

**INFORME FINAL
DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**SEIS SIGMA UNA ESTRATEGIA DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN
Six Sigma Quality in a Strategy Building**

MIGUEL MELLADO ESPINOZA
Director Esc. Ingeniería en Construcción
Universidad Central de Chile

Marzo - 2009

ABSTRACT

PALABRAS CLAVES: investigation, construction, quality of the productive processes , Six Sigma methodology, management of quality in the industry, business strategy in the company.

The construction industry has been incorporating more and more technology; there has been a significant improvement in the material manufacturing technology and its certified quality. Similarly, there has been a big improvement in equipment and external means to place materials, even the use of technology information for management has been promoted, so many companies have been certified. Nevertheless, the quality of the construction process has not highly improved, and it still maintains many characteristics pointed out by Juan Agulló in the 60's, and emphasized by Andrés Alemany later in the 80's.

This paper summarizes the two-year fieldwork performed by engineering students who re-designed constructive processes of different companies, with a direct application of the Six Sigma methodology, thanks to the support and financing of Universidad Central.

The new methods for the management of quality in the industry, as Six Sigma, constitute a change in the way quality is visualized. Six Sigma methodology uses both the traditional statistical control tools, and the modern instruments of management. The difference between Six Sigma and other methods of quality, comes from the integrated application of the tools in use and a major difference arises when it is simultaneously considered a philosophy, a methodology, a goal, and at the same time a business strategy in the company.

The applicability in the construction industry is developed from Six Sigma's historical perspective, its principles and tools, giving examples for the construction sector. The analysis concludes with the determination of the quality level and the delineation of improvement strategies.

Furthermore, constructive processes of hard construction and finishing work are mainly analyzed in this document. For each one of them, Six Sigma methodology was applied, measuring the quality of the different dimensions of selected elements, detecting the non-quality causes, evaluating the costs of non-quality, implementing and evaluating the improvements inside the processes.

Los resultados obtenidos en el trabajo de campo de dos años en diversas obras de edificación tanto en altura como en extensión, muestran que la metodología de Seis Sigma tiene un gran potencial de uso en la industria de la construcción. No obstante, su éxito estará limitado fundamentalmente por el compromiso que tenga la alta gerencia y los profesionales administradores de las obras¹. La actitud ideal de una empresa para iniciar procesos de mejoramiento de la calidad de sus procesos, radica fundamentalmente en tres aspectos:

- Comprometer al personal directo de obra con la calidad y eliminar de la mentalidad del trabajador que la calidad es una traba para aumentar su rendimiento.

¹ Miguel Mellado: Seis Sigma en el Rediseño de Procesos Constructivos - Ingeniería al Día – Universidad Central 2007

- Adoptar los cambios que son requeridos en los procesos constructivos para el mejoramiento de la calidad
- Mantener una conducta de mejoramiento continuo de la calidad

Lo anterior, implica que el mejoramiento de la productividad en la construcción, no debe ser confundida sólo con mayores avances físicos en la obra, ya que la eficiencia de la productividad comprende los rendimientos sobre productos que satisfacen los estándares de calidad a costos razonables.

Al emplear los instrumentos de calidad de seis sigma en la industria de la construcción, quedan de manifiesto la necesidad de:

- Estandarizar y estabilizar los procesos
- Contar con tolerancias claramente definidas
- Disponer de especificaciones precisas para cada proceso constructivo
- Capacitar a los trabajadores en los principios de calidad y en sus especialidades.
- Disponer de supervisores altamente calificados y de experiencia

Adicionalmente a los resultados propios del seguimiento de calidad a través de seis sigma, se logro disponer de una información no menos importante al analizar los resultados agrupados de las causas de defectos recogidas en los diagramas causa – efecto por el método de las 6 M.

Los antecedentes muestran que para las obras estudiadas, a nivel agregado la principal causa de no conformidades se deben a la inexistencia – fallas- no respeto de los métodos de trabajo para la ejecución del proceso constructivo con cerca del 42% de los casos, seguido más lejos por las mediciones (cerca del 18%) en cuyo interior se encuentra la supervisión de los procesos. En un tercer lugar, con 17% el estado y disponibilidad de equipos y maquinarias. Sólo en el cuarto lugar se presenta la mano de obras, representado aproximadamente el 16% de las causales.

Estos resultados pueden ser sorprendentes, más aun cuando la mayor parte de las empresas que formaron parte de estudio se encontraba certificada bajo ISO 9000. Queda entonces trabajo para los administradores de obras, ya que no basta con que los procesos se encuentren descritos con más o menos detalles en hermosas encuadernaciones, lo importante es que los procesos sean conocidos y aplicados como corresponde. Ellos deben considerar que aquello que no es medido no es posible mejorar.

Finalmente, el trabajo desarrollado, así como el alcance de sus resultados, deja de manifiesto la imperiosa necesidad de continuar trabajando en el tema, ampliando la cobertura de procesos en análisis así como la diversificación de ellos. También, surge la posibilidad de generar un centro de investigación en la calidad de la construcción, el cual se dedique a la investigación aplicada y a la prestación de asesorías a la empresas constructoras

The results obtained with a two-year fieldwork in many building sites as well as in heights as in extensions show that the Six Sigma methodology has a great potential of use in the construction industry. Nevertheless, its success will be limited fundamentally by the compromise between the high management and the professional administrators of the building site.

The industry ideal attitude to initiate quality improvement processes is based on three fundamental aspects:

- Involve the personnel who work in the building site with the quality and eliminate their thoughts that quality is against increasing results.
- Adopt the required changes in the constructive processes to improve quality.
- Maintain a steady improving behavior in relation to quality.

The information above means that the improvement of productivity in the construction must not be confused just with physical advances in the building site, since productivity efficiency deals with the products which satisfy the quality standards to reasonable costs.

Using Six Sigma quality instruments in the construction industry is needed to:

- Standardize and stabilize the process.
- Set out clearly and defined tolerances.
- Set out precise specifications for each constructive process.
- Train the workers in the quality process and in the specialties.
- Have highly experienced and qualified supervisors.

Besides the own results of quality through Six Sigma, it is possible to know information to analyse the results grouped in the causes of defects gathered in the cause – effect diagrams for the 6M method.

The records show that for the studied building sites, the principal cause of non conformity is due to inexistence – working failures – working methods are not respected for the execution of the constructive process with around 42% of the cases followed by the measurements (near 18%) where you can find the supervision of process. On the third place with 17%, it appears the State and the availability of machinery and equipments. Just on the fourth place manpower appears, standing for approximately 16% of the causes.

These results can be amazing, even more when most of the industries included in this study were certified under ISO 9000. This is a task for the administrators of the building sites since it is not enough just to describe in details the process in beautiful bookbinding, but the important thing is that those processes were known and applied as they should be. It must be considered that those things which are not possible measured are not possible to improve.

Finally, the developed investigation, as well as the scope of the results, set the compulsory need to continue working in the topic, widening the cover of the process analysis and its diversification. It also comes out the possibility to generate an investigative center devoted to the quality of construction which has to deal with applied investigation and advising to the construction industry.

RESUMEN EJECUTIVO

PALABRAS CLAVES: investigación, investigación construcción, calidad de los procesos constructivos, metodología seis sigma, gestión de la calidad en la industria, estrategia de negocio en la empresa.

La industria de la construcción ha venido incorporando cada vez más avances tecnológicos; se han ido mejorando significativamente las tecnologías de fabricación de los materiales y la calidad certificada de los mismos. De igual forma se han tenido grandes avances en los equipos y medios auxiliares de colocación de los materiales, incluso se ha ido incentivando el empleo de las tecnologías de la información en la gestión, producto de lo cual muchas empresas se han ido certificando. No obstante la calidad de los procesos constructivos no ha tenido un avance significativo, manteniendo aun muchas de las características que Juan Agulló ya señalara en los años 60² y que Andrés Alemany en los años 80 volviera a destacar³.

El presente documento resume el trabajo de campo realizado durante dos años con memoristas de ingeniería, rediseñando procesos constructivos de diferentes empresas, con una aplicación directa de la metodología seis sigma, gracias al apoyo y financiamiento de la Universidad Central.

Los nuevos métodos para la gestión de la calidad en la industria, como es el caso de Seis Sigma, constituyen un cambio en la forma de visualizar la calidad. La metodología Seis Sigma emplea tanto las herramientas tradicionales del control estadístico, como los modernos instrumentos de gestión. La diferencia con otros métodos de calidad, radica en la aplicación integrada de las herramientas en uso, una mayor diferencia de seis sigma, es que simultáneamente es una filosofía, una metodología, una meta y al mismo tiempo una estrategia de negocio en la empresa.

La aplicabilidad en la industria de la construcción, es desarrollada desde la perspectiva histórica de seis sigma, sus principios y herramientas, entregando ejemplos para el sector construcción. El análisis concluye con la determinación del nivel de calidad y el delineamiento de las estrategias de mejoramiento.

En el trabajo, principalmente se analizan procesos constructivos de obra gruesa y de terminaciones. Para cada uno de ellos se aplicaron las herramientas de seis sigma, midiendo la calidad de las diferentes dimensiones de los elementos seleccionados, detectando causales de no calidad, evaluando los costos de no calidad, implementando y evaluando las mejoras al los procesos.

Los resultados obtenidos en el trabajo de campo de dos años en diversas obras de edificación tanto en altura como en extensión, muestran que la metodología de Seis Sigma tiene un gran potencial de uso en la industria de la construcción. No obstante, su éxito estará limitado fundamentalmente por el compromiso que tenga la alta gerencia y los profesionales administradores de las obras⁴.

² Juan Agulló: Organización y Productividad en la Industria de la Construcción, CPC, 1969

³ Andrés Alemany: Productividad en obras de construcción, PUC, 1980

⁴ Miguel Mellado: Seis Sigma en el Rediseño de Procesos Constructivos - Ingeniería al Día – Universidad Central 2007

La actitud ideal de una empresa para iniciar procesos de mejoramiento de la calidad de sus procesos, radica fundamentalmente en tres aspectos:

- Comprometer al personal directo de obra con la calidad y eliminar de la mentalidad del trabajador que la calidad es una traba para aumentar su rendimiento.
- Adoptar los cambios que son requeridos en los procesos constructivos para el mejoramiento de la calidad
- Mantener una conducta de mejoramiento continuo de la calidad

Lo anterior, implica que el mejoramiento de la productividad en la construcción, no debe ser confundida sólo con mayores avances físicos en la obra, ya que la eficiencia de la productividad comprende los rendimientos sobre productos que satisfacen los estándares de calidad a costos razonables.

Al emplear los instrumentos de calidad de seis sigma en la industria de la construcción, quedan de manifiesto la necesidad de:

- Estandarizar y estabilizar los procesos
- Contar con tolerancias claramente definidas
- Disponer de especificaciones precisas para cada proceso constructivo
- Capacitar a los trabajadores en los principios de calidad y en sus especialidades.
- Disponer de supervisores altamente calificados y de experiencia

Adicionalmente a los resultados propios del seguimiento de calidad a través de seis sigma, se logra disponer de una información no menos importante al analizar los resultados agrupados de las causas de defectos recogidas en los diagramas causa – efecto por el método de las 6 M.

Los antecedentes muestran que para las obras estudiadas, a nivel agregado la principal causa de no conformidades se deben a la inexistencia – fallas- no respeto de los métodos de trabajo para la ejecución del proceso constructivo con cerca del 42% de los casos, seguido más lejos por las mediciones (cerca del 18%) en cuyo interior se encuentra la supervisión de los procesos. En un tercer lugar, con 17% el estado y disponibilidad de equipos y maquinarias. Sólo en el cuarto lugar se presenta la mano de obras, representado aproximadamente el 16% de las causales.

Estos resultados pueden ser sorprendentes, más aun cuando la mayor parte de las empresas que formaron parte de estudio se encontraba certificada bajo ISO 9000. Queda entonces trabajo para los administradores de obras, ya que no basta con que los procesos se encuentren descritos con más o menos detalles en hermosas encuadernaciones, lo importante es que los procesos sean conocidos y aplicados como corresponde. Ellos deben considerar que aquello que no es medido no es posible mejorar.

Finalmente, el trabajo desarrollado, así como el alcance de sus resultados, deja de manifiesto la imperiosa necesidad de continuar trabajando en el tema, ampliando la cobertura de procesos en análisis así como la diversificación de ellos. También, surge la posibilidad de generar un centro de

investigación en la calidad de la construcción, el cual se dedique a la investigación aplicada y a la prestación de asesorías a la empresas constructoras.

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
INFORME FINAL	1
Abstract	1
Resumen Ejecutivo	2
1.	VAL
IDEZ DE SEIS SIGMA COMO UNA ESTRATEGIA DE CALIDAD	
EN LA EDIFICACIÓN	3
2. RESULTADOS	12
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
4. BIBLIOGRAFIA	28
ANEXO A	30
PRIMER INFORME ESTADO DEL ARTE	
ANEXO B	65
Publicaciones Efectuadas Revista Ingeniería al día Año 4 N° 2	
Seis Sigma en el Rediseño de Procesos Constructivos	
ANEXO C	81
Publicaciones Efectuadas Revista Ingeniería al día Año 5 N° 1	
CALIDAD EN LOS PROCESOS DE CONSTRUCCION, UNA APLICACIÓN DE SEIS SIGMA	
ANEXO D	102
Publicaciones Presentada en XII Congreso de Educación en Ingeniería y	
Enviada Revista Ingeniería al día Año 5 N° 1	
COMPETENCIAS DE EGRESO EN AMBIENTE CONTROLADO EN LA FORMACIÓN DE	
INGENIEROS CONSTRUCTORES	
ANEXO E	109
Enviada a XVII Jornadas Chilenas del Hormigón a efectuarse en Octubre 2009	
CALIDAD EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE ELEMENTOS	
DE HORMIGÓN ARMADO	
ANEXO F	111
Enviada a Revista BIT Centro de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción	

CALIDAD EN LOS PROCESOS DE EDIFICACION: UNA APLICACIÓN DE SEIS SIGMA

