medir desde dos puntos de vista:

Con este indicador se mide el nivel de cumplimiento de los objetivos cuantificables de cada proyecto. Los CC's los calcularíamos de la siguiente forma:

CC1.a: 1 : % de proyectos que alcanzan o que superan el objetivo en un 20% (1).

$$(1) CC1.a = \frac{N^{\circ} \text{ de proyectos } \geq 20\% \text{ de los objetivos}}{N^{\circ} \text{ de proyectos realizados}} \times 100$$

CC1.b: Media del % de cumplimiento de los proyectos que alcanzan o superan el 20% de los objetivos (2).

$$(2) CC1.b = \frac{\sum \text{ del \% de los proyectos que superan el 20\% de los objetivos}}{N^{\circ} \text{ de proyectos que alcanzan el 20\%}}$$

CC2: Eficacia de la sistemática o método seguido

Con este indicador se mide, en los hitos de control el nivel de cumplimiento por parte del equipo de cada una de las 7 fases del método seguido. Estos se calcularán de la siguiente forma.

CC2.a: % de proyectos que superan el nivel 3 de eficacia (3).

$$(3) CC2.a = \frac{N^{\circ} \text{ de proyectos que superan el nivel 3 de eficacia del metodo}}{N^{\circ} \text{ de proyectos realizados}}$$

CC2.b: Media de los proyectos que superan el nivel 3 (4).

$$(4) CC2.b = \frac{\sum \text{ de la valoración de los proyectos que superan el nivel 3 de eficacia}}{N^{\circ} \text{ de proyectos que superan el nivel 3 de eficacia}}$$

CC3: Eficiencia de la sistemática o del método y del proceso

Con este indicador se mide el nivel de cumplimiento eficiente de cada una de las 7 fases del método seguido. Estos se calcularán de la siguiente forma:

CC3.a: % de proyectos que superen el objetivo de eficiencia del método (5).

$$(5) CC3.a = \frac{N^{\circ} \text{ de proyectos que superan el nivel 3 de eficiencia del metodo}}{N^{\circ} \text{ de proyectos realizados}}$$

CC3.b: Valoración media de los proyectos que superan el nivel 3 de eficiencia (6).

$$(6) CC3.b = \frac{\sum \text{ de la valoración de los proyectos que superan el nivel 3 de eficiencia}}{N^{\circ} \text{ de proyectos que superan el nivel 3 de eficiencia}}$$

CC4: Nivel de aprendizaje adquirido

Con este indicador se mide el nivel de aprendizaje adquirido para cada una de las 7 fases del método seguido.

CC4.a: % de proyectos que superen el nivel 3 de aprendizaje (7).

$$(7) CC4.a = \frac{N^{\circ} \text{ de proyectos que superan el nivel 3 de aprendizaje}}{N^{\circ} \text{ de proyectos realizados}}$$

CC4.b: Valoración media de los proyectos que superan el nivel 3 de aprendizaje (8).

$$(8) CC4.b = \frac{\sum \text{ de la valoración de los proyectos que superan el nivel 3 de aprendizaje}}{N^{\circ} \text{ de proyectos que superan el nivel 3 de aprendizaje}}$$

Descripción de las métricas X

Con las métricas X se pretende identificar las causas que han influido en los resultados de las Y, ente apartado se han valorado los aspectos correspondientes a los equipos básicos, el aprendizaje, la organización proyecto equipo y la cultura de la empresa.

5.2. Sistema de valoración

La valoración de las métricas Y, así como el de todos los aspectos referentes a las métricas X del modelo, se ha realizado sobre la unidad “proyecto-equipo-entorno” valorando los 7 hitos del método operativo seguido a lo largo de la evolución de los proyectos. Para ello 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). Las personas que han valorado el cuestionario han participado de forma activa tanto en el diseño del modelo, la formación de los participantes, la ejecución de los proyectos y la evaluación del modelo, siendo los investigadores en colaboración con los líderes de los proyectos y los miembros de la dirección de la empresa.

6. Descripción y aplicación de los casos

Los investigadores han analizado la evolución de 8 proyectos siguiendo el modelo previamente descrito en 6 plantas productivas y un centro de investigación con realidades completamente diferentes correspondiente a una empresa del sector del automoción que pertenecen al grupo cooperativo Mondragón. El citado grupo es un grupo de cooperativas y empresas originario del País Vasco y actualmente extendido por el resto de España y otros países. Constituye el primer grupo empresarial del País Vasco y el séptimo de España, así como el mayor grupo cooperativo del mundo. Está compuesta por 264 empresas y tiene casi 95.000 trabajadores. Los proyectos se han abordado en el periodo 2009, y los investigadores han participado activamente en su definición y puesta en marcha, con el fin de identificar los puntos fuertes y las debilidades del citado modelo. En la Tabla 1 se pueden observar la descripción, las características generales y los resultados de los proyectos abordados.

Tabla 1. Características generales de los proyectos abordados

Nº	Proyecto	Proceso	Descripción del proyecto	Objetivos generales	Objetivos cuantificados	Resultados iniciales
P1	Defectivo del disco	Mecanizado	Identificar los factores que afectan a la variabilidad del proceso de mecanizado de disco	Disminuir el defectivo interno	Defectivo generado menor que el 1%	Se han alcanzado plenamente
P2	Homologación en el proceso de pintura	Pintado de piezas moldeadas	Analizar el proceso de pintado para identificar los factores clave	Definir los niveles de los factores clave y homologación del proceso de pintado	Homologación de tres referencias	Se han alcanzado plenamente
P3	Forzados de la tapa	Fundición en arena verde	Identificar los factores que afectan a los forzados de la tapa en el proceso de fusión	Reducción del defectivo interno	Defectivo generado menor que el 0,6 %	No se han alcanzado
P4	Defectivo tapa de culata	Inyección de aluminio	Identificar los factores que afectan a l defectivo de la tapa de culata	Reducir defectivo interno y externo de la tapa de culata	Defectivo menor que 1,5 %	Se han alcanzado plenamente
P5	Defectivo bloque de culata	Fundición en arena verde	Identificar los factores que afectan a l defectivo del bloque de culata	Reducir el defectivo interno y externo	Defectivo menor que 20000 ppm	Se han alcanzado plenamente
P6	Análisis de las vibraciones del disco	Mecanizado de disco	Identificar los factores que afectan en la generación de las vibraciones del disco	Realizar los procedimientos para poder parametrizar los niveles de ruido	Niveles de ruido mínimo	Se han alcanzado plenamente
P7	Comportamiento térmico de los moldes de inyección	Inyección de aluminio	Identificar los Factores que afectan al sistema de refrigeración de moldes de inyección	Domínio del proceso de simulación	Correlación mayor que el 90%	Se han alcanzado parcialmente
P8	Factores de la MP del proceso de fundición	Fusión	Desarrollar un sistema predictivo de composición de cargas y de mejora de la calidad metalúrgica.	Oportunidad en la utilización de materias primas alternativas.	Identificar alternativas de MP	Se ha alcanzado parcialmente

7. Resultados

Análisis de las métricas Y

En la figura 3 se muestra el resultado de la valoración de las diferentes CC que se relacionan con las salidas Y. En ella podemos observar el nivel global de la aplicación de proceso de MC en lo correspondiente a los proyectos realizados en el año 2009. Este sería el punto de referencia para aplicaciones posteriores.

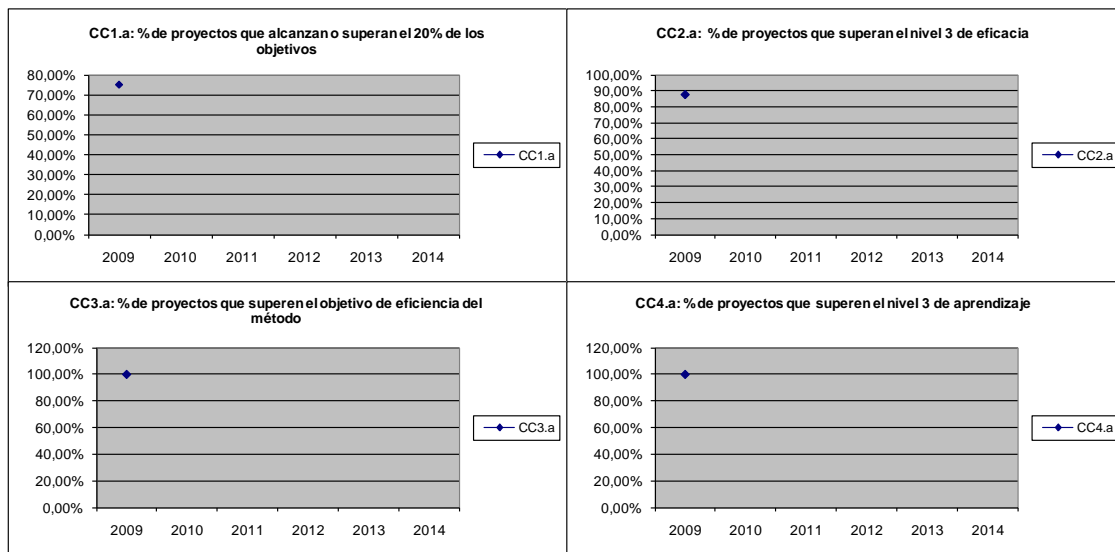


Figura 3. Resultado de la valoración global de las Características Críticas (CC)

En la figura 4 se observa los niveles de la valoración de las métricas Y (Eficacia y eficiencia), por proyecto y fase operativa del método de MC. En ella podemos observar los proyectos que no alcanzan los niveles objetivos. En este caso podemos observar a nivel general no se han

alcanzado los objetivos eficacia y en el proyecto P3 y en así como en el P6, P7 y P8 en la fase 6y 7.

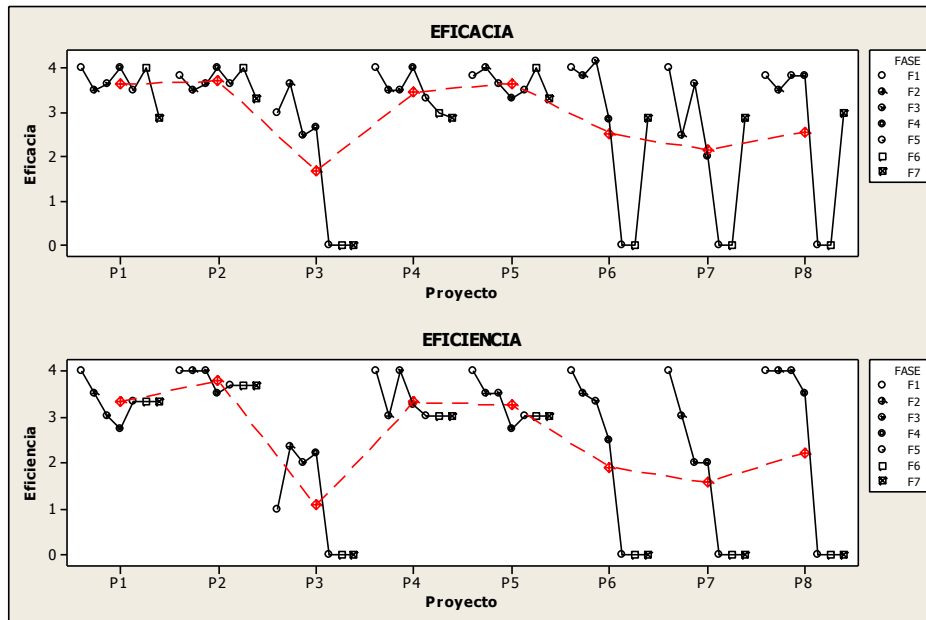


Figura 4. Resultado de la valoración de las métricas Y por proyecto y fase

Análisis de las métricas X

En la figura 5 se observa los niveles de la valoración de las métricas X, por proyecto y fase operativa del método de MC. En este caso podemos observar a nivel general debilidades en el proyecto P3 y en así como en el P6, P7 y P8 en la fase 6. Vemos que hay relación con los resultados de cumplimentación de la figura 4 por lo que analizando lo ocurrido en los citados proyectos nos permite identificar las causas cara a reforzar el modelo desarrollado y mejorar las valoraciones globales de la figura 3 en próximas aplicaciones.

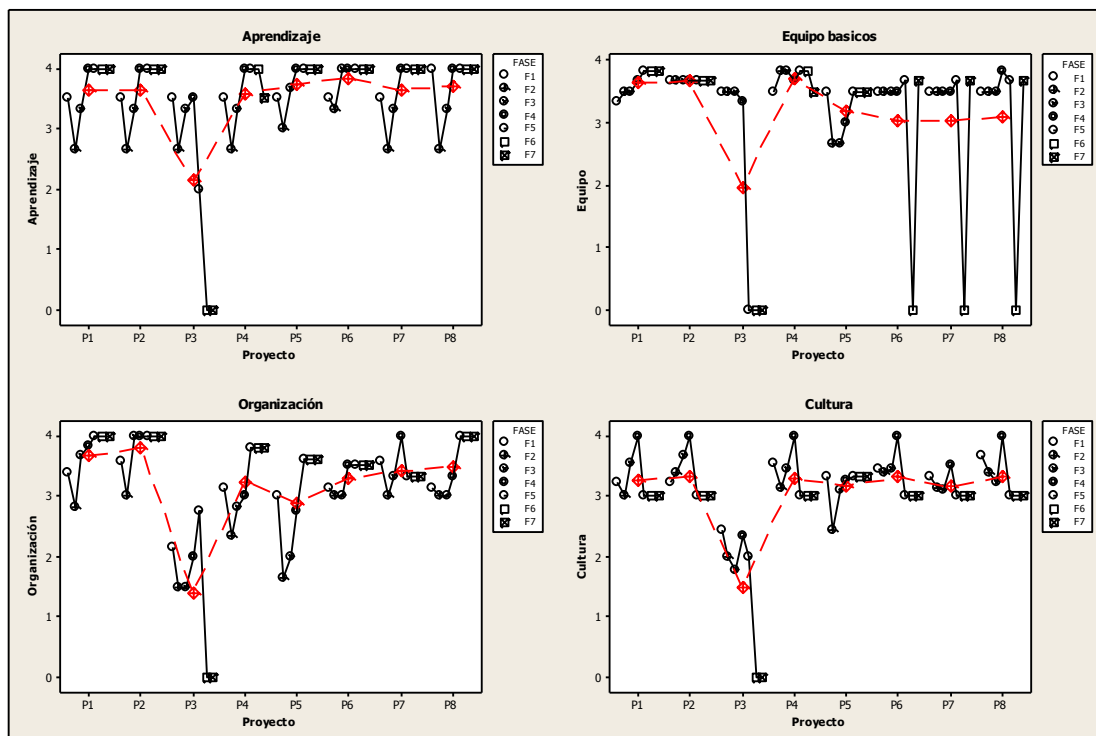


Figura 5. Resultado de la valoración de las métricas X

8. Conclusiones

En la presente investigación hemos desarrollado un sistema de valoración y seguimiento de los proyectos de MC que nos permite el identificar tanto los aspectos a reforzar o potenciar cara a desarrollar un Modelo de MC que se aplique de forma eficaz y eficiente. Los aspectos clave desarrollados han sido: la definición las métricas con las cuales se van a gestionar el modelo de MC desarrollado a la largo de todo el proceso de investigación. El procedimiento operativo a seguir para valorar las métricas (Cuestiones, escala de evaluación, evaluadores, identificación de mejoras), la posibilidad de definir el punto de partida base para poder comparar la evolución del Modelo dentro de una organización determinada. Todo esto va a permitir el implementar acciones correctoras de una forma rápida de forma que los proyectos abordados tengan un nivel de éxito mayor. La herramienta desarrollada también puede servir de referencia para su aplicación en otros sectores industriales

Referencias

- Bahamón, J.H. 2006, "Construcción de indicadores de gestión bajo el enfoque de sistemas", Universidad de ICESI, vol. 1, pp. 77-87.
- Baird, L. & Griffin, D. 2006, "Adaptability and Responsiveness: The Case for Dynamic Learning", *Organizational dynamics*, vol. 35, no. 4, pp. 372-383.
- Bateman, N. & Rich, N. 2003, "Companies perceptions of inhibitors and enablers for process improvement activities", *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 23, no. 2, pp. 186-199.
- Bessant, J., Caffyn, S. & Gallagher, M. 2001, "An evolutionary model of continuous improvement behaviour", *Technovation*, vol. 21, pp. 67-77.
- Coughlan, P. & Coghlan, D. 2002, "Action research for operations management", *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 22, no. 2, pp. 220-240.
- Dale, B.G., Boaden, R.J., Wilcox, M. & McQuater, R.E. 1997, "Sustaining total quality management: what are the key issues?", *The TQM Magazine*, vol. 9, no. 5, pp. 372-380.
- De Mast, J. 2006, "Six Sigma and Competitive Advantage", *Total Quality Management*, vol. 17, no. 4, pp. 455-464.
- Doble, M. 2005, "Understanding the myths surrounding Six Sigma", *Hydrocarbon Processing*, , pp. 80-82.
- Eguren, J.A. & Errasti, A. 2007, "Evolución de un Programa de Mejora Continua en una planta auxiliar del sector electrodomesticos", , pp. 1259.
- Eguren, J.A., Goti, A., Rodriguez, V. & Pozueta, L. 2009, "Development of 6 sigma based Continuous Improvement model for mature sectors", *International Journal of Total Quality Management and Excellence*, vol. 37, no. 3, pp. 275.
- Garcia-Sabater, J.J. & Martin-Garcia, J.A. 2009, "Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la Mejora Continua: Un estudio cualitativo en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana", *Intangible Capital*, vol. 5, no. 2, pp. 183-209.
- Hyland, P.W., Mellor, R. & Sloan, T. 2007, "Performance measurement and continuous improvement: are they linked to manufacturing strategy?", *International Journal and Technology Management*, vol. 37, no. 3/4, pp. 237-246.
- Jha, S., Michela, J.L. & Noori, H. 1996, "The Dynamics of Continuous Improvement: Aligning organizational attributes and activities for quality and productivity", *International Journey of Quality Science*, vol. 1, no. 1, pp. 19-47.

- Kaye, M. & Anderson, R. 1999, "Continuous improvement: the ten essential criteria", *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 16, no. 5, pp. 485-506.
- Kotter, J.P. 1995, "Leading Change: Why Transformational efforts Fail?", *Harvard business review*, , no. -, pp. 59-67.
- McAdam, R., Stevensen, P. & Armstrong, G. 2000, "Innovative change management in SMEs: beyond continuous improvement", *Logistics Information Management*, vol. 13, no. 3, pp. 138-149.
- Moran, J. & Avergun, A. 1997, "Creating lasting change", *The TQM Magazine*, vol. 9, no. 2, pp. 146-151.
- Sainz, d.V. 2002, *Utilización de herramientas y técnicas de gestión en la CAPV 2001*, SPRI, Zamudio.
- SPRI 2004, *Competitividad empresarial e innovación social: Bases de la estrategia y líneas de actuación*, , Zamudio.
- Tang, L.C., Goh, T.N. & Lam, S. 2007, "Fortification of Six Sigma: Expanding the DMAIC Toolset", *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 23, no. 1, pp. 3-18.
- Wu, C.W. & Chen, C.L. 2006, "An integrated structural model toward successful continuous improvement activity", *Technovation*, vol. 26, pp. 697-707.
- Yin, R.K. 2003, *Case Study Research-Design and Methods*, Sage Publications, Inc, USA.
- Zhang, Z., Wijngaard, J. & Wijngaard, W. 2000, *An instrument for measuring TQM implementation for Chinese manufacturing companies*, Groningen (Holanda).