

## CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO

<b>Nombre</b>	<b>Rol</b>	<b>Fecha Fin</b>	<b>Acción</b>
<b>Vanessa Aristizabal Salazar</b>	<b>Pasante opción de grado. Semillero de investigación</b>	<b>26-07-2013</b>	<b>Elaboración</b>
<b>William Zuluaga Muñoz</b>	<b>Líder Proyecto. Docente Planta</b>		<b>Corrección</b>
<b>Giovanni Sotelo</b>	<b>Green Belt-Experto Industrial</b>		<b>Revisión 1</b>
<b>Angy Viviana Gaitán Caballero</b>	<b>Monitora Fomento a la investigación</b>		<b>Revisión 2</b>
<b>Sandra Patricia Rojas Berrio</b>	<b>Directora Departamento de Investigación</b>		<b>Aprobación</b>
<b>Campo Elías Arias</b>	<b>Coordinador de Adquisiciones y Procesos Técnicos</b>		<b>Publicación</b>

# **ALGUNOS ELEMENTOS DE LA METODOLOGIA SIX SIGMA APLICADOS A LA EMPRESA INDALAR SAS**

VANESSA ARISTIZABAL SALAZAR, WILLIAM ZULUAGA

Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano

Recibido: 01-02-2013 / Aceptado: 26-07-2013

## **Resumen**

Este artículo explica y argumenta una propuesta de algunos elementos de la metodología Six Sigma: su historia y herramientas para la implementación y el desarrollo de la misma en una pequeña empresa y su viabilidad para mejorar los procesos de entrega a los proveedores.

En primer lugar se explica como a lo largo del tiempo un gran número de autores han demostrado la efectividad en la aplicación de esta metodología en las pymes. Los beneficios son innumerables así como los buenos resultados que, sin duda, mejorará la calidad del servicio y el buen nombre de la empresa para que los proveedores tengan un nivel alto de confianza a la hora de seleccionar la compra de su materia prima y/o productos en una empresa.

Posteriormente se realizó un listado de las principales herramientas que se utilizan en la implementación de la metodología, las cuales deben ser adaptadas a las necesidades de cada empresa, pues no siempre se pueden aplicar las mismas.

Finalmente, con la información obtenida, se muestra la implementación de algunas de las etapas de la metodología en la empresa INDALAR SAS, con lo que se puede concluir que esa teoría es apropiada para empresas pymes, siempre y cuando se tenga el apoyo de una persona con un nivel mínimo de conocimiento de Green Belt, una teoría que se basa en un Six Sigma Cinturón negro; es decir, que tiene la capacidad de analizar y resolver los problemas de calidad que se presenten en la compañía, así como la solución y mejoramiento de esos procesos deficientes. (García, Arenas & Gutiérrez, 2013)

También es importante resaltar que para la buena aplicación de esa metodología existe una estructura humana que se compone de Campeones, Maestros Cinta Negra, Cintas Negra y Cintas Verde. (García, Arenas & Gutiérrez, 2013)

Palabras clave: Seis Sigma, Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Control, Herramientas, Cintas Verdes.

### **Abstract**

This article explains and argues a proposal of some elements of the Six Sigma methodology: its history and tools for the implementation and development of the same in a small business and its viability to improve delivery processes to suppliers.

First, it explains how over time a large number of authors have demonstrated the effectiveness of the application of this methodology in SMEs. The benefits are many and the good results that will undoubtedly improve the quality of service and the good name of the company so that providers have a high level of confidence when selecting the purchase of raw material and / or products in an enterprise.

After that, a list of the main tools used in the implementation of the methodology, which should be adapted to the needs of each company, because you can not always apply the same.

Finally, with the information obtained shows the implementation of some of the stages of the methodology in the company INDALAR SAS, thus it can be concluded that this theory is appropriate for SME companies, as long as it has the support of a person with a minimum level of knowledge of Green Belt, a theory that is based on a Six Sigma black belt, it has the ability to analyze and solve quality problems that arise in the company as well as the solution and improvement of these processes deficient. (García, Arenas & Gutiérrez, 2013)

It is also important to note that for the proper application of this methodology there is a human structure that consists of Champions, Master Black Belts, Black belts and Green belts. (García, Arenas & Gutiérrez, 2013)

Keywords: Six Sigma, Define, Measure, Analyze, Improve, Control, tool's, Green Belts.

## **Introducción**

Este artículo se plantea presentarle al lector algunos elementos de la metodología Six Sigma, su historia y sus principales herramientas para su implementación y análisis de las más oportunas en la aplicación a la empresa INDALAR SAS. Para ello se cuenta con la colaboración del Ingeniero William Zuluaga, quien es Green Belt en esta metodología y el que proporcionó el conocimiento para la aplicación de esa teoría en la compañía. Sin embargo, cabe aclarar que, si bien es importante tener el acompañamiento de una persona que conozca el six sigma, también es indispensable el compromiso de toda la compañía, tanto del departamento administrativo como de los operarios de la empresa; por eso es importante realizar una serie de lecturas, con estas herramientas, antes de emprender el camino hacia un cambio.

## **Metodología**

La investigación se realizó en la Universidad Politécnica Gran Colombiano, ubicada en Bogotá D.C, del departamento de Cundinamarca, Colombia.

Para realizar el plan de implementación de algunas herramientas de la metodología Six Sigma en la empresa INDALAR SAS, se llevaron a cabo una serie de lecturas suministradas por el Ingeniero William Zuluaga (Green Belt), las cuales fortalecen el conocimiento y ayudan a llevar a cabo los pasos de esta metodología en sus etapas de DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR y MEJORAR.

## **Historia**

"Esta metodología sólo es aplicable en empresas manufactureras?" es la reiterada queja de dueños, socios y administrativos de empresas que reportan constantes inconvenientes a los proveedores por el alto número de defectos detectados en los productos adquiridos por las empresas. Alegan el retraso y la falta de técnicas estandarizadas que permitan a los trabajadores desarrollar los productos a la misma escala de tiempo para que no se presenten fallas ni contratiempos al momento de la entrega solicitada por el cliente.

A continuación daré una explicación de lo que es el Six sigma para argumentar por qué es una alternativa aplicable en la mejora de los procesos productivos que permitirá cumplirle al cliente. En su definición encontramos que es una metodología estructurada de resolución de problemas, con un enfoque basado en el conocimiento para reducir variabilidad y crear valor. Se enfoca en usar una metodología de solución de problemas llamada DMAIC. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. (Morato, 2009)

También se define como una herramienta eficaz que permite aumentar la productividad y calidad en todos los procesos desarrollados por las empresas; por consiguiente, ha permitido generar impactos favorables desde el punto de vista económico. (Harry & Schroeder, 2006)

Harris Elrich en su libro "Transactional Six sigma and Lean Servicing" define al Six sigma como el manejo disciplinado de datos, enfocado hacia un proceso de mejora continua de la calidad y la productividad con resultados en la rentabilidad de la organización, apoyándose en el desarrollo de estrategias de manufactura. Juega un papel determinante ya que permite reconocer los problemas, priorizar decisiones, escoger la solución más viable, implementarla, controlar y mantener los beneficios. (Caicedo, 2011)

Por otro lado, el Six sigma es un sistema completo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios. Funciona especialmente gracias a una comprensión total de las necesidades del cliente, del uso disciplinado del análisis de los hechos y datos, y de la atención constante a la gestión, mejora y reinención de los procesos empresariales. (Sánchez, 2005)

La estrategia competitiva de esta metodología, según Enric Barba es implantar en todos los niveles de la empresa un modelo de gestión empresarial basado en la mejora de proceso, usando el conocimiento derivado del proceso estadístico de datos, con el fin de determinar las acciones oportunas para lograr una calidad que represente un índice final de defectos del producto de solo 3,4 dpm. (Sánchez, 2005)

El enfoque estratégico se basa en:

1. Costes de No calidad, se reduce los costes asociados a la baja calidad del producto.
2. Relación con proveedores, actúa para obtener calidad desde el origen ya que no depende exclusivamente de nuestra organización.
3. Dentro de la empresa, tomar acciones en el ámbito interno que mejoren el nivel de calidad en sigmas de todas las secciones que intervienen en la secuencia del proceso productivo.

En 1983, el ingeniero Bill Smith concluyó que, si un producto era defectuoso y se corregía durante la producción, entonces otros defectos probablemente se estaban pasando por alto y posteriormente serían detectados por los clientes. Dr. Mikel Harry es el fundador del Instituto de Investigación Seis sigma de Motorola, pulió la metodología para no sólo eliminar las pérdidas en el procesos. (Sánchez, 2005)

Los inconvenientes en las empresas para implementar y manejar el Six sigma se basan en mitos y la búsqueda de requerimientos que no llevan a la eliminación de las perdidas en los procesos que es uno de los objetivos más presentes en esta metodología. (Caicedo, 2011)

Además, ellos creen que se puede implementar una burocracia en sus empresas manejando grandes cantidades de documentos, que son requisitos en sus procesos, pero no minimizan sus defectos ni problemas en los procedimientos ni procesos productivos. (Caicedo, 2011)

El Six sigma maneja y requiere de estadísticas, esto para las empresas suena complejo y difícil de obtener y de hacer lectura de estas.

Se piensa que se debe hacer un esfuerzo adicional y un entrenamiento masivo para lograr resultados en la calidad de sus productos; pero el manejo de los grupos opera a través de colaboradores con niveles, estudios, habilidades y experiencias que son claves para intervenir

en los departamentos o áreas de la empresa, ellos implementan la metodología en todos los procesos y también manejan las dificultades que se presenten. (Caicedo, 2011)

Otro inconveniente para que las empresas no utilicen el Six sigma es que toman las decisiones apresuradas antes de que estas sean evaluadas profundamente. (Caicedo, 2011)

Para Sánchez, (2005) lo que desconoce la mayoría de las organizaciones son los éxitos en la implementación y después de esta que son:

- Reducción de defectos.
- Reducción de costos.
- Mejora de la productividad.
- Aumento de la cuota de mercado.
- Fidelización de clientes.
- Reducción del tiempo de ciclo.
- Cambio de cultura.
- Desarrollo de productos y servicios.

### **Breve Descripción De La Metodología**

Muchos negocios piensan que este sistema toma demasiado tiempo y complicado para adecuarlo a sus procesos dañando la creatividad y apartando la investigación y el desarrollo. Pero las herramientas que utiliza el Six sigma en cada fase no eliminan de la organización, el manejo de la creatividad en sus empleados. Para Servicio de Consultoría en planificación, productividad y gestión, (2012) utiliza las siguientes herramientas en cada una de sus fases:

Definir: Se define el problema a partir de una evaluación “la voz del cliente”; identificando los clientes en los procesos; recopila la información de estos; evalúa la confiabilidad de los clientes.

- Tormenta de ideas
- Diagrama de afinidad
- Votación múltiple
- Estructura en árbol
- El mapa del proceso

Medir: Es el puente entre definir y analizar, en esta fase busca datos con el fin de validar y cuantificar el problema u oportunidad.

- Tormenta de ideas
- Diagrama de afinidad

- Votación múltiple
- Estructura en árbol
- Análisis del sistema de medida
- La casa de la calidad
- Capacidad del proceso

Analizar: Es un conjunto de causas raizales de la baja calidad, en el mal control operativos y la excesiva variación de los defectos.

- Tormenta de ideas
- Análisis del valor añadido
- Análisis del flujo del proceso
- Muestreo
- Test de hipótesis
- Estudio de múltiples variables
- Diagramas y gráficos (Histogramas, diagramas de Pareto, diagrama de causa-efecto, gráficas temporales o de tendencias, dispersión o correlación).
- Análisis de modo de fallos
- Diseño de experimentos
- Test de significación estadística
- Correlación y regresión

Mejorar: Implementación de soluciones que fundamentan la identificación de estrategias de mejoramiento.

- Diagrama de afinidad
- Votación múltiple
- Estructura en árbol
- Diseño de experimentos

Controlar: Evitar que el proceso de resultado de la solución vuelva a los viejos hábitos.

- Plan de control
- Método de gestión de proyectos
- Análisis de los grupos afectados
- Análisis de problemas potenciales
- Diagramas de campo de fuerzas
- Documentación del proceso
- Cuadro de mando integral e indicadores del proceso



Claves del DMAIC están en:

- **MEDIR PROBLEMA:** Es de suma importancia tener claro los defectos que se dan tanto en calidad como en costeo.
- **ENFORCARSE AL CLIENTE:** Las necesidades y requerimientos son fundamentales, y siempre se deben de tener en cuenta.
- **COMPROBAR EL ORIGEN DE LA CAUSA:** se debe llegar a la causa fundamental de los problemas, y no mirar sólo los efectos.
- **DESTRUIR LOS MALOS HÁBITOS:** Un verdadero cambio requiere nuevas soluciones creativas.
- **GESTION DE RIESGOS:** Una parte esencial del Six sigma son las pruebas y el perfeccionamiento de las soluciones.
- **MEDIR RESULTADOS:** Verificar el impacto real, es el seguimiento de cualquier solución.
- **SOSTENER EL CAMBIO:** Lo más importante es hacer que el cambio perdure.  
(Yepes & Pellicer, S.F.)

Esta metodología DMAIC hace su énfasis en los procesos de medición, análisis y mejora, pero esta no está planteada como un proceso de mejora continua, debido a que un proyecto Six Sigma deben siempre tener un tiempo estipulado. (Yepes & Pellicer, S.F.)

Todas estas herramientas que se utilizan en las diferentes fases de la metodología, toman sentido cuando las empresas cambian su cultura o la mejoran, dejando atrás la resistencia al cambio. El primer paso para creer en un sistema administrativo y sistemático es conquistar la mente de los que quieren o tienen en mente cambiar. (Yepes & Pellicer, S.F.)

Six Sigma utiliza la mayoría de herramientas del mundo de la calidad. Sin embargo no son solo los instrumentos los que fundamentan el éxito de la metodología, es la infraestructura humana y su formación la que con las herramientas consigue el éxito. (Yepes & Pellicer, S.F.)

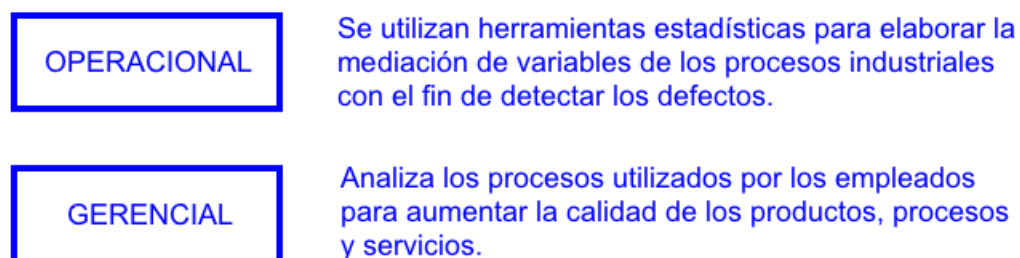


Figura 1. Niveles del Six Sigma. (Fernandez, S.F.)

## SEIS COMPONENTES BASICOS

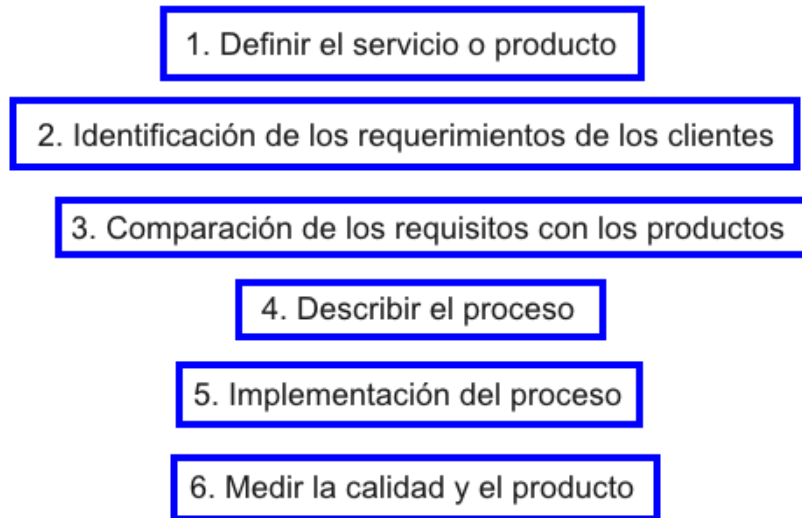


Figura 2. Componentes Básicos. (Fernandez, S.F.)

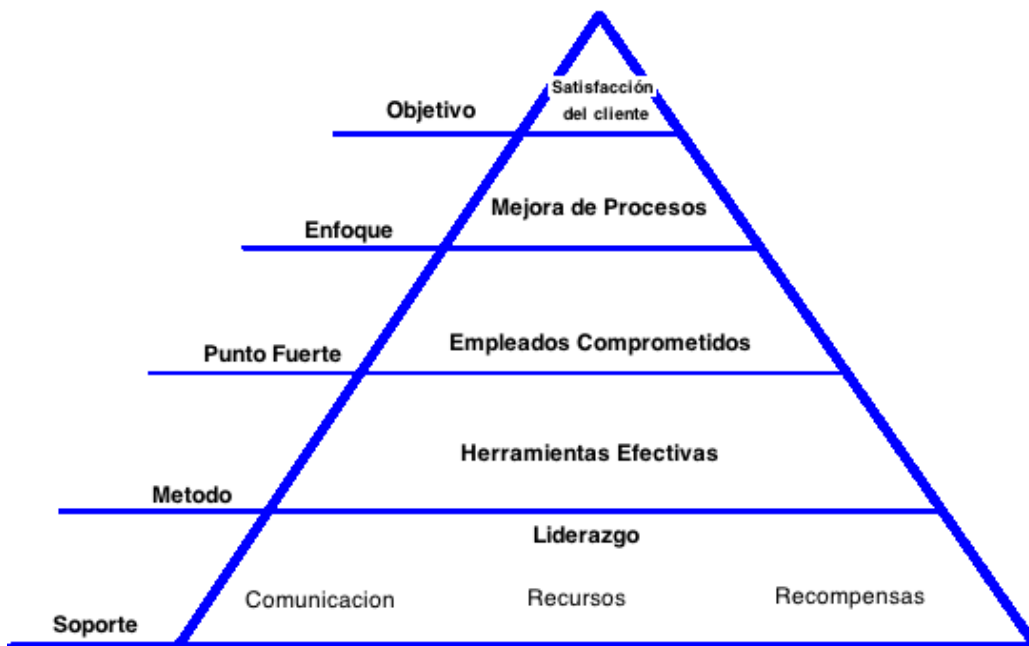


Figura 3. El Six Sigma integra los principios de calidad total. (Yepes & Pellicer, S.F.)

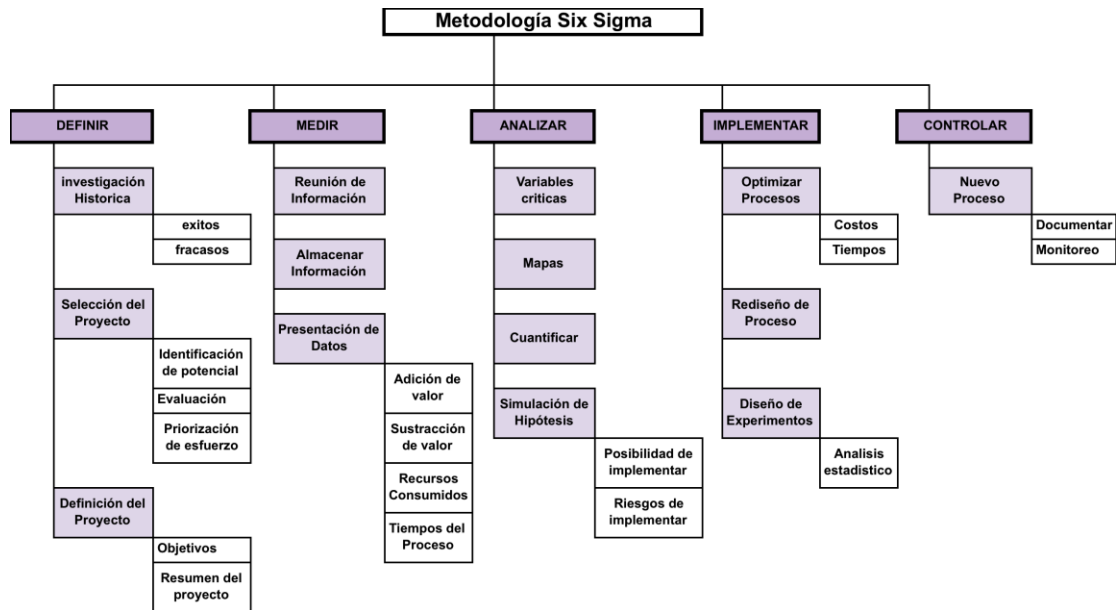


Figura 4. Metodología Six Sigma. (Yepes & Pellicer, S.F.)

### Como implementar Six Sigma?

El primer paso es identificar y definir el desempeño estratégico actual de la empresa (en términos de: Unidad de negocio, departamento, compañía etc..) y después responder las siguientes preguntas: (Eckes, 2004)

- Existe una oportunidad o necesidad de cambio crítico para el negocio que este soportada en necesidades Financieras, Culturales o Competitivas?
- Existe la posibilidad de definir un razonamiento y justificación suficientemente sólida como aplicar de alguna manera el Six Sigma a la compañía?
- Son capaces nuestros Sistemas Gerenciales y de Mejora de Procesos de alcanzar el nivel de mejora requerido para el éxito continuo del negocio?

Todo obedece de las respuestas a los anteriores interrogantes, la compañía puede estar lista para examinar el Six Sigma. Si las dos primeras respuestas son afirmativas y fundamentalmente en la última la cual debe de ser negativa, se evidencia como puede tener buenas oportunidades de adoptar esta metodología y estrategia de negocio. (Eckes, 2004)

### Por donde y como empezar primero?

Una vez reconocida la necesidad de cambio y la conveniencia de buscar las adopciones de esta metodología y estrategia de negocios, es útil verificar la condición de la empresa, tomando en consideración la gran cantidad de actividades y prioridades que generalmente se tienen dentro de la misma. (Eckes, 2004)

Esta metodología promueve la utilización de herramientas y métodos estadísticos de manera sistemática y organizada, para el logro de mejoras dramáticas y medibles por su impacto financiero. El ingrediente secreto que hace que funcione, reside en la infraestructura que se establece en la organización. Esta infraestructura, es la que motiva y produce una cultura Six Sigma que junto con un “Proceso de Pensamiento” en toda la organización, genera un estilo de “Gerencia Basada en Conocimientos”. (Eckes, 2004)

El soporte y compromiso por parte de la Alta Gerencia es vital y fundamental, para lo cual se entrenan y definen los Maestros, quienes son los dueños de los proyectos críticos para la organización. Para desarrollar estos proyectos se escogen y preparan Expertos, quienes se convierten en agentes de cambio para impulsar y desarrollar estos proyectos, en conjunto con los equipos de trabajo seleccionados para los mismos. (Eckes, 2004)

### Herramientas Más Usadas

#### Árbol Crítico para la Calidad (CPC)

El árbol crítico para la calidad se usa en el segundo peaje de la fase de DEFINIR y sirve para producir una tormenta de ideas y validar las necesidades y requisitos del cliente del proceso que se ha escogido para mejorar.

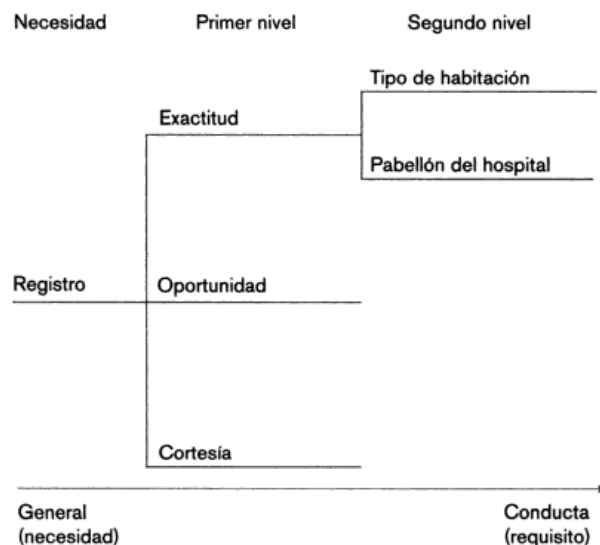


Figura 5. Árbol crítico para la calidad.

Una vez se haya empezado una rama del árbol, todas estas ramas que se desprenden del árbol deben de ser detalles del requisito anterior, pero no un nuevo requisito.

## Diagrama del proceso

Durante la etapa de DEFINIR, el equipo de trabajo debe de crear el primero de varios diagramas de procesos. Un diagrama de procesos es una representación grafica de los pasos actuales del proceso que se ha escogido para mejorar.

## Histograma

Analizar el histograma en busca de variación de causa especial o de causas comunes.

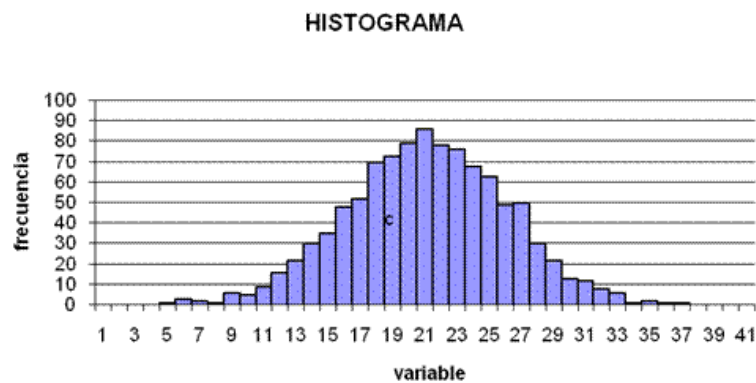


Figura 6. Histograma.

## Diagrama de Pareto

Se utiliza con los datos discontinuos, o tiene o no defecto y se van colocando los defectos que aparecen con mayor frecuencia hasta el menor.

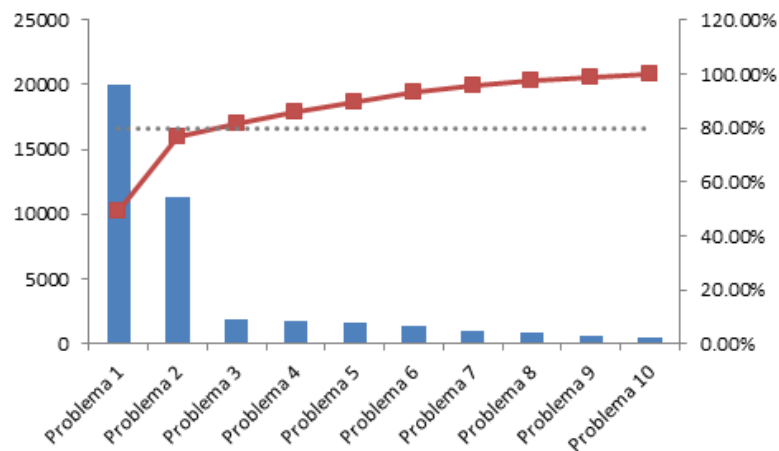


Figura 7. Diagrama de Pareto.

## Hoja de Análisis del Proceso

Su finalidad es identificar que actividades agregan valor al proceso, los traslados de documentos o personas, tiempos de espera o muertos, verificaciones o supervisiones, archivos y operaciones duplicadas, asimismo elaboran el diagrama de flujo, que representa gráficamente la secuencia de actividades del proceso.

## Diagrama de Causa efecto

Ayuda a detectar los diferentes tipos de causas que influyen en un problema. Seleccionar los más importantes y jerarquizarlos.

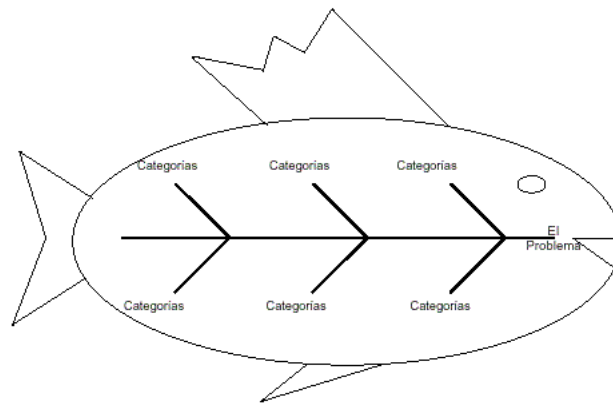


Figura 8. Diagrama de causa efecto. (Administración de calidad, 2010)

## Diagrama de Dispersión

Una de las formas más fáciles de describir gráficamente las relaciones confirmadas entre dos variables.

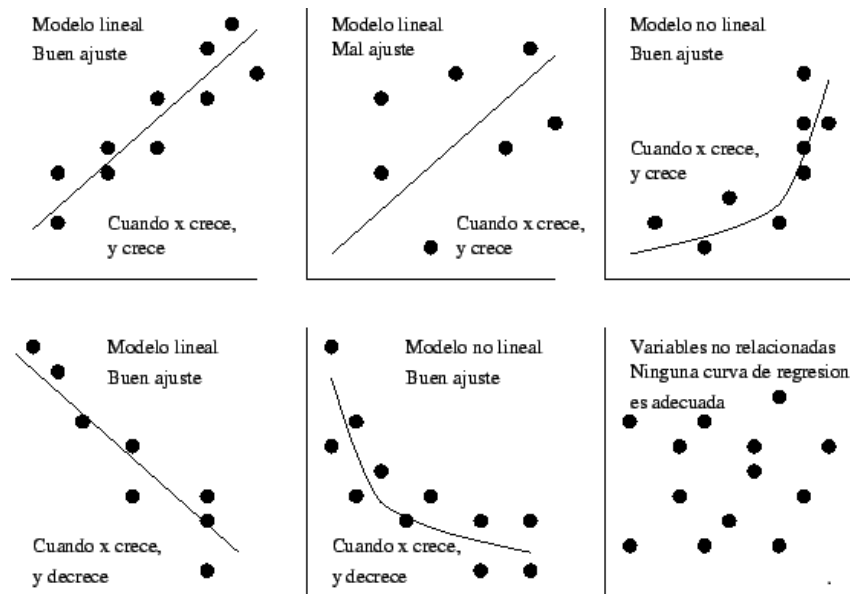


Figura 9. Diagrama de dispersión. (Administración de calidad, 2010)

### Diagrama de Afinidad

Forma de organizar información obtenida en una lluvia de ideas, y esta ayuda a agrupar aquellos elementos que se relacionan de forma natural y como resultado cada grupo se une alrededor de un tema o concepto clave. (Mejora Continua Total, 2011)

### Diagrama de Movimiento

Una vez que el analista ha recogido toda la información, hace uso del diagrama de movimiento, para reunirlos en un mapa ruta que señala por completo los procedimientos.

### Diagrama de Control

Permite determinar la variabilidad de un proceso, si es constante es decir un proceso bajo control o presenta cambios o fluctuaciones considerables el que se considera fuera de control.

### SIPOC

Este es particularmente el que nos muestra una vista amplia del flujo del proceso y como interactúa dentro de la empresa.



Figura 10. SIPOC.

### VOC o VOB

Esta herramienta la cual esta orientada a capturar los requisitos y generar una retroalimentación ya sea interna o externa. Se denomina la voz del Cliente (voice of the customer) o La voz del Negocio (viove of the Businees).

Voice of the customer (VOC)	
Who	What / Why
Reactive sources	Proactive sources
Summary	

Figura 11. VOC o VOB. (Wrangles, Carder, et al., 2003)

### Aplicación a la empresa Indalar SAS

Mediante la investigación sobre el Six Sigma, se evidencia una gran dificultad para realizar la implementación en una PYME, debido a que en la mayoría de estas pequeñas organizaciones empresariales no se cuenta con certificaciones de calidad, como se pudo constatar en INDALAR SAS, empresa donde se aplica esta metodología en los pasos de DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR y MEJORAR.





Después de tener el mapa de procesos se ve una de las partes mas complicadas en esta implementación de la etapa DEFINIR, porque al encontrar tantos problemas se tiene la pretensión de intervenirlos a todos, sin embargo, se observa que hay una gran dificultad para solucionarlos a la vez, de ahí la importancia de enfocarse en uno y tener la plena certeza de cual es el más crítico para comenzar a atacarlo sin dejar de un lado el resto.

Es por esto que al implementar la etapa DEFINIR, en INDALAR SAS, se requirió de tiempo adicional en la identificación del problema más crítico dentro de la empresa; durante ese lapso fue detectada la falencia en el proceso del vidrio: allí se define el problema, Objetivo, Beneficio del Cliente y el Peligro.

**Definir**

- **Problema:** Los tiempos de entrega de vidrios se encuentran muy por debajo del estandar establecido.
- **Objetivo:** El objetivo del proyecto es mejorar el nivel de satisfacción del cliente y disminuir retrasos en la entrega del vidrio.
- **Beneficio del cliente:** Tener una entrega a oportuna.
- **Peligro:** Implica un retraso para el cliente final y la posible sustitución de proveedor.

Posteriormente y, después de definir lo anterior, se realiza un **SIPOC**: herramienta que nos permite tener una visión del flujo del proceso o producto dentro de la empresa; y a su vez, define los limites del proceso, el punto de inicio y su final al detectarse el problema en algún punto de la cadena, que en este caso se ubica en la salida y que se tiene como meta mejorar.

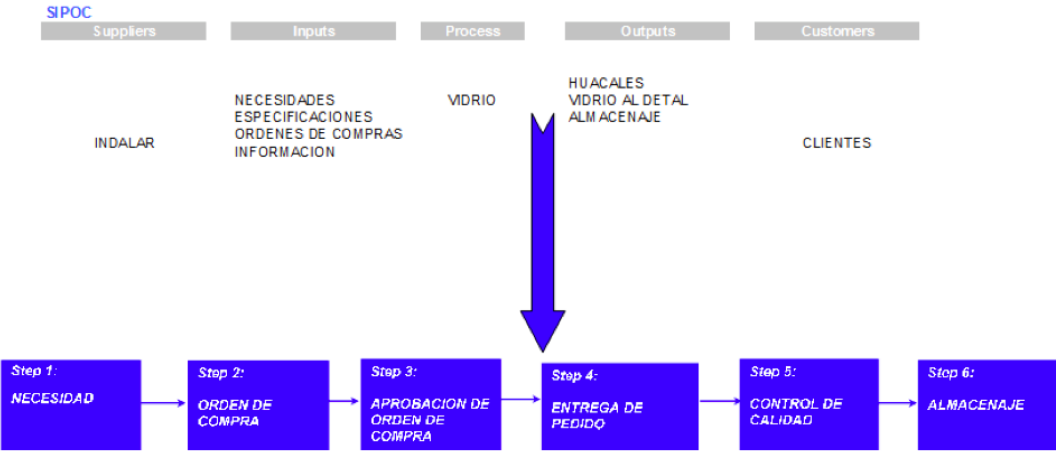


Figura 14. SIPOC INDALAR SAS.

## VOB

La Voz del negocio (VOB) es otro de los recursos que clarifica e identifica las causas de los problemas. Se compone de una serie de preguntas que se le hace tanto a la parte administrativa de la empresa como a los operarios, lo que permite tener una opinión imparcial para tener la certeza del origen del problema y cómo entrar a atacarlo.

<b>Voice of the business (VOB)</b>	
<b>Who</b>	<b>What / Why</b>
Administrativos: Carlos, Flor, Adriana, David, Vanessa, Diana y Teresita Operarios: Hayden, Edwar, Oscar, Fernando, Juan Pablo, Roberto y Humberto	Porque son las personas involucradas en la parte de producción y quienes saben realmente que es lo que sucede.
<b>Reactive sources</b>	<b>Proactive sources</b>
No sabemos cuando es programada las actividad. No sabemos cual es la funcion que debemos de realizar. Nosotros no sabemos que cargo cumplimos en la empresa. No conocemos el reglamento interno de trabajo. No sabemos como hacer la inspección de materia prima y producto No manejamos un programa de mantenimiento de equipos No sabemos la ubicacion de los vidrios Solo un companero sabe donde encontrar los vidrios Es complicado hacer los huacales para los vidrios No conocemos todas las medidas de los vidrios No sabemos la rotacion de los vidrios	Los tiempos de entregas no pueden ser especificados. Las herramientas en coasiones no estan en su puesto. En ausencia de algun compañero, tomamos el cargo de el sin tener conocimiento.
<b>Summary</b>	
Apartir de toda la informacion recopilada entre todos los empleados se ve como claramente el proceso con el que se debe enpezar mejorando y aplicando la metodologia del sigsixma es el de los vidrios debido a que este muestra un problema importante, el cual es que solo uno de los operarios tiene el conocimiento concreto sobre este proceso y cuando el no se encuentra por cualquier motivo, se genera en retraso en la entrega y esto genera que el cliente final, sufra un retraso tambien.	

Figura 15. Voz del negocio INDALAR SAS.



Figura 16. Almacenamiento de vidrio curvo 1.



Figura 17. Almacenamiento de vidrio curvo 2.

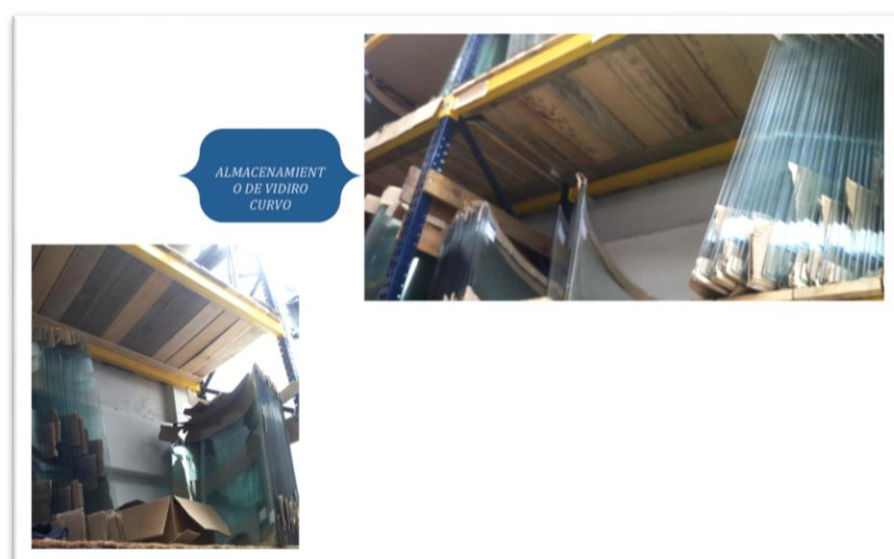


Figura 18. Almacenamiento de vidrio curvo 3.



Figura 19. Almacenamiento de vidrio curvo 4.

### Medir

En la etapa de MEDIR existen muchas herramientas que pueden ayudar en este paso, pero no todas las empresas son iguales y no todos los datos recopilados se pueden implementar de la misma forma. Ese argumento obliga a tener claro qué datos se recogieron para que se pueda dar el siguiente paso: escoger las herramientas oportunas.

Al realizarlo en INDALAR SAS se implementó el Diagrama de Pareto y el gráfico de dispersión.

### Diagrama de Pareto

Tabla 1.

*Datos del diagrama de Pareto*

Causas de fallas en entregas de VIDRIO	Eventos	% Acumulado	%
Ausencia del empleado capacitado	142	36.3	36.3
Falta de Conocimiento de medidas del Vidrio	96	60.9	24.6
Insuficiencia en conocer la ubicacion de los vidrios	73	79.5	18.7
Deficiencia en el manejo del Vidrio	54	93.4	13.8
Empleado Capacitado ocupado en otra Actividad	26	100	6.6
<b>Total</b>	391		

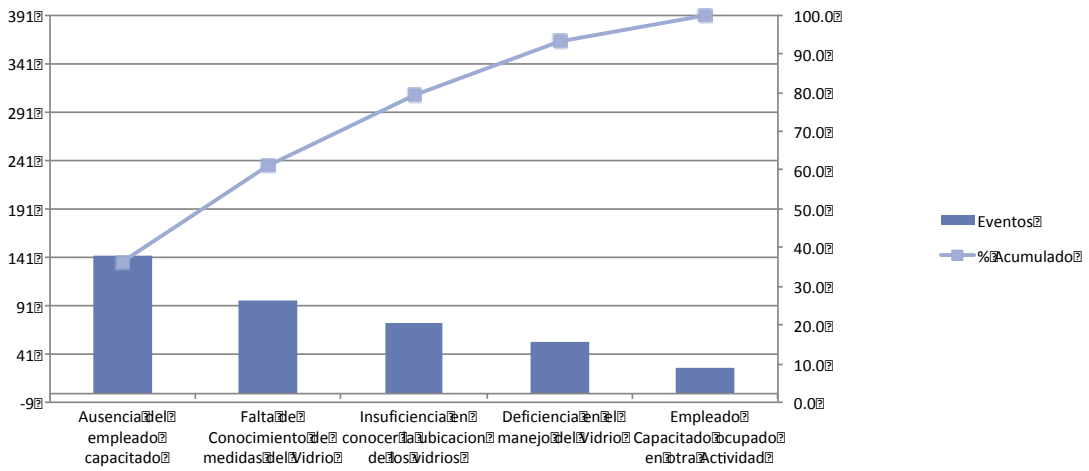


Figura 20. Gráfica diagrama de Pareto.

### Tiempo de entrega Vidrios en Bogotá

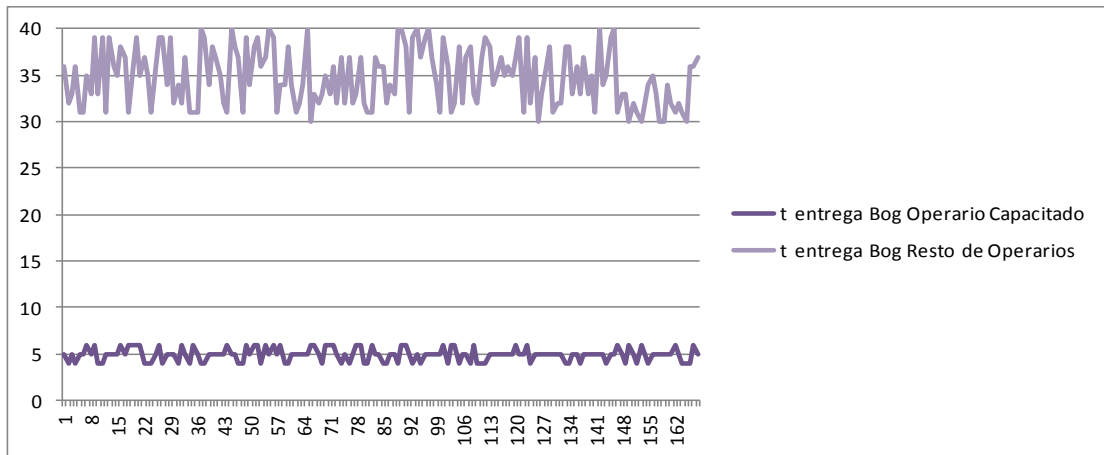


Figura 21. Tiempo de entrega del vidrio.

Tabla 2.

*Tiempo estándar de minutos*

	tiempo Estandar en Min
t entrega Bog Operario Capacitado	5
t entrega Bog Resto de Operarios	31

## Costo de Entrega de Vidrios en Bogotá

Tabla 3.

Costos de entrega del vidrio en Bogotá

	! "#\$'%% ) *+	\$. / 0"%#\$ +2' 3	&*. / 0"%&' \$ (4/ *+5)	! "#\$'&' \$ (% ) *+
! ; <& %=19>9? , % ! >=>! ?@	" !!!!!!!!!!!!!'	,	\$&(	!" !!!!!!!!!!!!!#\$%&'
! ; <& %=19>9? ,%?A% ! >=>! ?>9	" !!!!!!!!!!!!!'	&+	##\$+	!" !!!!!!!(' )%#*'

!" #\$\$%&" !(" &    !" !!!!!!!!!!!!!!!#\$%&' ( !!

### Analizar

En la etapa de Analizar se realiza un diagrama causa-efecto que consta de varias categorías en las que se describe con mayor profundidad los obstáculos alrededor de la cadena del proceso productivo y en los que se logra evidenciar la demora para la entrega del vidrio.

### Diagrama de causa-efecto

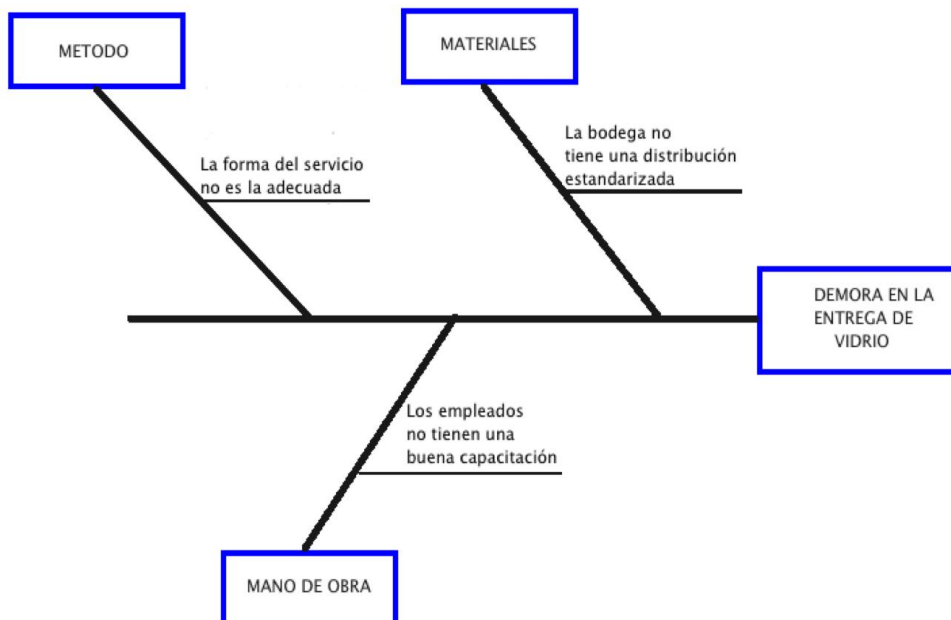


Figura 22. Diagrama de causa-efecto.

## Mejorar

Después de haber evaluado y analizado el problema, el siguiente paso es empezar a solucionarlo. Aunque desde el comienzo de esta metodología se quiere llegar de inmediato a esta etapa, es importante no hacerlo porque ello implicaría saltarse un compendio de pasos claves que no se pueden obviar a la hora de llegar al punto de la solución. En este caso desarrollé un modelo de almacenamiento que ubica por referencias el vidrio para que los operarios que no estén capacitados puedan encontrarlo más fácilmente sin tener que gastar más tiempo al tratar de identificar las referencias etapa por etapa.

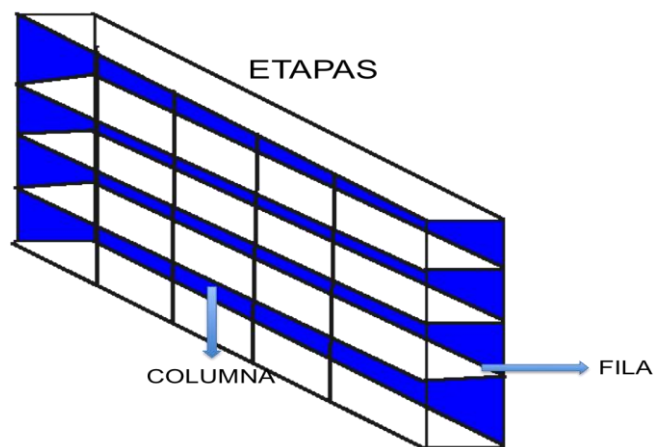


Figura 23. Distribución de las etapas.

## Mapa de vidrio curvo

Tabla 4.

*Mapa de vidrios curvos*

MAPA DE VIDRIOS CURVOS					
ETAPA 1					
COLUMNAS	1	2	3	4	5
FILAS					
1	676.11	676.11	676.100.	676.101.	676.101.



	9.716	9.616	216	616	416
<b>2</b>	676.11 1.116	676.11 1.216	676.111. 316	676.111. 416	676.111. 516
<b>3</b>	676.11 1.616	655.10 5.016	655.105. 116	676.123. 316	676.124. 716
<b>4</b>	655.10 2.316	655.10 2.416	655.102. 816	655.102. 916	655.103. 016

ETAPA 2					
<b>COLUMNAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>FILAS</b>					
<b>1</b>	676.12 0.016	676.11 9.816	676.121. 516	676.104. 716	676.121. 616
<b>2</b>	676.10 4.616	676.12 1.316	676.121. 216	676.109. 516	676.109. 616
<b>3</b>	676.10 9.716	676.10 9.816	676.109. 916	676.110. 016	676.119. 416
<b>4</b>	676.12 1.016	655.10 2.116	655.102. 216	655.103. 516	655.102. 516

ETAPA 3					
<b>COLUMNAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>FILAS</b>					
<b>1</b>	655.10 2.616	655.10 2.716	676.121. 416	676.104. 016	676.104. 016A
<b>2</b>	676.11 8.016	676.10 6.016	676.106. 216	676.106. 116	676.105. 916
<b>3</b>	676.10 5.716	676.10 5.816	676.121. 716	676.104. 916	676.104. 816
<b>4</b>	676.10 7.216	676.12 1.116	676.108. 916	676.109. 016	676.109. 116

ETAPA 4					
<b>COLUMNAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>FILAS</b>					
<b>1</b>	676.11 8.716	676.11 8.816	676.115. 716	676.115. 816	676.115. 916
<b>2</b>	676.12 3.716	676.12 3.616	676.100. 316B	676.104. 216	676.104. 216A
<b>3</b>	676.12 3.516	676.12 3.416	676.100. 816A	655.101. 816	655.101. 916
<b>4</b>	676.11 4.116	676.11 4.616	655.103. 816	655.103. 716	655.103. 616

ETAPA 5					
<b>COLUMNAS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>FILAS</b>					
<b>1</b>	655.10 3.416	655.10 3.316	655.103. 216	655.103. 116	676.100. 916
<b>2</b>	676.10 1.216	676.10 1.016	676.103. 616	676.103. 716B	676.103. 716C
<b>3</b>	676.11 5.116	655.10 4.016	655.104. 516A	655.122. 616	655.123. 116
<b>4</b>	655.12 2.716	676.10 3.316	676.102. 516	676.102. 616	655.104. 816

Cada una de las etapas en sus respectivas columnas y filas estará etiquetada para facilitar la ubicación de los vidrios, como se muestra en las siguientes imágenes.









Figura 24. Ejemplos de etiquetas de los vidrios.

### Matriz de polivalencia INDALAR SAS

Se crea una matriz de polivalencia que va en una escala de colores con los indicadores asignados. Cada empleado es examinado en el manejo de los procesos para tener la claridad sobre sus conocimientos y el potencial de cada uno. Para ello se incentiva el aprendizaje con capacitaciones en los vacíos detectados, de esta manera se llega a la ruta de la competitividad.

Tabla 5.

*Matriz de polivalencia INDALAR SAS*

NIVEL 1		Buenos conocimientos del equipo y los procesos
		Capacidad de enseñar
NIVEL 2		Gran experiencia en el manejo del equipo
		Buen desempeño y sincronía con el equipo
NIVEL 3		Conocimientos básicos del equipo y proceso
		Definitivamente no maneja este equipo o proceso

OPERARIO	HUACALES		ENTREGA DE VIDRIOS		CORTE-ENSAMBLE DE MARCOS		CORTE-ENSAMBLE DE VITRINAS		CORTE-ENSAMBLE DE ESTRUCTURAS		RECIBIR VIDRIOS		TROQUELAR		PULIR	
HAYDEN					OR	OR	OR	OR	OR	OR			OR	OR	OR	OR
					GR	GR	GR	GR	GR				GR			GR
EDWAR																
					OR	OR	OR	OR	OR	OR			OR		OR	
OSCAR																
					OR	OR	OR	OR	OR	OR			OR		OR	
FERNANDO																
													OR	OR	OR	OR
ROBERTO																
					OR	OR	OR	OR	OR	OR			OR	OR		OR
JUAN PABLO																
HUMBERTO (NUEVO)																

### Estos son los beneficios obtenidos luego de implementar el six sigma en las empresas

Como lo indica la naturaleza de cualquier negocio, su principal objetivo es generar dinero. Por eso el fin del Six Sigma es minimizar costos a través de una reducción o eliminación de procesos que no le dan un valor superior y no le agrega nada a la maximización de la calidad para obtener los resultados en la mejor escala de la calificación del producto ofrecido; y que sea el cliente el mejor beneficiado. No obstante, la implementación de dichas técnicas, conlleva a un cúmulo de desventajas que tendrían repercusiones sobre la formación.

Eso significa que si se implementa el Six Sigma una empresa, se crea, al mismo tiempo una cultura o normas internas que son entendidas y aplicadas en las mismas técnicas para todos los que conforman la compañía. Todos los procesos se convierten en un mismo lenguaje que es aplicado en la metodología que podría llamársele estandarizada, por supuesto, esa caracterización hace de los procesos una optimización y mejor control que es el fin último de cualquier empresa. Pero entonces surgen varias preguntas: ¿Por qué procesos? Evidentemente porque la actividad cadente en la elaboración de cualquier producto, conforma un proceso.

¿Por qué optimizar el tiempo de los procesos y mejorarlos? Claramente para ahorrar pasos que pueden alargar el proceso y de esta manera se hace más simple la actividad sin afectar su calidad sino aumentando la eficiencia y rapidez en su entrega final. Sobre esa misma marcha, dichos procesos son optimizados para que no haya lugar a un margen de error ni defectos, sin duda, unos procesos que debe manejarse estrictamente si la compañía quiere posicionarse en la buena reputación empresarial. ¿Por qué la constante búsqueda por eliminar buscar las fallas? Por dos razones muy obvias. En la primera ubicamos la intención del cliente de regresar a los productos o servicios más costosos, algo que disminuye las probabilidades para que las personas puedan comprarlos o adquirirlos. En la segunda posición se deduce que las fallas y defectos sin duda alguna defrauda al cliente y es evidente que un cliente que no vea cumplidas sus expectativas devuelve los productos y hay una pérdida sustancial en la confianza; eso repercute notablemente en el mercado porque en cuanto mayor sea el número de clientes insatisfechos, es mayor la probabilidad de perder el cupo en el mercado y la imagen de la calidad. Pero no sólo desde afuera se pierde terreno en la imagen, la repercusión también se siente en las arcas de la empresa que se ve reflejada en parte del ingreso bruto, es decir, si el ingreso bruto disminuye, la compañía no puede contratar o mantener sus empleados bajo las mismas condiciones que lo exige la ley sobre los derechos de los trabajadores; y sin empleados e ingresos, se produciría un cultivo de resultados ineficientes que podrían llevar a la empresa a ser incompetente y salirse del mercado, y, en un caso letal, a una debacle que la obligue a ser insostenible.

## **Conclusiones**

Este trabajo demuestra cómo es posible la utilización de algunas herramientas del Six Sigma implementadas en la empresa INDALAR SAS. Se puede concluir que dicha implementación es viable en las pymes siempre y cuando se apoye en un experto que tenga el conocimiento certificado para aplicarlo en la empresa que en este caso fue proporcionado por el Ingeniero William Zuluaga quien me recomendó el material para poder ejecutarlo y también verificó el desarrollo de cada una de las etapas. No sólo basta con leer las teorías existentes sobre el six sigma, también se requiere del apoyo de menciona empresa porque queda demostrado que es imposible el que una persona tenga claro los procesos críticos.

- En la elaboración se aplicaron algunas herramientas dentro de cada fase de la metodología para las que se cuenta con una gran cantidad de las mismas; pero el

utilizar las correctas puede dar una serie de resultados y facilitan el análisis de los datos y el aporte que se requiere para lograr en cada paso lo esperado.

- En una aplicación de una metodología como Six Sigma el trabajo en equipo de la empresa es indispensable para poder avanzar en cada fase, pues todos los empleados aportan un conocimiento interno que permite tener una mejor perspectiva de la situación actual ya sea de la parte administrativa o por parte de los operarios. Como se ve a lo largo de la elaboración de este trabajo, conocer el proceso es uno de los pasos más importantes, sólo así se logran generar ideas nuevas e innovadoras que conllevan al inicio de la búsqueda en mejoras de la calidad.
- Otro resultado que es importante resaltar, es la necesidad de contar con tiempo suficiente para lograr una aplicación total de la metodología. Por ejemplo en la aplicación de las dos primeras fases que se llevaron a cabo, demandaron un alto esfuerzo y dedicación por lo que el tiempo invertido fue alto con ello se logra llegar hasta la etapa Mejorar.
- En la etapa de la Definición se debe aceptar el principal problema dentro del servicio o proceso, sin embargo, este paso puede llegar a ser confuso y es necesario identificar solo un punto de mejora dentro del mismo; fue de suma importancia que el problema a mejorar no fuera muy grande pero si crítico.
- En el momento que se quiere tener una visión mas clara del proceso utilizamos la herramienta SIPOC, la cual muestra clara mente el flujo del proceso de principio a fin, identificando en donde se encuentra el problema dentro del flujo.
- El estudio de la voz del negocio (VOB) se logro mediante una investigación de campo, que no es una tarea fácil pero permite que los resultados sean verídicos a las necesidades actuales de la empresa, esto ayudo a tener una opinión imparcial para tener la certeza del origen del problema y cómo enfrentarlo.
- Una de las etapas más delicada es la de Medición: encontrar las variables que me generen datos cuantitativos con los cuales pueda demostrar el costo de oportunidad que tiene la empresa y que puede mejorar al final de la metodología, fue bastante difícil, pero al final se pudo obtener, teniendo un alto grado de confiabilidad con los resultados obtenidos en esta etapa.

- En la etapa de Analizar se describe a profundidad las causas alrededor del problema, es decir, el por qué de estos dentro del proceso, lo que ayudo a tener mas claridad en el siguiente pasó.

Como se dijo anteriormente, desde un principio se quiere llegar a la etapa de Mejorar pasando en alto las demás; pero es de suma importancia el no obviar ningún paso ya que caeríamos en el error de dar soluciones erróneas a los problemas.

El realizar la Matriz de Polivalencia crea un alto conocimiento por parte del sector administrativo de la empresa obteniendo así la información concreta del conocimiento que tiene cada uno de los operarios dentro de la organización, esta información no solo sirvió para tener claro la falta de capacitación que se tiene dentro de la empresa de acuerdo con la entrega del vidrio, sino que muestra también que se requiere de más capacitación para que la ausencia de un empleado no se convierta en una situación crítica y donde a futuro se debe empezar a realizar métodos como el six sigma que ayuden a resolver el resto de problemas.

A lo largo de la implementación, se apoya con gráficos para realizar el análisis estadístico, fue vital, porque permite tener un entendimiento visual del problema y así mismo dar solución a este.

Para terminar es importante resaltar que las dos grandes metas que se buscan con la implementación del Six sigma es el aumento de las ganancias de la empresa, resultado que se ve reflejado en la reducción de los costos operativos, una mejor rentabilidad en el negocio y una mayor eficiencia en los procesos; y la segunda es la satisfacción del cliente, otro resultado importante porque genera fidelización, aumento en la participación en el mercado y mayor competitividad.

## **Referencias**

Administración de la Calidad. (2010). Herramientas estadísticas y administrativas para el control de la calidad en una empresa. Recuperado el 16 de marzo, Disponible en <http://administracionhermoso.blogspot.com/2010/06/diagramas-de-dispersion-el-diagrama-de.html>.

Ashwin, J. (2009). Continuous supplier performance. *American Marketing Association*.

Bhote, K. (2002). The ultimate six sigma: beyond quality excellence to total business excellence. *AMACOM a division of America Management Association, New York*.

- Caicedo, N. (2011). Aplicación de un programa seis sigma para la mejora de calidad en una empresa de confecciones. *Dialnet*, 9 (2), 65-74. Recuperado el 7 de abril, Disponible en [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4208330.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4208330.pdf).
- Eckes, G. (2004). El six sigma para todos. *Editorial Norma, Bogotá*. Recuperado el 14 de marzo, Disponible en [http://books.google.com.co/books?id=wcPl\\_I47fk4C&pg=PA97&lpg=PA97&dq=Árbol+Critico+para+la+Calidad+\(CPC\)&source=bl&ots=NLzPNqCQQY&sig=skLON5bRI2XHiS7x7P0iPfl-Gfc&hl=en&sa=X&ei=TyHTUZ-6Eden4AONx4HQDg&ved=0CCcQ6AEwAA#v=onepage&q&f=true](http://books.google.com.co/books?id=wcPl_I47fk4C&pg=PA97&lpg=PA97&dq=Árbol+Critico+para+la+Calidad+(CPC)&source=bl&ots=NLzPNqCQQY&sig=skLON5bRI2XHiS7x7P0iPfl-Gfc&hl=en&sa=X&ei=TyHTUZ-6Eden4AONx4HQDg&ved=0CCcQ6AEwAA#v=onepage&q&f=true).
- Fernández, J. (S.F.). Seis sigma y sus herramientas. Recuperado el 14 de marzo, Disponible en <http://www.slideshare.net/jcfdezmxcal/seis-sigma-y-sus-herramientas>.
- García, O., Arenas, R. & Gutierrez, J. (2013). Sistemas de manufactura. *Instituto Tecnológico Superior de Misantia*.
- Hahn, C., Watts, C. & Kim, K. (1990). The supplier development program: a conceptual model. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26 (2), 2.
- Hallowell, D. & Gack, G. (S.F.). Caso de estudio de un proyecto de seis sigma en un centro de soporte de informática.
- Harry, M. & Schoroeder, R. (2006). Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionising the world's top corporations. *Currency Publishers, New York*.
- Krause, D., Handfield, R. & Scannell, T. (1997). An empirical investigation of supplier development: reactive and strategic processes. *Michigan State University, USA*.
- Mejora Continua Total. (2011). ¿Qué es un diagrama de afinidad?. Recuperado el 16 de marzo, Disponible en <http://mejoracontinuatotal.blogspot.com/2011/02/el-diagrama-de-afinidad.html>.
- Morayo, J. (2009). Reducción de gasto energético eléctrico usado seis sigma. *Producción + Limpia*. 4(2). Recuperado el 5 de abril, Disponible en <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/Vol4n2/90-102.pdf>.
- Ramón, V. (S.F.). Programa de desarrollo de proveedores (PDP): una manera de constituir relaciones socialmente responsables con sus proveedores. *ASEM Solutions LTDA*.
- Sako, M. (2003). Supplier development at Honda, Nissan and Toyota: Comparative case studies of organizational capability enhancement. *Universidad de Oxford*.
- Sánchez, E. (2005). Seis Sigma, filosofía de gestión de la calidad: estudio teórico y su posible aplicación en el Perú. *Universidad de Piura, Perú*. Recuperado el 11 de abril, Disponible en <http://dspace.udep.edu.pe/handle/123456789/1213>.



- Secretaría Permanente del SELA. (2005). La subcontratación industrial y el desarrollo de proveedores. *IBERPyme-SELA. Venezuela. (1), 5*
- Servicio de Consultoría en planificación, productividad y gestión . (2012). Recuperado el 12 de abril, Disponible en [www.ppg.com](http://www.ppg.com)
- Wiley Publishing Inc. (2005). Six sigma for dummies. *Published Simultaneously, Canada.*
- Yepes, V. & Pellicer, E. (S.F.). Aplicación de la metodología seis sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción. *Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.* Recuperado el 5 de abril, Disponible en <http://personales.upv.es/vyepesp/05YPX01.pdf>.
- Zuluaga, W. (2011). La gerencia de proyectos y la metodología Lean Six Sigma.