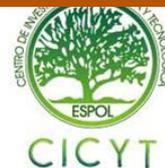




# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



## Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil.

Kleber Silva<sup>(1)</sup>, Rafael Ortiz<sup>(2)</sup>, César Vásquez<sup>(3)</sup>

Instituto de Ciencias Matemáticas

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador

ksilvacaicedo@hotmail.com<sup>(1)</sup>, rafael\_oz17@hotmail.com<sup>(2)</sup>, 60114a@gmail.com<sup>(3)</sup>

### Resumen

*El escenario donde se realiza el presente estudio es en el departamento de Reparación y Mantenimiento de un concesionario que en sus inicios se dedicaba a la comercialización de vehículos livianos y pesados; por tal motivo, se hace una breve descripción de dicho proceso. La falta de control en las etapas iniciales del proceso de reparación hace que los correctivos aplicados en la parte final de dicho proceso lleven a los vehículos a retrabajos que prolongan el tiempo pactado para ser entregados, lo cual es la causa más tangible de inconformidad de sus clientes. En el desarrollo del estudio, específicamente en la etapa de definición, se describe cual es el problema a ser solucionado, las causas que lo generaron y las variables involucradas usando herramientas tales como VOC y el mapeo del proceso. Finalmente, se plantean las acciones correctivas en los puntos críticos del proceso de Mantenimiento y Reparación de vehículos previamente identificados mediante un análisis, usando herramientas estadísticas.*

**Palabras Claves:** Concesionario, Proceso, Mantenimiento y Reparación.

### Abstract

*The following research has been developed in the Maintenance and Repair department of a car dealer which sold from the start heavy and small cars, for that reason, a brief explanation of the process is made. The lack of control in the first stages of repair causes the corrective of the last stages go to defectes that slow down the delivering process, which is the greatest cause of unconformity of the customer. During the development of the research, specificly during the definition stage, the problem to be solved is described, the causes and the variables invloved using tools as VOC and business process mapped. Finally the corrective actions on the worst issues of the process of car Maintenance and Repair previously identified through and analysis, using statistical tools.*

**Key words:** Car Dealer, Process, Maintenance and Repair.

## 1. Introducción

El proyecto que se presenta se desarrolló en la división de enderezada y pintura del taller de un concesionario de vehículos en la ciudad.

Los principales clientes de este tipo de taller de un concesionario generalmente son las aseguradoras que necesitan reparar los daños producidos en un siniestro ocurrido a un vehículo asegurado. El 95 % de los trabajos a realizar en un taller de este tipo provienen de las aseguradoras, mientras que el 5% son clientes particulares.

Por lo tanto es necesario identificar qué características del servicio están valorando las aseguradoras y qué no. Se necesita que la satisfacción con el servicio prestado aumente con el objetivo de incrementar las relaciones comerciales con el taller.

Típicamente una metodología usada en el mejoramiento continuo de la calidad con respecto a la reducción de desperdicios, reducción de tiempos, e incremento de la satisfacción del cliente es **Seis Sigma**.

Por tal motivo, se propone el uso de la misma como la mejor opción en el entorno de la calidad para definir la situación actual y la deseada, medir las variables involucradas y analizar los resultados obtenidos, a fin de determinar las causas potenciales que generan la insatisfacción del cliente.

### 1.1. Descripción General del Proceso

El proceso de reparación y mantenimiento de vehículos consta de cuatro etapas de evolución y una de control final. Estas etapas de evolución son: Enderezada, Pintura, Mecánica, otros y finalmente Control Final.

### 1.2. Objetivo General

El objetivo principal del taller según sus directivos es incrementar las relaciones comerciales con las compañías de seguros, pero no se tenía idea de qué hacer exactamente para que esto suceda.

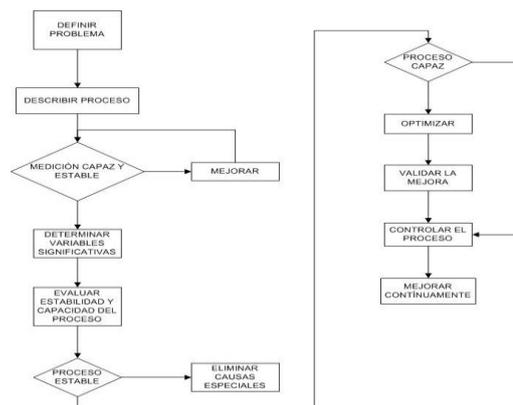
### 1.3. Introducción a Seis Sigma

Seis Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica, Seis Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación.

Como filosofía de trabajo, Seis Sigma significa mejoramiento continuo de procesos y productos

apoyado en la aplicación de dicha metodología, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas. Como meta, porque estadísticamente producir con tan alta calidad que no hay espacio para servicios o productos defectuosos.

**1.3.1. Desarrollo de la Metodología.** En el esquema de seis sigma se usa un proceso de cinco pasos para atacar los problemas, este proceso es representado por las siglas DMAIC por su significado en inglés. Estos pasos son: Definición, Medición, Análisis, Mejoras y Control.



**Gráfico 1.3 Diagrama de Flujo de la Metodología Seis Sigma**

## 2. Definición del Problema

El problema está relacionado con la insatisfacción de sus clientes por el servicio recibido en el taller. Es de vital importancia identificar y reconocer cuáles son las principales necesidades a satisfacer de sus clientes, es decir que aspectos del servicio maximizan la satisfacción de los consumidores.

### 2.1. Herramientas usadas para la definición del problema

Es importante conocer la situación actual de la empresa para la correcta definición del problema, para lo cual se utilizó la técnica de Voice of Customer (VOC).

#### 2.1.1 Voice of Customer (VOZ del Consumidor)

Es una de las herramientas más valiosas en el proceso de conocer al consumidor y sus preferencias a profundidad. Esta herramienta hace uso de encuestas y grupos preliminares incorporando herramientas estadísticas matemáticas

Se decidió incluir una gran cantidad de variables en la investigación pues se quiso despejar dudas o ciertas ‘sospechas’ tales como:

- ¿Podrían incrementarse las relaciones comerciales con el taller al aumentar el plazo crediticio?
- ¿Las aseguradoras prefieren un taller con mejor acceso y localización en la ciudad?
- ¿Envían mayor cantidad de vehículos las Compañías de seguros a talleres que cuenten con más tecnología? ¿Representará la inversión tecnológica en una inmediata satisfacción de las Aseguradoras, lo cual implicaría que aumente la producción?

Dentro de esta encuesta se incluyó un sinnúmero de variables para investigar y al final se incluyó una que intentaba estimar la satisfacción general en la cual se le pedía al entrevistado que considerando determinada escala, califique todo el servicio de una manera general, con el fin de conocer realmente qué características del servicio estaban valorando y cuales no, para lo cual se usó un análisis estadístico denominado análisis de correlación.

**2.1.2 Análisis De Correlación.** El análisis de correlación es una herramienta estadística que mide, en la escala del (-1,0,1), cuanto y de qué forma influyen los cambios de valor en una variable con respecto a otra. Es decir mientras mas cercano es el valor de correlación a (-1) significa que actúan inversamente proporcional, es decir mientras la una crece la otra decrece.

Un valor positivo cercano a (1) significa que las variables (en el caso de una encuesta se consideran cada pregunta o aspecto del servicio como una variable) están relacionadas directamente proporcionales es decir, si la una crece la otra también crece.

La importancia de este análisis radica en que estamos interesados en descubrir qué variables tienen una alta correlación con la satisfacción general, es decir sobre qué variables debemos trabajar para maximizarla

Las variables que maximizan la satisfacción con el servicio (están altamente correlacionadas con satisfacción general) son:

- Eficiencia en la Atención
- Tiempo de Entrega de Vehículo
- Atención telefónica
- Costo de Repuestos
- Servicio del Jefe de Taller.

Algunas dudas importantes que despejamos es que casi nada tiene que ver el plazo crediticio en el incremento de las relaciones comerciales, mal haría la empresa en incurrir en un costo financiero innecesariamente. Tampoco hay que realizar grandes inversiones en tecnología ni equipos nuevos, pues a la

aseguradora le interesa que el trabajo quede bien realizado y no qué use el taller para hacerlo.

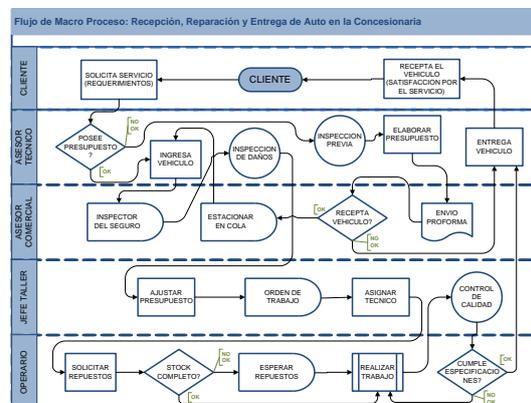
### 3. Etapa de Medición

Para la Etapa de Medición, se necesita definir los procesos claves para el correcto desarrollo de la metodología, así como la descripción de cada uno, y sus elementos. También se desarrollará un plan de medición, para recolectar la información vital para conocer el actual desempeño de los procesos y todas las partes que los conforman. Teniendo en cuenta que los datos a recolectar deberán ser completamente confiables por lo que una evaluación del sistema de medición es necesaria.

#### 3.1. Descripción de los Procesos

Para comprender mejor el modelo estructural de la empresa, presentamos el “Flujo de Procesos” ó también llamado “Diagrama de Procesos” como ya lo mencionamos anteriormente, en el cual se detalla la secuencia de los procesos que intervienen y quiénes son los responsables de ejecutarlos. Por motivo de nuestro estudio detallaremos el diagrama de proceso de “Mantenimiento y Reparación” Véase Gráfico 3.1

**Gráfico 3.1**



#### 3.2. Definición del Seguimiento y los Sistemas de Medición

La manera más adecuada de definir en un proceso, qué es lo que va a medir, ó que es necesario medir, para conocer la capacidad del mismo, es estableciendo indicadores, correctamente alineados con los objetivos.

**Tabla 3.1**

	Indicadores	Calculo
<b>Entrada</b>	Número de vehículos que ingresan al mes	Se cuentan el número total de autos que ingresan en el mes
	Número de presupuestos aceptados al mes	Se cuentan el número total de presupuestos aceptados en el mes
<b>Salida</b>	Número de vehículos que salen al mes	Se cuentan el número total de autos que salen en el mes
<b>Eficiencia</b>	Porcentaje de autos reparados al mes	$(\text{número total de autos que salen en el mes}) / (\text{número total de autos que ingresan en el mes}) * 100$
<b>Tiempo</b>	Días promedio de Trabajo	$(\text{Suma de días trabajados}) / \text{días del mes}$
	Días promedio de espera por repuesto	$(\text{suma de días de espera}) / \text{días del mes}$
<b>Calidad</b>	Reclamos Mensuales	Número total de Reclamos al mes
	Porcentaje de clientes satisfechos	$(\text{Número de Clientes del mes} - \text{Número de Reclamos del mes}) / \text{número de clientes del mes}$
	Porcentaje de autos reparados a tiempo al mes	$\text{Número de autos reparados a tiempo del mes} / \text{número de autos entregados}$

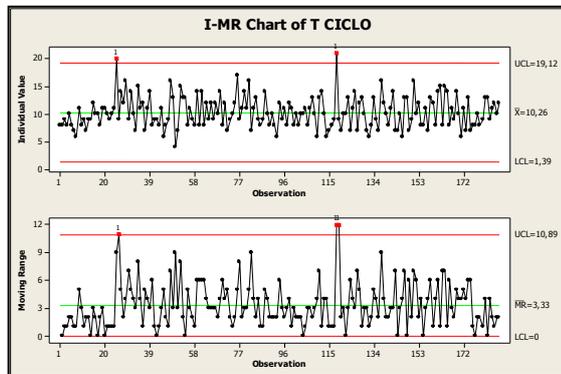
### 3.3. Evaluación de los Sistemas de Medición

En la aplicación de la metodología Seis Sigma, es necesario contar con datos confiables que realmente nos permitan tomar decisiones de gran importancia.

En la evaluación de los sistemas de medición se determina su capacidad y estabilidad, mediante Gráficas de control, generalmente de medias y rangos.

**Gráfico 3.2**

Como se puede observar en el Gráfico 3.2, en el gráfico de lecturas individuales correspondientes al mes de Octubre del 2008, todas a excepción de dos, están dentro de los límites de control, así como también se



puede observar en el gráfico de los rangos, donde todos los Rangos a excepción de tres están dentro de control, y no existe patrón alguno, aún así al proceso no se lo considera estable. Que un proceso no sea estable significa que existen causas o factores externos que están influyendo en los resultados. Es tarea del investigador identificarlos e intentar controlarlos o aislarlos.

## 4. Etapa de Análisis

### 4.1. Identificación de las Causas Raíces del Problema

El diagrama Ishikawa, se lo realizo tomando en consideración los resultados obtenidos en el estudio realizado en la voz del consumidor, detallado en capítulos anteriores, y con los criterios obtenidos mediante una lluvia de Ideas. El Diagrama de Ishikawa se lo puede observar en el Gráfico 4.1.

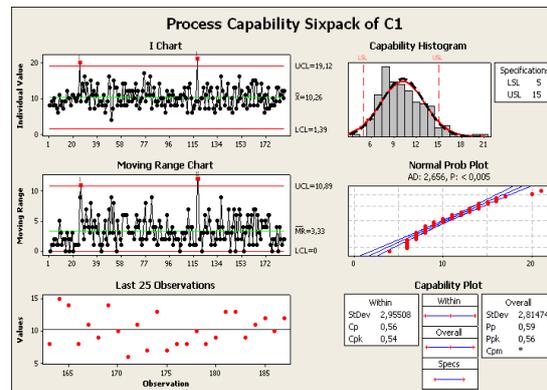
**Gráfico 4.1**



### 4.2. Evaluar la Capacidad del Proceso

Estudio de Capacidad es el procedimiento ordenado de planeación, recolección y análisis de información con la finalidad de evaluar la estabilidad del proceso, y la capacidad o habilidad que éste tiene para cumplir con su función dentro de las especificaciones, es decir se mide la variación y el centrado de un proceso con respecto a sus especificaciones.

**Gráfico 4.2**



Gracias a este gráfico de capacidad, se puede deducir que el proceso es inestable y no es capaz ya que el coeficiente  $C_p = 0,56 < 1,33$ .

### 4.3 Calcular el Nivel Sigma Actual del Proceso

Para nuestro proceso de Mantenimiento y Reparación, el tiempo de retraso en días en la entrega de vehículos causa una disconformidad al cliente, por lo que se tomaron como defectos los autos que fueron entregados con un tiempo de retraso mayor a 2 días, de



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



una muestra total de 187 observaciones, se encontró que el número de casos defectuosos fue de 14.

A continuación calculamos el DP (defectos por oportunidades totales):

$$DP = \frac{14}{187} = 0,074$$

El nivel de sigma se determina observando la tabla normal estándar. El punto hasta el cual hay 0,074 de área acumulada es 1,44. Es decir el nivel sigma inicial es de 1,44.

Lo importante al determinar el nivel sigma con el que se comienza es tener un punto de referencia para poder comparar contra el nivel sigma alcanzado después de la mejora.

### 5. Mejora (Reducción de Tiempos de ciclo)

Es objetivo del presente análisis obtener una disminución del tiempo de ciclo, es decir una disminución de tiempo desde que ingresa el auto al taller hasta que se lo entrega a su propietario. Como se vio en el análisis VOC (Voz del Consumidor), el tiempo de trabajo afecta directa y proporcionalmente a la satisfacción (Calificación General) de las Aseguradoras.

#### 5.1 Metodología

Se resuelve usar la técnica de diseño de experimentos para estimar el efecto de ciertos factores sobre el Tiempo de ciclo (t).

El tiempo de ciclo se puede desglosar de la manera siguiente:

1. Tiempo de presupuestación.
2. Tiempo de Aprobación (Aseguradoras).
3. Tiempo de Reparación. (Tiempo de Trabajo).
4. Tiempo de Espera de Repuestos.
5. Tiempo de Aprobación de alcances.
6. Tiempo Retrabajo (Defectos en Control de Calidad).
7. Tiempo de aprobación de salida. (Aseguradora).

Existen factores que claramente se salen de control como los que dependen completamente de la Aseguradora, como por ejemplo el tiempo de Aprobación, el cual depende de cuan ágil sea la visita y el reporte del inspector de la Compañía de seguros. Sin la aprobación de la Compañía no se puede iniciar ningún trabajo.

Pero si hay algunos aspectos sobre los cuales se podría trabajar para disminuir el tiempo total de ciclo.

Estos son los que conciernen al aspecto de alcances y retrabajo.

### 5.2 Descripción De Causas Raíces Relacionadas Al Tiempo De Ciclo

#### 5.2.1 El problema de los Alcances

Los alcances generalmente se presentan en la etapa de desarmado y enderezada pues en su mayoría se deben a una falla en la presupuestación inicial, en pocas palabras son extensiones en el presupuesto. Cabe recalcar que implican tiempo de aprobación.

El paso obvio es disminuir los alcances para disminuir el tiempo desperdiciado en espera improductiva.

#### 5.2.2 El Problema Del Re Trabajo

El sistema de trabajo actual en el taller es de subcontratación de los servicios de enderezada y pintura. Los contratistas ganan por trabajo terminado. Este es un punto no negociable según la gerencia porque así lo han hecho durante mucho tiempo y en su opinión funciona. Según nuestra perspectiva el problema radica en que al contratista le interesa realizar el mayor Número de trabajos por día sin importarle mucho lo que pase con otro contratista que maneja otro proceso, descuidando un poco el trabajo global. En muchas ocasiones al terminar el proceso de enderezada (necesariamente se lo realiza antes de pintar), existían ciertas fallas que los encargados del proceso de pintura no le daban importancia, incurriendo así en un producto defectuoso al momento de la revisión final. Había que realizar entonces una corrección al trabajo que significaba costos innecesarios y tiempo utilizado en corregir el defecto.

### 5.3 Diseño Del Experimento

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, la opinión de todo el equipo de investigación, personal comercial y técnico del taller, se decide investigar los siguientes factores que se creen van a influir directamente en el problema asociado al tiempo en los aspectos antes referidos.

#### 5.3.1 Factores A incluir en la investigación

1. Número de presupuestadores.
2. Tipo de diluyente.
3. Control de calidad en cada etapa.
4. Tecnología Aplicada de Secado.

Estos factores antes mencionados los podemos manipular para el desarrollo del experimento.

**5.3.1.1 Número de presupuestadores:** El taller trabaja con un sólo presupuestador. Se incorporará para el experimento uno más, que labora en otro taller de la empresa.

Se usará o una hoja de evaluación más detallada. Es decir este factor puede tomar dos niveles en el experimento, trabajar con un solo presupuestador (Nivel 1) o con dos (Nivel 2).

**5.3.1.2 Tipo de diluyente.**

Se consideran dos tipos de diluyentes. Diluyente secado rápido y secado lento. Se necesita tener evidencia estadística para el uso de uno u otro tipo de diluyente usado en el proceso de pintura. Este factor puede tomar dos niveles, uso del diluyente de secado rápido (nivel 1), uso del diluyente de secado lento (nivel 2).

**5.3.1.3 Control de calidad.**

Se entiende como aplicar o no el control de calidad por etapa a una inspección y evaluación al terminar una etapa antes de ingresar a la siguiente.

Específicamente en este caso entendemos que al terminar el proceso de enderezado se realizará una inspección antes de ingresar al proceso de pintura. A su vez al terminar el proceso de pintura se realizará otra inspección antes de ingresar al proceso de mecánica y entrega de vehículo. Es decir este factor puede tomar dos niveles: control de calidad en entrega (nivel 1), y control de calidad por etapas (nivel 2)

**5.3.1.4 Ruidos O variables exógenas**

Los factores de ruido son las causas que hacen que una característica funcional se desvíe de su objetivo.

En otras palabras, se entiende por variables de ruido a ciertos factores que no podemos manipular y que influyen en la variabilidad del proceso. Muchos diseños buscan incluirlos en el análisis. En nuestro caso de interés debemos incluirlos ya que obviamente no los podemos manipular y necesitamos que “contribuyan” en cierto grado en la variabilidad de los resultados, y necesitamos estimar esta influencia o efecto. Podemos distinguir como ruido al efecto que tienen los tipos de contratistas en el proceso desde el punto de vista de mano de obra. Existen varios contratistas en el taller, que se ocupan del proceso de enderezado y pintura respectivamente. Para el presente experimento se han seleccionado 4, que los llamaremos (GRUPO A, GRUPO B).

La robustez en este caso específico es la característica del proceso cuando este es insensible al efecto de factores exógenos. (Ruido).

Típicamente para la realización de un experimento se seleccionan las combinaciones de los factores y se realizan varias repeticiones comúnmente denominadas réplicas. Las conclusiones obtenidas se realizan tomando en cuenta las medias de las réplicas. El Dr. Taguchi propone el uso de una transformación denominada Señal /Ruido para incorporar el efecto de la variación entre las réplicas y no solo el efecto de la media en un experimento. En este caso el tipo de transformación usado es “menor es mejor”.

$\frac{S}{N} = -10\log\left(\frac{1}{n} \sum y_i^2\right)$ , que se usa en el caso que se quiere minimizar el valor de la característica estudiada, donde n es el Número de réplicas en el experimento, y las  $y_i$  son los tiempos de ciclo de cada auto estudiado. El objetivo de todas las transformaciones planteadas por el Dr. Taguchi siempre es maximizarlas. Lo anterior se puede interpretar como minimizar la variación.

**5.4 Experimentación.**

Para la fase de experimentación se monitoreó todo el proceso con 48 vehículos seleccionados aleatoriamente sin tomar en cuenta la compañía de Seguros, Tipo de siniestro, etc. Para la selección de las combinaciones de los factores en el experimento se usaran los arreglos ortogonales desarrollados por el Dr. Taguchi en su desarrollo sobre diseño experimental.

Los arreglos ortogonales ayudan a diseñar un experimento considerando un número reducido de combinaciones incluyendo la mayor variabilidad del proceso. Uno de los arreglos ortogonales que el Dr. Taguchi plantea para un diseño de cuatro factores con dos niveles cada uno es el siguiente:

**Tabla 5.1**

N. Presupuestador	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tec. secado
Un presupuestador	Secado Rápido	Control / Entrega	Sec. / Lámpara
Un presupuestador	Secado Rápido	Control / Etapa	Sec. / Ambiental
Un presupuestador	Secado Lento	Control / Entrega	Sec. / Ambiental
Un presupuestador	Secado Lento	Control / Etapa	Sec. / Lámpara
Dos presupuestadores	Secado Rápido	Control / Entrega	Sec. / Ambiental
Dos presupuestadores	Secado Rápido	Control / Etapa	Sec. / Lámpara
Dos presupuestadores	Secado Lento	Control / Entrega	Sec. / Lámpara
Dos presupuestadores	Secado Lento	Control / Etapa	Sec. / Ambiental

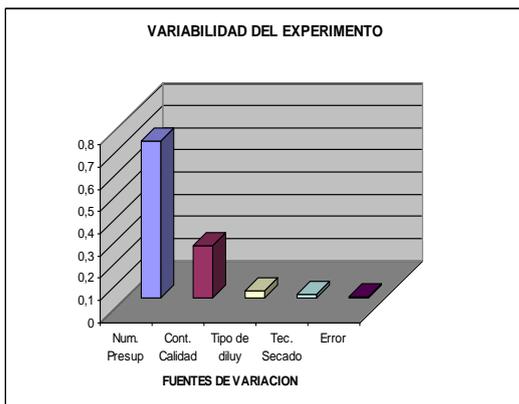
El uso de este arreglo representa una gran contribución en el diseño de experimentos pues se tienen que analizar solamente 8 combinaciones en el experimento versus las 16 posibles, incluyendo en estas ocho gran cantidad de la variación del proceso.

Posteriormente se seleccionan para cada combinación seis vehículos sometidos al proceso bajo los niveles de los factores correspondientes a cada renglón de la matriz experimental, donde tres se han reparado con la mano de obra del Grupo A y los restantes con la mano de obra tipo B. Esto para incluir la variación de la mano de obra en el experimento, que se podría considerar como un factor externo o ruido y tratar de estimarla.

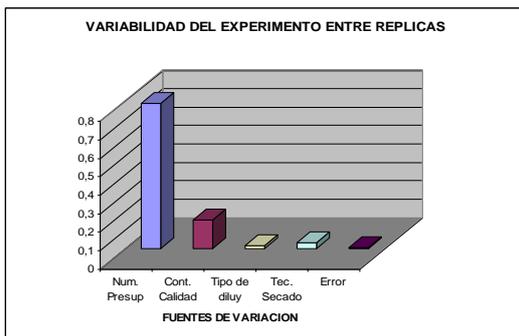
### 5.5 Resultados obtenidos y fijación de los niveles de los factores.

Después de realizar el análisis gráfico y de ANOVA (Análisis de varianza) los efectos de los niveles de los factores se pueden graficar así:

**Gráfico 5.1**



**Gráfico 5.2**



Los factores más significativos que minimizan el tiempo de ciclo son: "Número de presupuestadores" en su segundo nivel, esto es (Dos presupuestadores) y "C.Calidad" en su segundo nivel (esto es Control de calidad en entrega).

El resto de los factores estudiados pueden seleccionarse sus niveles más económicos, así:

Tipo de diluyente (**Secado Lento**) Nivel2.

- Galón diluyente Secado Rápido (USD 18)
- **Galón diluyente Secado Lento (USD 13,8).**

Tecnología de Secado. **Secado Ambiental.** Nivel 2

- Lámpara de Secado (245 USD).

### 5.6 Predicciones de Taguchi

Taguchi plantea que la característica a mejorar objetivo puede estimarse mediante sumas algebraicas de los promedios de los efectos de los factores significativos más la media general de todo el experimento, tenemos entonces:

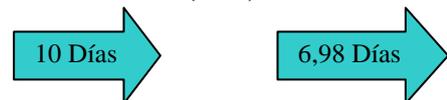
$$\text{EfectoFactor} = (\text{Pr omedio.bajo.la.condición.propuesta.del.factor} - \bar{Y})$$

Donde,  $\bar{Y}$  es el promedio general del experimento.

$$\hat{Y} = \bar{Y} + (\text{Numero Pr e sup}2 - \bar{y}) + (\text{C.CalidadNivel}2 - \bar{y}) + (\text{T.DiluyenteNivel}2 - \bar{y}) + (\text{SecadoNiv}d2 - \bar{y})$$

$$\hat{Y} = \text{Numero Pr e sup}2 + \text{C.CalidadNivel}2 + \text{T.DiluyenteNivel}2 + \text{SecadoNivel}2 - 3\bar{y}$$

$$= 7,63 + 7,92 + 8,16 + 8,20 - 3(8,31) = 6,98 \text{ días.}$$



Promedio t. ciclo anterior    Prom. T. ciclo Taguchi

### 6. Conclusiones Generales.

Filtrando el experimento en aquellos casos bajo el efecto de los niveles de los factores seleccionados, se observó una reducción de los denominados alcances y retrabajos, lo cual contribuyó en la reducción del tiempo de ciclo y estabilizó el proceso. Se presentaron alcances pero en su mayoría no se debían a una mala presupuestación sino a cauchos y pequeñas partes que no era mucho problema incluirlas en el presupuesto y no implicaban tiempo extra. Los retrabajos se redujeron significativamente además al instaurar el control de calidad en cada etapa. Lo cual significa que las causas especiales de variación se controlaron manipulando ciertos factores, es decir se controló el proceso. Esto se puede corroborar chequeando el gráfico 5.1 y 5.2 los cuales muestran que la variabilidad del experimento depende de los factores propuestos y comparativamente el error es muy pequeño.

#### 6.1 Impacto Estimado De La Reducción Del Tiempo de Ciclo en El Nivel de Satisfacción General.

Considerando el análisis de VOC y las encuestas se obtuvo un modelo de regresión que explica la satisfacción general en función de ciertas características del servicio, tenemos entonces:

SATISF GENERAL = 1,56 + 0,124 Servicio Jefe de Taller + 0,210 Atención Telefónica + 0,242 Tiempo de Reparación + 0,251 Costo Repuestos

**Tabla 6.1**

Serv. Jefe Taller	Atención Telefónica	Tiempo Reparación	Costo Repuestos	Calif. General
6,62	5,9	7	7,29	7,19
<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8,5</b>	<b>7,29</b>	<b>8,45</b>

Nota: (Se ha usado una escala del 1 al 10, donde uno representa desastroso o pésimo, mientras que 10, excelente).

Este modelo nos ayuda a visualizar que mientras más altas sean las calificaciones obtenidas en las variables dependientes, mayor será la satisfacción general de las aseguradoras. El proceso de mejora anteriormente descrito influyó en la variable tiempo de entrega, es decir si después de un tiempo se realiza otra vez una evaluación por medio de una encuesta este promedio observado en esta variable debe crecer. Pero, ¿Qué debemos hacer para incrementar las calificaciones obtenidas en las otras variables para incrementar la satisfacción general?

## 6.2 Plan de Acción.

En la tabla 6.1 se muestran en la primera fila las calificaciones obtenidas en las encuestas realizadas a las aseguradoras, en la siguiente fila se muestran las calificaciones promedio objetivo estimadas después de seguir el plan de acción siguiente:

**Mejorar la atención:** Mediante las entrevistas personalizadas con las aseguradoras, podemos traducir que mejorar la atención se traduce en: respuestas rápidas, seriedad en la negociación, atención personalizada, cuidar la relación cliente-aseguradora, efectividad con sus clientes.

**Atención telefónica:** Los ejecutivos de siniestros se desesperan cuando no los atienden telefónicamente o simplemente si las líneas están ocupadas. Prefieren enviar su producción a talleres donde los tengan al tanto de los acontecimientos o simplemente les sea más fácil comunicarse telefónicamente. Se requiere adquirir una central telefónica independiente, puesto que existe una sola para el concesionario y el taller. Proporcionar a las asesoras comerciales capacitación en técnicas de servicio al cliente y atención telefónica. Es viable elevar esta calificación de 5,9 a 9.

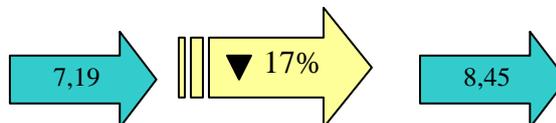
**Tiempos de Reparación:** Mediante el Diseño experimental usando las técnicas desarrolladas por el Dr. Taguchi se logró obtener evidencia formal de que al fijar ciertos niveles de ciertos factores se reduce el tiempo de ciclo de 10 días a 6,98 días, lo cual se traduce en una disminución del 43%. Definamos como un objetivo viable que la calificación en esta variable mejore solamente en un 22%, es decir pase de 7 a 8,5.

**Costo de Repuestos:** Este punto según la gerencia no es negociable. Los costos se mantendrán. Es decir que dentro del presente análisis se considera mantener la misma calificación en esta variable (7,29).

**Servicio Jefe de Taller:** En las encuestas realizadas existieron muchas quejas acerca del jefe de taller en el espacio de observaciones y en la calificación de esta variable, por lo que se propone un curso de atención al cliente y manejo de conflictos. Creemos que al mejorar la atención telefónica se descargará un poco al jefe de taller en el aspecto de atención a los clientes. Se quiere mejorar esta calificación de 6,62 hasta un 9.

## 6.3 Incremento de la Satisfacción e Impacto Económico.

Evaluando los nuevos valores de las variables en el modelo propuesto, se obtiene:



El hecho que la satisfacción de las aseguradoras aumente implicará que las relaciones comerciales con el taller aumenten, ya que alguien trabaja generalmente y en la mayoría de los casos con quien se siente más satisfecho. Si la satisfacción general se incrementaría en un 17 %, consideremos como una premisa aceptable en que la producción con el taller no se aumente en el mismo porcentaje, sino que lo haga en un 10 % como cota mínima.

El taller recibe mensualmente alrededor de 180 autos. Asumamos que al incrementarse la satisfacción en un 17%, se incremente el número de autos enviados en un 10 %, que es algo lógico, esto significaría aproximadamente unos 240 autos adicionales al año. Económicamente, ¿Cuánto representaría este incremento en el trabajo? Asumamos también una cota mínima de ganancia neta por reparación unos 300 USD para efectos de cálculo, se tendría entonces un ingreso neto adicional anual de unos **70 000 USD**.

Cifra que consideramos como una cota mínima, pues siempre hay la tendencia a ir incrementando la producción con quien se va sintiendo más satisfecho.

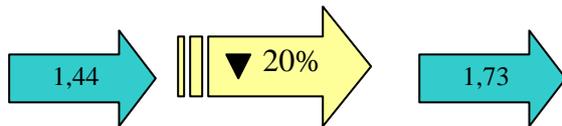
## 6.4 Cálculo del Nivel Sigma

El objetivo en general de un proyecto seis sigma es minimizar los defectos, el gran objetivo es llegar a los seis sigma que se podría traducir como 3,4 defectos por millón de oportunidades. Es decir mientras más alto es el nivel sigma, mayor es la habilidad del proceso en cumplir las especificaciones u objetivos.

De los 48 vehículos estudiados en el experimento, 24 de ellos se trabajaron con dos presupuestadores, ninguno de ellos se entregó fuera del tiempo pactado. Para efectos del cálculo del nuevo nivel sigma asumamos que uno fue entregado con retraso, tenemos entonces:

$$DP = \frac{1}{24} = 0.042$$

Este número de defectos por oportunidades representa un nivel sigma de 1,73.



## 7. Control

Entre las más importantes herramientas en el control estadístico de la calidad es el gráfico o carta de control, también llamada gráfica de Shewart, por ser este economista quien la investigó y la puso en práctica aproximadamente en el año 1920.

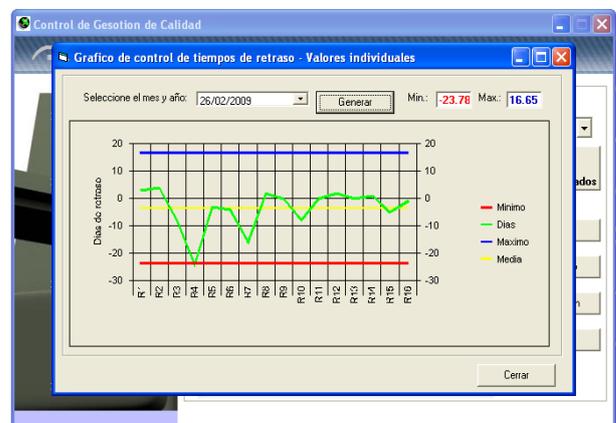
Una de sus principales características es la capacidad de diferenciar las causas naturales de las externas de la variación de la calidad.

Las gráficas de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas y para estimar la capacidad de un proceso.

Se desarrolló un software que monitorea todos los tiempos de reparación y entrega y los indicadores propuestos para los procesos.

Si alguna observación o un conjunto de ellas no cumple con los criterios de estabilidad estadístico considerando los límites de control ya sea superior o inferior, esto indicaría que hay que revisar el proceso porque hay causas externas que están influyendo significativamente en el proceso.

Gráfico 7.1



## 7. Referencias

- [1] J. ESCALANTE. "Seis Sigma: Metodología y Técnicas". Editorial Limusa S.A. De CV. Junio 2005.
- [2] JOHNSON. "Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de datos"
- [3] REYES. P. Metodología Taguchi. Febrero 2008.
- [4] ROWLANDS. "What is Lean Seis Sigma". 1998
- [5] STEVENSON. "Business Statistics". Harper & Row, Publishers, Inc.,
- [6] STRACKER DAVID. Quality Improvement: Tools and Techniques (Prentice-Hall Manufacturing Practitioner) (Paperback).