

# Las herramientas estadísticas para la Mejora Continua en la Matriz de Hoerl

## Área temática: Gestión de la Calidad

Guillon, María de la Paz\*, Hernández, Alicia Beatriz\*

*Universidad Nacional del Sur  
mguillon@criba.edu.ar*

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca  
aliciahe@criba.edu.ar*

### RESUMEN

La Mejora Continua es el esfuerzo sostenido por las organizaciones para mejorar sus productos o servicios y procesos. La necesidad de mejorar la calidad está presente en todas las actividades y seguirá siendo así, debido a la creciente competitividad de los mercados. El uso de herramientas estadísticas y del pensamiento estadístico ayudan a las organizaciones en la mejora de sus procesos y productos. El tipo de problema a resolver naturalmente define el método de mejora, pero a menudo es difícil elegir el más apropiado. Para ayudar a caracterizar correctamente el problema, Roger W. Hoerl propone evaluar dos variables críticas: si se conoce la solución al problema y la complejidad del mismo. En conjunto, estas dos variables se combinan en una matriz, que resulta útil para la identificación del método de resolución adecuado. Dicha matriz fue presentada en la Conferencia Mundial sobre Calidad y Mejora, organizada por la American Society for Quality, en Indianápolis, EE.UU. en mayo de 2013.

En este trabajo se analizarán herramientas estadísticas relacionadas con la Mejora Continua, a partir de la matriz de caracterización de problemas propuesta por Hoerl.

**Palabras clave:** Mejora Continua – Herramientas estadísticas – Matriz de Hoerl

### ABSTRACT

Continuous improvement is an ongoing effort by organizations to improve products or services and processes. The need to improve quality is ever present in all endeavors and will continue to be so, due to increasing competitive markets. Broad use of statistical tools and statistical thinking help an organization improve its products and processes. The type of problem to solve, of course, define the improvement method, but often it is difficult to choose the best. To help get to the correct characterization of the problem, Roger W. Hoerl propose to evaluate two critical variables: whether the solution to the problem is known and the complexity of the problem. Taken together, these two variables create a matrix that is helpful in identifying the appropriate problem solving method. This matrix was presented at the World Conference on Quality and Improvement, by the American Society for Quality, Indianapolis, USA, in May 2013.

In this paper statistical tools related to continuous improvement will be analyzed, based on the matrix of characterization problems given by Hoerl.

## 1. INTRODUCCION

En las organizaciones actuales comprometidas con la calidad, la mejora continua forma parte de la cultura organizacional y de las actividades cotidianas. Sin embargo, alcanzar los mejores resultados es una tarea compleja, pues exige la aplicación de metodologías de trabajo sostenidas en el tiempo, que en forma armónica contribuyan a la Mejora Continua.

Toda oportunidad de mejora debe ser encarada de manera integral: con liderazgo, capacidad, medios adecuados y, por supuesto, el método de mejora adecuado. Es decir, el éxito de un programa de mejora no radica exclusivamente en la aplicación de una técnica o herramienta, sino que aspectos intangibles como la cultura y estructura organizacionales, la motivación y el involucramiento del personal pueden condicionar fuertemente la consecución de los objetivos de un programa de mejora continua, y por ello deben ser tenidos en cuenta en la planificación de toda acción de mejora.

Es clara la ventaja de estandarizar los procesos de una organización, especialmente en la actualidad cuando la complejidad de las empresas es creciente; así, el personal involucrado en los distintos procesos dispone de un marco de referencia común para actuar, que le permite alinear las operaciones con la visión y objetivos de la empresa, simplificando su accionar. La tendencia que se observa en las empresas de estandarizar sus procesos ha llegado incluso a los propios procesos de mejora continua. Detectado un problema, determinar el método apropiado a aplicar para resolverlo no siempre es tarea sencilla. Si se contase con un procedimiento estandarizado para caracterizar el problema y en base a esta caracterización se fijasen el o los métodos a aplicar para solucionarlo, sería más sencillo determinar el método a seguir.

Roger W. Hoerl [1] propone caracterizar un problema desde dos puntos de vista, ambos envolviendo información relevante: si la solución al problema es conocida o no y cuán complejo es el problema a resolver. El hecho de que la solución sea conocida no siempre implica que sea fácil de implementar, es decir, en esta situación la pregunta que cabe formularse es "¿cómo implementar la solución?". Si la solución es desconocida, en realidad lo que ocurre es que se desconoce la razón por la cual se tiene ese problema; entonces la pregunta a formularse es "¿por qué ocurre el problema?". Los problemas de baja complejidad por lo general son hechos aislados que involucran una causa en especial, la pregunta entonces a realizarse es "¿qué fue lo que anduvo mal?"; si se encuentra la causa raíz del problema se soluciona y se retorna al estado deseable. Los problemas de alta complejidad generalmente involucran al sistema en su totalidad y están relacionados con causas comunes de variación; en estos casos la solución implica el abordaje de un sistema integral de mejora.

En este trabajo se analizarán herramientas estadísticas aplicables a situaciones de Mejora Continua, atendiendo a la caracterización de problemas propuesta por Roger W. Hoerl,

## 2. LA ESTADISTICA EN LA MEJORA CONTINUA

Las organizaciones deben valerse de técnicas y herramientas que les permitan conocer el comportamiento de sus procesos, interpretar sus resultados y así concretar las acciones de mejora apropiadas. La Estadística permite enfocar la resolución de problemas utilizando una base racional en lugar de una intuitiva a la hora de tomar decisiones y proporciona un lenguaje común para discutir hechos. Además, los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de los programas de Mejora Continua, ya que los datos son necesarios para identificar las variables críticas y procesos o áreas a ser mejoradas.

La Estadística ha demostrado ampliamente su utilidad en una diversidad de tareas vinculadas con la Mejora Continua, como por ejemplo:

- Comprender los hechos vitales, enfocándose en los problemas y causas importantes.
- Identificar dónde, cuándo, cómo y con qué frecuencia se presentan los problemas.
- Detectar con rapidez anomalías en los procesos.
- Encontrar las fuentes de variación, analizar su estabilidad y pronosticar su desempeño.
- Optimizar productos y procesos.
- Evaluar objetivamente el impacto de acciones de mejora.

La facilidad en la actualidad para trabajar con grandes volúmenes de datos, así como para acceder a planillas de cálculo y software estadístico, ha contribuido al uso masivo y creciente de la Estadística en las organizaciones como herramienta indispensable para la Mejora Continua.

### 3. MATRIZ DE HOERL

Roger W. Hoerl desarrolló una matriz de 2 filas por 2 columnas para caracterizar un problema de Mejora Continua, en la que combina la complejidad del problema con el conocimiento de su solución, con el propósito de simplificar y estandarizar el proceso de selección del método más adecuado para resolverlo. Fue presentada en la World Conference on Quality and Improvement, organizada por la American Society Quality en Indianápolis, E.E.U.U., en mayo de 2013 [2].

La matriz de Hoerl consta de cuatro cuadrantes:

	SOLUCION CONOCIDA	SOLUCION DESCONOCIDA
BAJA COMPLEJIDAD	<b>1</b> <i>¿Quién implementará la solución?</i>	<b>2</b> <i>¿Por qué ocurrió el problema?</i>
ALTA COMPLEJIDAD	<b>3</b> <i>¿Cómo se implementará la solución?</i>	<b>4</b> <i>¿Cuál es la solución?</i>

Figura 1. Matriz de Hoerl

Algunos problemas pueden corresponder a más de un cuadrante, lo cual es natural y hasta esperable. Pero si se logra identificar el o los cuadrantes que el problema ocupa, es más sencillo determinar el método de mejora más apropiado a utilizar.

#### 3.1 Problemas de baja complejidad y solución conocida

En el primer cuadrante de la matriz se presentan los problemas de baja complejidad y de solución conocida. En este caso, los problemas se resuelven de manera concreta y en el corto plazo; responden a procesos de mejora del tipo “Just do it”, es decir, los esfuerzos de la organización deben enfocarse casi exclusivamente a implementar la solución. La herramienta estadística más utilizada, simple pero muy efectiva, es el análisis descriptivo de datos como herramienta de diagnóstico y de medición de la brecha existente entre la situación real y la ideal, que caracteriza el problema a resolver.

#### 3.2 Problemas de baja complejidad y solución desconocida

En el segundo cuadrante se tienen los problemas de baja complejidad y solución desconocida. En esta situación cabe la pregunta “¿por qué ocurrió el problema?”. Es necesario entonces recurrir a herramientas que permitan determinar las causas que lo originaron, es decir, herramientas que posibiliten la obtención de información. Obtenida ésta, el esfuerzo de los equipos de mejora debe orientarse a organizarla y analizarla con un enfoque sistemático, con el objetivo de identificar las causas del problema. Se utilizan las conocidas siete herramientas básicas para la calidad, propuestas por Ishikawa: diagrama de causa-efecto; diagrama de Pareto; hoja de chequeo; histograma; estratificación y gráficos; diagrama de dispersión y cartas de control, cuya efectividad y practicidad en los procesos de mejora continua es indudable. Para su implementación básicamente se requieren: datos confiables y en cantidad suficiente; equipos de trabajo capacitados con amplios conocimientos de la situación en estudio con participación de todos los sectores involucrados, y el ambiente propicio que favorezca el debate e involucramiento del personal.

A excepción del diagrama de causa-efecto y de la hoja de chequeo, las herramientas básicas para la calidad son todas ellas herramientas estadísticas, relativamente sencillas de implementar, comprender e interpretar, aunque un párrafo aparte merecen las cartas de control. Los procesos se han hecho cada vez más complejos y por lo tanto, las cartas de control también. Aunque Ishikawa las colocó como una herramienta básica, exigen mayores conocimientos estadísticos para su implementación que el resto de las herramientas. Por ejemplo, si no se tiene en cuenta la distribución de probabilidad de la característica de calidad a monitorear y esta no sigue una distribución normal sino que es del tipo Weibull, en la carta se deben modificar los tradicionales límites de  $\mu \pm 3\sigma$ ; por lo tanto, el no tener en cuenta la distribución de probabilidad podría llevar a

conclusiones erróneas sobre la performance del proceso. Del mismo modo, los tipos de datos a utilizar (individuales o no, por atributo, etc.), los intervalos de muestreo (fijos o variables) o el criterio para la estimación de los parámetros, deben ser cuidadosamente estudiados antes de elegir la carta de control a utilizar para monitorear el proceso. Por otra parte, la accesibilidad a los paquetes estadísticos, con la facilidad que ofrecen para la construcción de las cartas, en cierta medida conspira para la correcta utilización de las mismas.

En algunas ocasiones no existe un único camino para la resolución de un problema o el análisis estadístico no permite establecer la causa del problema; en estos casos se recurre a las llamadas siete nuevas herramientas: diagrama de relaciones, diagrama de afinidad, diagrama de árbol, diagrama matriz, matriz de análisis de datos, diagrama del proceso de decisión y el diagrama de flechas. De estas herramientas la única con base estadística es la matriz de análisis de datos. La ventaja que presenta esta herramienta es que se puede obtener la información de manera ordenada y explorando todas las posibles relaciones entre las variables. La principal desventaja es la dimensión que puede adquirir en el caso en que no se tenga en claro el límite de la investigación.

### **3.3 Problemas de alta complejidad y solución conocida**

El tercer cuadrante de la matriz refiere a problemas de alta complejidad y solución conocida. Para estos problemas la pregunta a formularse es “¿cómo implementar la solución?”. Un problema complejo exige el abordaje desde distintos puntos de vista, que culmina, por lo general, en la reingeniería de los procesos, basada en principios Lean, y la aplicación de herramientas del Kaizen para la optimización.

Las herramientas estadísticas más eficaces para la resolución de estos problemas son el Control Estadístico de Procesos (C.E.P.), en especial las cartas de control y los índices de capacidad de procesos, así como la función pérdida de Taguchi.

El propósito fundamental del C.E.P. es identificar y eliminar las causas asignables de variación de los procesos para llevarlos a que estén bajo control estadístico, es decir, que actúe únicamente la variabilidad inherente al proceso. Dentro del C.E.P. se destacan como herramientas para la Mejora Continua las cartas de control, que ya fueron analizadas para el segundo cuadrante, y los índices de capacidad de procesos, que evalúan qué tan capaz es un proceso para cumplir con las especificaciones. Para la implementación de estos índices se debe tener en cuenta que los procesos deben estar bajo control estadístico y que la característica de calidad a monitorear debe seguir una distribución aproximadamente normal.

Si bien el C.E.P. es una técnica estadística muy eficaz si se realiza a lo largo del proceso y no solamente al final del mismo, su implementación es una decisión estratégica. En efecto, es la Alta Dirección quien establece los factores que desea controlar y sus niveles de variabilidad aceptables, a partir del análisis de los costos asociados con la reducción de la variabilidad; es tarea del C.E.P. asegurar que la variabilidad sea la deseada y que el producto final tenga la calidad esperada.

La función pérdida de Taguchi es un indicador de desempeño de un producto a mediano y largo plazo, que permite calcular las pérdidas individual y promedio ocasionadas por los productos o servicios brindados. Tiene la ventaja de que es relativamente sencilla de calcular y que no es necesario conocer la distribución de probabilidad de la característica de calidad a monitorear.

### **3.4 Problemas de alta complejidad y solución desconocida**

En el cuarto cuadrante se presentan los problemas de alta complejidad y solución desconocida. Se trata, obviamente, de oportunidades de mejora más difíciles de concretar. En estas situaciones es donde adquieren su máxima relevancia métodos de gestión integral, como Lean Six Sigma, y métodos estadísticos avanzados, como el diseño de experimentos y el método de Taguchi.

Lean Six Sigma es una combinación entre los métodos Lean y el método Six Sigma, cuyo objetivo es lograr procesos de alta calidad, que generen como máximo 3.4 defectos por millón de oportunidades. La esencia de Lean Six Sigma está definida y fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico; tal es así que los responsables de la implementación de los proyectos de mejora (champion, black belt, green belt, yellow belt) requieren amplia formación en estadística, que supera a la estadística elemental [3] y que, por lo tanto, exige la decisión estratégica de destinar los recursos necesarios (tiempo, dinero) para su logro.

El diseño de experimentos es una herramienta muy útil cuando se estudian los efectos que producen en una variable respuesta numerosos factores a la vez, ya que ordena la experimentación y permite un análisis de los datos experimentales más completo y menos oneroso que una investigación no planificada, garantizando la máxima confiabilidad en las conclusiones que se obtengan. La dificultad del diseño de experimentos radica en que, cuanto más complejos son los procesos, más complejos se hacen también los modelos del diseño de experimentos a aplicar, restringiendo su empleo a personal estadísticamente calificado.

Genichi Taguchi (Japón, 1924 - 2012), considerado uno de los gurúes de la calidad, realizó importantes contribuciones a la estadística industrial, que pueden aplicarse a diversas situaciones vinculadas con la Mejora Continua. La filosofía de calidad de Taguchi se basa en el diseño robusto de los productos y los procesos; sus elementos clave son la Función Pérdida, la incorporación de los arreglos ortogonales al diseño de experimentos, el concepto de Señal – Ruido y el índice de capacidad de procesos  $C_{pm}$ . Frente a un problema de alta complejidad y solución desconocida, los aportes de Taguchi constituyen una solución integral pues engloban la calidad desde la etapa del diseño de fabricación de los productos y de los procesos hasta el control de la producción [4].

#### 4. CONCLUSIONES

Las organizaciones que tienen como objetivo la Mejora Continua basan su accionar fundamentalmente en tres principios: interrelación de procesos, decisiones basadas en datos y respuesta ante la variación. Estos tres principios coinciden con las bases del pensamiento estadístico [5,6] que considera que los datos son intrínsecamente variables y que la identificación, medición, control y reducción de la variación proporcionan oportunidades para mejorar la calidad. Las herramientas estadísticas son un medio para aprovechar esas oportunidades. Es decir, existe una estrecha relación entre Mejora Continua y Estadística.

La complejidad de las organizaciones requiere la estandarización de los procesos, incluidos los vinculados con la Mejora Continua. En este sentido, la matriz de Hoerl brinda una forma sencilla de estandarizar la selección de las herramientas adecuadas para la resolución de problemas relacionados con la Mejora Continua, teniendo en cuenta la complejidad del problema a analizar y el conocimiento que se tenga de su solución.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Hoerl, Roger W.; Snee, Ronald D. (2013). "One Size Does Not Fit All". *Quality Progress*. Volumen 46, Number 5, page 48-50. E.E.U.U.
- [2] <http://www.qualitydigest.com/product-demo/products-other/asq-2013-world-conference-quality-and-improvement-may-6-8.html> (fecha de consulta: 14/04/14).
- [3] Hoerl, Roger W. (2001). "Six Sigma Black Belts: What Do They Need to Know?". *Technical Information Series, GE Research and Development Center*. E.E.U.U.
- [4] Roy, Ranjit K. (2010). *A Primer on the Taguchi Methods*. E.E.U.U. Second edition. Society of Manufacturing Engineers. E.E.U.U.
- [5] Hoerl, Roger W.; Snee, Ronald D. (2012). *Statistical Thinking: Improving Business Performance*. E.E.U.U. Second edition. SAS Institute Inc. E.E.U.U.
- [6] Berenson, Mark L.; Levine, David M., Krehbiel, Timothy C. (2001). *Estadística para Administración*. México. Segunda edición. Prentice Hall. México.