

- M. Suzuki & M. Nakayama (1976). The Cost Assignment of the Cooperative Water Resource Development: A Game Theoretical Approach. *Management Science*, 22:1081-1086.
- S.H. Tijs (1981). Bounds for the Core and the τ -value, in: *Game Theory and Mathematical Economics*, eds.: O. Moeschlin and D. Pallaschke. N.H. Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands.
- S.H. Tijs & G. Otten (1993). Compromise Values in Cooperative Game Theory. *Top*, 1:1-51.
- S.H. Tijs & R. Branzei (2004). Cases in Cooperation and Cutting the Cake. *Working Paper 2004-108 CentER*. Tilburg University. -
- A. van den Nouweland, P. Borm, W. Van Golstein Brouwers, R. Groot Bruinderink & S. Tijs (1996). A Game Theoretic Approach to Problems in Telecommunication. *Management Science* 42:294-303.
- VV. AA. Handbook of Game Theory with Economic Applications, Vols. 1 y 2, editores: R.J. Aumann y S. Hart. N.H. Elsevier Science Publishers, 1992 (vol. 1) y 1994 (vol. 2).
- J. von Neumann & O. Morgenstern (1944). Theory of Games and Economic Behavior. Princeton University Press, (ed. 1992).
- H.P. Young, N. Okada & T. Hashimoto (1982). Cost Allocation in Water Resources Development. *Water Resources Research*, 18:463-475.
- E. Zermelo (1913). Über eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels. *Proceedings of the International Fifth Congress of Mathematicians*, Cambridge 1912, Vol. II. Cambridge: Cambridge University Press.

3. ARTÍCULOS DE APLICACIÓN

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA PARA EL ANÁLISIS DEL PROCESO DE DEFINICIÓN DE PLANES DE MEJORA DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Julio Santiago González Jiménez

Black Belt de ENUSA Industrias Avanzadas S.A.

ENUSA Industrias Avanzadas, S.A. (www.enusa.es) está participada al 60% por la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) y al 40% por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Centra su actividad principal en el abastecimiento de combustible a las centrales nucleares, ocupándose del suministro de las materias primas y de su procesado hasta la obtención del combustible, que finalmente se introduce en el núcleo de los reactores nucleares.

Desde hace algunos años, ENUSA ha diversificado su actividad industrial introduciéndose, a través de la creación de un grupo de empresas filiales, en campos tales como la esterilización e higienización de productos por el sistema de ionización mediante electrones acelerados, la fabricación y distribución de radio fármacos para la medicina nuclear, la fabri-

cación y suministro de materiales cerámicos para la elaboración de piezas de altas prestaciones, la logística de materiales especiales, etc.

Antecedentes

Ninguna empresa con objetivos de beneficio podrá sobrevivir a largo plazo sin clientes que elijan los productos ofertados frente a los de la competencia. Por ello, conocer su satisfacción es una parte fundamental de la estrategia y táctica empresarial para garantizar una relación duradera con el cliente. Tomando como elementos básicos de satisfacción la calidad, el precio y el servicio, la medida de estos elementos y su análisis posterior nos permitirá implantar planes de actuación adecuados para consolidar puntos fuertes y mejorar los débiles, constituyendo así una actividad prioritaria de gestión, sobre todo en su vertiente comercial.

En el caso de ENUSA los métodos más utiliza-

dos para recabar datos y obtener indicadores de satisfacción han sido los de prospección directa, es decir por iniciativa de la propia empresa y dirigidos a representantes del cliente con conocimiento de los productos y servicios adquiridos. Por otra parte el proceso de obtención de datos de satisfacción del cliente y análisis de los mismos ha evolucionado con el tiempo dentro de ENUSA desde una etapa inicial guiada por consultores externos hasta la actualidad en que el diseño de las entrevistas y el análisis de los datos obedecen a una metodología propia en que se trata de hacer el máximo aprovechamiento posible de las herramientas estadísticas que ofrece Seis Sigma.



ENUSA emplea actualmente como método de prospección de la satisfacción del cliente una entrevista presencial y dirigida donde se formulan una serie de preguntas en distintas áreas de interés, a saber: Fabricación, Ingeniería, Gestión del Proyecto, Comercial y Relación con el Cliente. Los resultados se procesan con una hoja de cálculo para obtener los defectos por millón de oportunidades (DPMO) con un criterio pasa/no pasa, considerando defecto las respuestas con puntuaciones inferiores a 7 en una escala de 1 al 10. El índice obtenido de capacidad del proceso a largo plazo (Z) se compara con el índice que resultaría para el caso de cero defectos. Por otra parte, y con independencia del índice obtenido, los responsables comerciales estudian las respuestas obtenidas en la entrevista y elaboran planes de acción específicos para cada cliente orientándose a puntos débiles o defectos. Los planes se envían al cliente para su conocimiento y se hace un seguimiento periódico de los mismos.

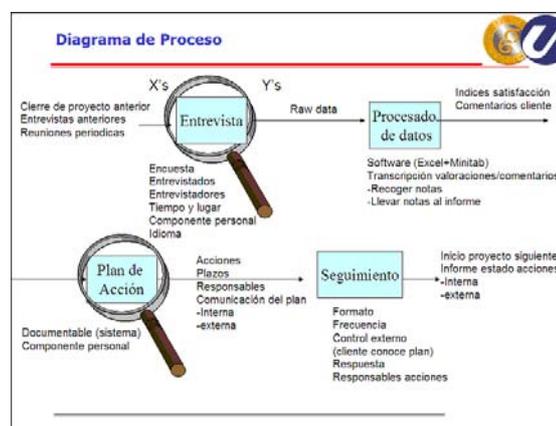
Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto Seis Sigma y del que toma su título es intentar “mejorar el proceso de definición de los planes de actuación” de forma que resulte lo más objetivo posible. Para ello se utilizan los datos recogidos en las encuestas efectuadas hasta la fecha para tres clientes diferentes.

Etapa de Definición

Siguiendo los pasos de la metodología Seis Sigma, en primer lugar se identifican las fronteras del proceso y se dibuja el diagrama del proceso que se pretende estudiar en el proyecto. Para ello se emplean varias herramientas, cuya utilización se resume seguidamente.

A continuación se muestra un diagrama simplificado del proceso que se pretende estudiar identificando los diferentes tipos de variables de entrada (X 's ó parámetros de proceso) y salida (Y 's ó características de producto) involucradas. Las variables han sido clasificadas en una serie de categorías: estándar o de procedimiento, de ruido o incontrolables, controlables y críticas.

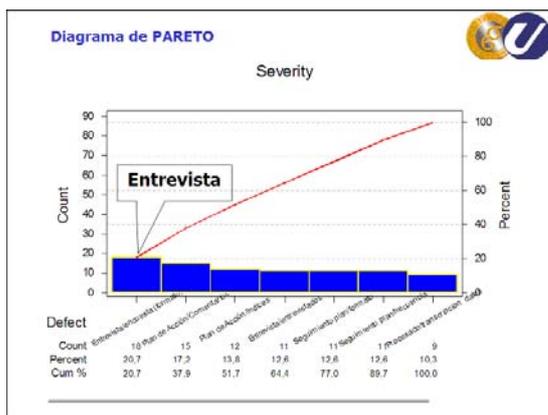


La matriz causa-efecto nos permite identificar y ordenar numéricamente la influencia de las variables de entrada sobre las de salida. En nuestro caso la variable de salida más importante resulta ser el Plan de Acción. Por tanto la mejora de este plan constituirá el objetivo principal del proyecto Seis Sigma.

El AMFE complementa la matriz causa-efecto con un análisis detallado de aquellas entradas o

parámetros del proceso más influyentes, con objeto de anticipar problemas potenciales y recomendar acciones para eliminar riesgos. Un AMFE consiste esencialmente en una tabla en la que los expertos detallan los diferentes modos de fallo de un sistema o proceso; a cada modo de fallo se asocian -normalmente por simple estimación- unos valores de gravedad, de frecuencia de ocurrencia y de probabilidad de detección. El producto de estas tres estimaciones proporciona, para cada modo de fallo, una idea razonable del riesgo asociado a cada evento.

El diagrama de Pareto nos dirige al análisis prioritario de la entrevista como herramienta principal y fuente de datos para su posterior aplicación a determinar acciones de mejora a través de los planes de acción correspondientes.



Etapas de Medida

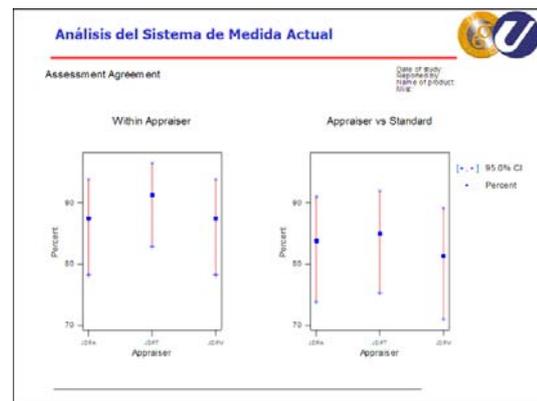
a) Análisis R&R del sistema de medida actual

Es necesario evaluar la bondad del sistema de medida para saber hasta qué punto los resultados de la encuesta son fiables y eventualmente reformular las preguntas o atributos que han de medirse con objeto de obtener resultados repetibles y reproducibles (R&R). Para esta evaluación se pide la colaboración de las personas más directamente involucradas en la gestión de los contratos y proyectos con los clientes entrevistados. Se solicita a estas personas que cumplimenten la encuesta al menos en dos ocasiones distintas y preferentemente respondan a las preguntas en orden aleatorio. Los resultados del

plan de muestreo así definido se muestran a continuación.

Plan de muestreo para R&R - No es posible con clientes - Se diseña interno. 2 interlocutores de cada uno de los 3 clientes (6 interlocutores) cumplimentan la encuesta en 2 ocasiones distintas. - (2 interlocutores) x (3 clientes) x (2 veces) = 12 datos

Estándar de comparación. Puntuación real de los clientes con cierta tolerancia (1 punto).



Es decir los 3 evaluadores (6 encuestas) coinciden en un alto porcentaje entre sí (within appraisers) y con el estándar (appraiser vs standard). Se emplea como estándar de comparación las puntuaciones del cliente.

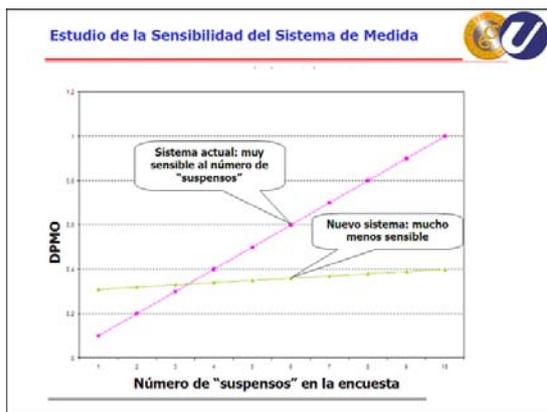
b) Redefinición de la medida

Es una de las conclusiones más importantes del proyecto. Si redefinimos los defectos como puntos perdidos respecto al 10 se identifican las siguientes ventajas:

- Aumenta la estadística de defectos posibles por millón de oportunidades para cada atributo y por tanto la capacidad del proceso (Z) será más alta (más próxima a Seis Sigma) para cero defectos. Por ejemplo un 7 que con el sistema actual de medida significa cero Defectos Por Oportunidad (DPO) con el sistema propuesto significaría $10-7 = 3$ defectos en 10 oportunidades.
- Por lo dicho anteriormente con el sistema propuesto se mide la calidad de forma más ambiciosa ya que no se persigue estar por encima de una puntuación aceptable (ejemplo 7) sino obtener la puntuación máxima (satisfacción total = 10) - Con el sistema actual al indicar al cliente una frontera de aceptabilidad ≥ 7 los índices obtenidos

pueden sufrir variaciones bruscas al modificarse ligeramente la puntuación en algunos atributos por debajo de dicha frontera. Así por ejemplo si un área con independencia de tener muchos atributos sobresalientes tiene varios 6 puede obtener un índice peor que otra con muchos atributos puntuados justo en la frontera de aceptación (el 7). Para justificar este último razonamiento supongamos una encuesta simplificada con 10 preguntas a la que se puede puntuar con 6 o 7. Con el sistema de medida actual cada 6 sería un defecto y las oportunidades totales serían 10, mientras que con el sistema de medida propuesto cada 6 serían cuatro defectos (4 puntos bajo 10) y cada 7 serían tres defectos (3 puntos bajo 10). Las oportunidades en este caso son $10 \times 10 = 100$.

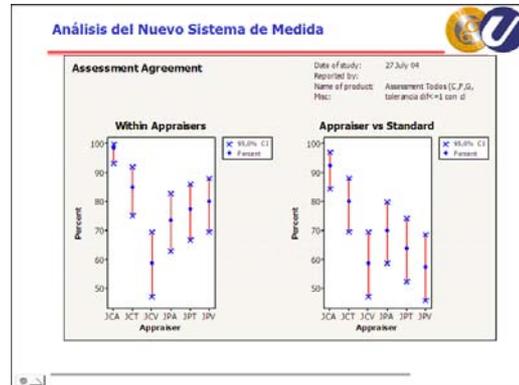
Si representamos en una gráfica la evolución de los Defectos por Oportunidad o DPO (medida inversa simplificada de la capacidad del proceso) frente al número de 6 que se pueden ir obteniendo en la encuesta nos encontramos con que el sistema propuesto es menos sensible a puntuaciones bajas ocasionales, partiendo los DPO de un punto más alto que con el sistema actual y aumentando de forma progresiva. En cambio con el sistema actual cualquier pequeño cambio en la puntuación por debajo de la frontera de aceptabilidad (el 7) supondrá un gran aumento en los DPO y por tanto en la disminución acusada de la capacidad del proceso.



c) Análisis R&R del nuevo sistema de medida

En cuanto al análisis R&R del sistema de medida, se constata en las figuras siguientes que los resultados siguen siendo aceptables siempre que pongamos una tolerancia de 1 punto en la evaluación,

ya que es muy difícil coincidir la puntuación propia en distintas ocasiones y más difícil aún acertar la del cliente (considerada como estándar en este análisis).



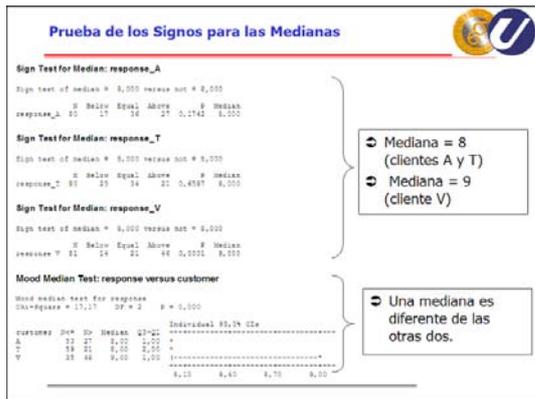
Parece obvio que las respuestas del cliente adolecerán de la precisión necesaria si no se define claramente el significado de las diferentes puntuaciones en la escala 1 a 10, por ello es que se proponen las siguientes definiciones, sencillas y comúnmente empleadas en las encuestas de satisfacción: Puntuación en términos de 1,2 ' Nada satisfecho. Muy malo. No cumple expectativas. 3,4 ' Insatisfecho. Malo. Por debajo de las expectativas. 5,6 ' Indiferente. Suficiente. De acuerdo a las expectativas. 7,8 ' Satisfecho. Bueno. Por encima de las expectativas. 9,10 ' Muy satisfecho. Excelente. Supera ampliamente las expectativas.

Etapa de Análisis

Una vez realizada la evaluación de los sistemas de medida se procede a analizar las poblaciones de datos de cada cliente. Si a través de un contraste de hipótesis se viese que los datos de los clientes perteneciesen a una misma población, podríamos afirmar que los clientes entrevistados tienen las mismas preocupaciones y necesidades y por tanto será posible crear planes de acción que aborden prioritariamente los puntos débiles de la empresa desde un punto de vista corporativo. No obstante, aunque esto permita focalizar esfuerzos que sirvan para mejorar la percepción de todos los clientes en general, es aconsejable personalizar el plan de acción de acuerdo a las respuestas y particularidades de cada cliente.

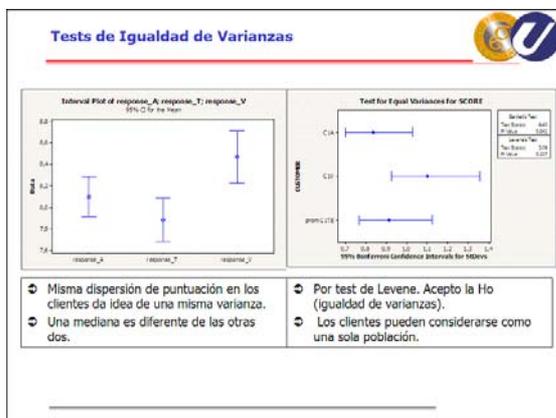
a) Análisis del bloque "Entrevista"

Para aplicar el contraste de hipótesis, una vez comprobada la estabilidad de las muestras, y puesto que los datos son discretos utilizamos estadística no paramétrica (prueba de signos) para ver cual es la mediana de las respuestas de cada uno de los clientes.



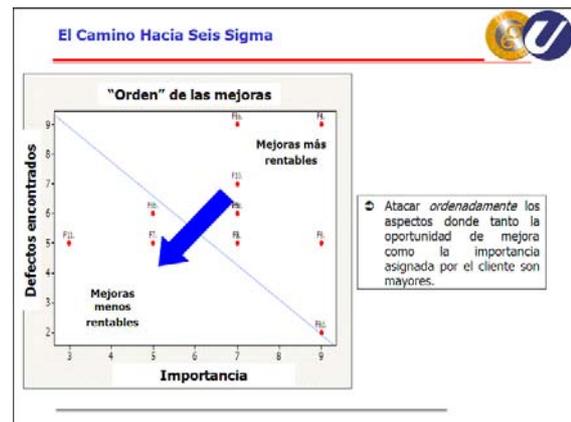
Podemos aceptar que la mediana es en efecto igual a 8 para los clientes A y T y 9 para el cliente V. Como hemos empleado una tolerancia de 1 punto para aceptar la validez del nuevo sistema de medida, también podríamos considerar que los tres clientes pertenecen a una misma población con una mediana que está por encima del 8.

Otra forma de ver gráficamente las medianas de cada cliente es utilizando un “interval plot”, en el que además de las medianas se observa que las puntuaciones parecen tener la misma dispersión en los 3 clientes



La satisfacción del cliente se mueve en unas medianas muy altas entre 8 y 9 con unas bandas de dispersión muy estrechas, siendo ligeramente superior para uno de los clientes (V) y para los aspectos de relaciones con el cliente (R). A la vista de estos resultados se considera que los clientes objeto de estudio pertenecen a la misma población y se pueden elaborar planes de acción que ataquen los defectos de forma genérica.

Si hacemos el ejercicio de identificar y ordenar los atributos de acuerdo tanto a los defectos como a la importancia otorgada por el cliente con el nuevo sistema de medida, se puede elaborar un despliegue de acciones para atacar los atributos con más defectos en función de la dificultad de implantación. El sentido común nos lleva a intentar “rentabilizar” el esfuerzo de mejora comenzando por los aspectos de menos dificultad y mayor impacto en la satisfacción del cliente.

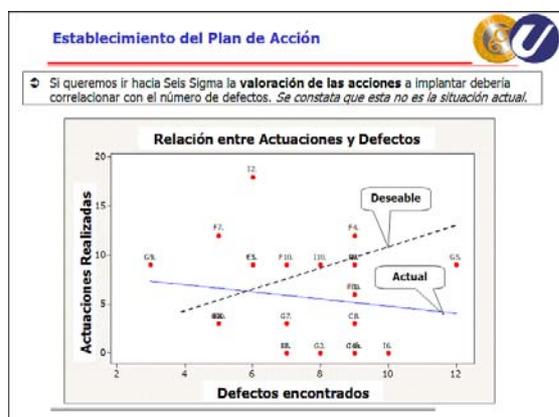


b) Análisis del bloque “Plan de Acción”

Uno de los objetivos principales de este trabajo consiste en revisar el proceso de determinación de los planes de acción que como ya presentamos en el diagrama de proceso constituye el segundo bloque importante tras la entrevista. Tratamos de analizar de forma objetiva las entradas y salidas del bloque “Plan de Acción”. Para ello contabilizamos y valoramos las acciones tomadas para atacar las causas de satisfacción, comprobándose que no correlacionan ni con el número de defectos ni con su impacto positivo sobre la mejora de dichos defectos.

Con objeto de hacer una constatación de esta falta de correlación observada, se distribuyeron unos formatos a los responsables de los planes de

acción para que valorasen de forma independiente el impacto de las acciones.



Los planes de acción elaborados hasta ahora evidencian una casi total falta de correlación con las debilidades puestas de manifiesto por el cliente.

Etapas de Mejora

En este epígrafe se integran las mejoras resultantes de cada una de las etapas anteriores en un bloque metodológico de pasos a seguir desde la realización de la entrevista hasta la elaboración y seguimiento de los planes de actuación. Los pasos propuestos son los siguientes:

1. Tras realizar la entrevista al cliente el Black Belt (BB) utilizará una gráfica SPC para ver la evolución de los defectos obtenidos, utilizando el nuevo sistema de medida (defectos = puntos por debajo del 10).
2. El BB incorpora las puntuaciones obtenidas en la entrevista a la hoja de cálculo de capacidades del proceso para determinar los índices Z.
3. Formar un Grupo de Trabajo con representantes de las áreas involucradas para establecer los planes de acción de forma objetiva, comprobando que su efectividad estimada correlaciona con la importancia y número de defectos.
4. El Black Belt (BB) comprueba la estabilidad de las puntuaciones obtenidas en la entrevista y utiliza el test de signos para determinar si la mediana obtenida es o no muy distinta a la del resto de clientes.
5. El BB suma los defectos obtenidos para cada atributo y sección de la entrevista utilizando el nue-

vo sistema de medida, representándolos frente a la importancia otorgada por el cliente.

6. El BB identifican los atributos con mayor número de defectos y mayor importancia para el cliente (los que afectan más negativamente a los índices (capacidad del proceso)).

7. El Grupo de Trabajo establece unos objetivos de mejora para los atributos peor valorados proponiendo acciones concretas para alcanzarlos (ej. pasar de 12 a 3 DPO en el atributo X el año 2005). Se ejecutarán prioritariamente las acciones que ataquen más defectos y tengan menos coste de implantación.

8. Las acciones con más entidad pueden desarrollarse como proyectos Seis Sigma liderados por un Green Belt.

9. Antes de oficializar los planes de acción acordados, los miembros del Grupo de Trabajo valoran de forma independiente el impacto de las acciones acordadas en el plan y el BB comprueba su correlación con el número de defectos que pretenden atacar.

10. Una vez establecido este plan de acción general o corporativo, se particulariza su presentación a cada cliente justificando el impacto de las acciones establecidas sobre los aspectos de insatisfacción mencionados por el cliente durante la entrevista.

11. Se aconseja una periodicidad trimestral para el seguimiento de las acciones. 12. Para realimentar el proceso de mejora continua, se debe contrastar la efectividad de los planes de acción establecidos con las puntuaciones obtenidas en las entrevistas futuras.

Conclusiones Generales

Los resultados del presente proyecto constituyen una mejora sustancial respecto al actual sistema de medición de la satisfacción del cliente y de establecimiento y seguimiento de los planes de acción, las principales mejoras son las siguientes:

- Mejor sistema de definición del concepto de "error", que permite identificar no solamente aquellos aspectos donde el cliente muestra una insatisfacción manifiesta, sino otros en donde las posibilidades de mejora son menos evidentes.
- Se ha validado la encuesta anterior en lo que se refiere a la bondad de las preguntas que se formulan como herramienta de medida de la satisfacción.
- Se ha desarrollado un procedimiento, a la vez eficaz y sencillo, para seleccionar las acciones de mejora.
- Se ha comprobado que, con algunas excepciones de

tipo puntual, las respuestas de los diferentes clientes son similares entre sí. Esto permite trabajar en un plan de mejora global para la empresa común a todos los clientes el que, en cada caso, contendrá las particularidades que corresponda.

En todo lo anterior han resultado clave los métodos estadísticos asociados a la metodología Seis Sigma.

Referencias

Dos de los libros más claros que se han escrito sobre Seis Sigma:

The Six Sigma Revolution, por George Eckes. Ed.

John Wiley & Sons Inc.

Making Six Sigma Last, por George Eckes. Ed. John Wiley & Sons Inc.

Las siguientes direcciones contienen información relevante sobre Seis Sigma:

Asociación Española de la Calidad (AEC):
www.aec.es

American Society for Quality (ASQ):
www.sixsigmaforum.com

General Electric Co.: www.ge.com/sixsigma

European Six Sigma Club: www.seissigma.com

4. ESTADÍSTICA OFICIAL

LAS ESTADÍSTICAS OFICIALES DE LA ACTIVIDAD ASEGURADORA EN ANDALUCÍA: UN ESTUDIO PIONERO

José Antonio Ordaz Sanz ¹

Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica
Universidad Pablo de Olavide

Resumen

El sector asegurador constituye uno de los pilares fundamentales del sistema financiero de cualquier economía desarrollada. La escasez de estadísticas oficiales en España que pongan de manifiesto las principales magnitudes de la marcha del mercado de este importante sector es apreciable, tanto a nivel estatal como de Comunidades Autónomas. Con objeto de intentar paliar esta circunstancia, el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) inicia a finales de 2003 la operación estadística “*Estadísticas del Sistema Financiero. Entidades de Seguros*”. Esta operación nace con vocación de ser anual. En la actualidad, ya están publicados los resultados correspondientes a los años 2002 y 2003 y se ha comenzado el estudio referente a 2004.

Introducción

La actividad aseguradora resulta fundamental en toda economía desarrollada de nuestro tiempo. Junto con la banca, conforma la base esencial del sistema financiero. Sin embargo, pese a su importancia, la escasez de estadísticas oficiales de este

sector es significativa en nuestro país, sobre todo a nivel de Comunidades Autónomas. Es cierto que organismos como el Banco de España o la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones del Ministerio de Economía y Hacienda, ofrecen desde hace tiempo información exhaustiva fundamentalmente en relación a los aspectos contables de las compañías de seguros, pero hasta la fecha, las principales fuentes estadísticas de variables referidas a la marcha del mercado asegurador procedían del propio sector, a través de distintas asociaciones y agrupaciones de las principales entidades; tal es el caso de UNESPA (Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras) e ICEA (Investigación Cooperativa entre Entidades Aseguradoras), básicamente.

Sabedor de esta circunstancia y consciente de la importancia que supondría contar con estadísticas oficiales de carácter regional de la actividad aseguradora, el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA), bajo el amparo del Plan Estadístico de Andalucía 2003-2006, aprobado por Ley 8/2002, de 17

¹El autor de este trabajo dirige, en el marco de su colaboración externa con el Instituto de Estadística de Andalucía, la publicación de la operación “*Estadísticas del Sistema Financiero. Entidades de Seguros*” desde sus comienzos a finales del año 2003.