

CUADERNOS DEL CIMBAGE



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas



CONTROL DE LA CALIDAD Y MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

Autor(es): Chahin, Tomás.

Fuente: Cuadernos del CIMBAGE, Nº 20 (Diciembre 2018), pp 1-25

Publicado por: Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.

Vínculo: <http://ojs.econ.uba.ar/ojs/index.php/CIMBAGE/issue/view/179>



Esta revista está protegida bajo una licencia Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Cuadernos del CIMBAGE es una revista académica semestral editada por el **Centro de Investigaciones en Metodologías Básicas y Aplicadas a la Gestión** (CIMBAGE) perteneciente al Instituto de Investigaciones en Administración, Contabilidad y Métodos Cuantitativos para la Gestión (IADCOM).

CONTROL DE LA CALIDAD Y MEJORA CONTINUA EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

Tomás Chahin

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas,
Departamento de Administración. Cátedra de Sistemas Administrativos
Av. Córdoba 2122 – CABA – C1120AAQ - Argentina

tomaschahin@gmail.com

Recibido 15 de marzo de 2018, aceptado 20 de mayo de 2018

Resumen

A partir de la implementación en las empresas de la metodología de mejora continua de procesos, como parte fundamental de una gestión basada en la calidad, se realizan diversos análisis y estudios apoyados en la estadística a efectos de determinar la variabilidad de un proceso determinado. Esto es posible a través de lo que denominamos Control Estadístico de Procesos, como herramienta fundamental del control de calidad necesario en todo proceso productivo, ya sea industrial o de prestación de servicios.

En el presente trabajo se desarrolla la mejora continua de uno de los procesos centrales de una empresa de transporte de pasajeros, implementando su metodología y aplicando conceptos de control estadístico de procesos. De esta manera se irá demostrando a través de las diversas herramientas de la mejora continua cómo es posible encontrar las mejoras requeridas logrando el cumplimiento de gran parte de los objetivos propuestos.

Palabras clave: control de la calidad, mejora continua, control estadístico de procesos.

Códigos JEL: C15, C44, M11.

QUALITY CONTROL AND CONTINUOUS IMPROVEMENT IN A PASSENGER TRANSPORT COMPANY

Tomás Chahin

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas,
Departamento de Administración. Cátedra de Sistemas Administrativos
Av. Córdoba 2122 – CABA – C1120AAQ - Argentina

tomaschahin@gmail.com

Received March 15th 2018, accepted May 20 to 2018

Abstract

From the implementation in the companies of the methodology of continuous improvement of processes, as an essential part of a quality-based management, various analyses and studies are carried out based on statistics in order to determine the variability of a given process. This is possible through what we call statistical process control, as a fundamental tool of the necessary quality control in all production process, whether industrial or service provision.

In this paper, the continuous improvement of one of the core processes of a passenger transport company is developed, implementing its methodology and applying concepts of statistical process control. In this way it will be demonstrated through the various tools of continuous improvement how it is possible to find the required improvements achieving the fulfillment of a large part of the proposed objectives.

Keywords: quality control, continuous improvement, statistical process control.

JEL Codes: C15, C44, M11.

1. INTRODUCCION

A partir de la implementación en las empresas de la metodología de mejora continua de procesos, como parte fundamental de una gestión basada en la calidad, se realizan diversos análisis y estudios apoyados en la estadística a efectos de determinar la variabilidad de un proceso determinado. Esto es posible a través del Control Estadístico de Procesos, como herramienta fundamental del control de calidad necesario en todo proceso productivo, ya sea industrial o de prestación de servicios.

En una primera parte de este trabajo se intenta brindar un marco teórico sintético, a efectos de entender las ideas básicas del control. En una segunda etapa se expondrá un caso de aplicación de la metodología de mejora continua y control estadístico de procesos.

2. MARCO TEORICO

Control

En una primera instancia, se considera importante introducir el concepto de control.

Juran y Gryna (1996) afirman: “Control se refiere al proceso que se emplea con el fin de cumplir con los estándares. Esto consiste en observar el desempeño real, compararlo con algún estándar y después tomar medidas si el desempeño observado es significativamente diferente del estándar.”

Los autores plantean la razón de ser de un control, el cual no termina con la obtención de la información, sino que continúa con las medidas o acciones correspondientes en la medida que existan desvíos. La acción de controlar debe necesariamente generar beneficios, ya que de no ser así no tendría ningún sentido. Dichos beneficios tendrán que ver con una baja en los costos, cumplimiento de las especificaciones técnicas, precisión en la fabricación de un producto o la prestación de un servicio, optimización del proceso de trabajo u otro.

Un concepto fundamental al abordar los diversos tipos de controles es que los mismos estén subordinados a la estrategia de la organización. Dicha estrategia la define la Dirección y forma parte del planeamiento de la organización. Los controles deben responder a los objetivos dispuestos para cada proceso y estos a su vez a la estrategia y misión que se hayan establecido.

Control Estadístico de Procesos

Se puede afirmar, en base a lo expresado por diversos autores que han escrito sobre el tema, que el objetivo del Control Estadístico de Procesos (CEP) es la reducción sistemática de la variabilidad. En este sentido se puede agregar que:

- *En todos los procesos existe algún nivel de variabilidad.* Seguramente, esta podrá ser mayor en procesos de prestación de servicios, los cuales, exigen mucho esfuerzo para reducir la variabilidad al disponer de una gran participación de las personas durante el desarrollo de la actividad. Pero, también se encuentra una gran variabilidad en procesos que no son seguros, que no están controlados, que no responden a una rutina de trabajo o donde no están claras las especificaciones u objetivos.
- *Las diferencias que ocasiona el proceso provocan la insatisfacción del cliente.* Por lógica consecuencia un proceso que no es seguro, que no está controlado o que no se desarrolla en forma homogénea, generará consecuencias negativas hacia el cliente o usuario del producto o servicio.
- *El objetivo es analizar la variabilidad para comprender sus causas y eliminarlas, de manera de obtener un proceso estable.* Muchas veces se intenta solucionar los desvíos encontrados en forma rápida, para así poder continuar con la operación, pero no siempre se detiene a analizar las causas de dichos desvíos. Esto es clave para la eliminación definitiva de los problemas desde su raíz. Aquí es cuando la metodología de mejora continua, a través de sus diversas herramientas, se ocupa de la solución de los problemas desde el análisis mismo de sus causas.

Six Sigma

Borsetti (2010), afirma: *“Six Sigma nace en los años 80 en Motorola, de la mano del Dr. Mikel Harry, como un intento para conseguir mejoras sustanciales en la calidad del producto.”*

A través de esta herramienta se busca la reducción de los errores en los procesos de trabajo, con el objetivo de lograr una mayor productividad¹. En síntesis, se apoya en la metodología de mejora continua y en el control estadístico de procesos, para conformar grupos de mejora conocedores de la problemática de cada proceso, quienes tienen la misión de generar las mejoras realizando un seguimiento de los indicadores y metas fijados.

¹ Productividad: Es la relación entre producción e insumo, o también es el cociente entre la cantidad producida y la cuantía de recursos que se hayan utilizado en la producción. Oficina Internacional del Trabajo, OIT.

Gráficos de Control

Para entender el concepto de estos gráficos, se recurre a la definición brindada por los autores Avedissian *et al.* (2006):

“Las planillas se utilizan en cada operación o proceso para mantener la variabilidad dentro de los límites preestablecidos y monitorear el proceso, evaluando la magnitud de los desvíos, la tendencia y si dejan al proceso fuera de control. En los gráficos de control están trazados los límites superiores e inferiores que indican si el proceso se encuentra o no bajo control.”

A través de este tipo de gráficos se visualiza la variabilidad del proceso. Identificando la media y los límites superior e inferior es posible establecer dicha variabilidad (Ver Figura 1).

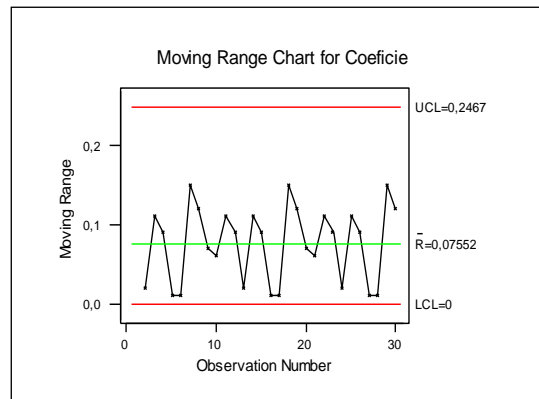


Figura 1. Variabilidad – Límite superior e inferior

Fuente: Avedissian *et al.* (2006)

Distribución Normal (Campana de Gauss)

La distribución normal es una de las más importantes en el cálculo de probabilidades y estadística. Corresponde a las mediciones de un proceso; también, se obtiene a través de transformaciones matemáticas de los datos o por uso de promedios.

A través de la campana de Gauss es posible establecer si el proceso se encuentra Controlado o Fuera de Control, así como también si es Apto o No Apto, según se observa en las Figuras 2 y 3.

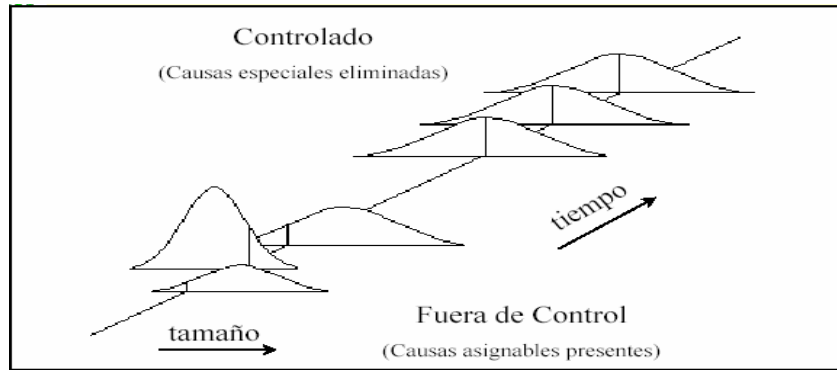


Figura 2. Campana de Gauss

Proceso Controlado / Fuera de Control

Fuente: Ing. Ana María López – Universidad del Salvador

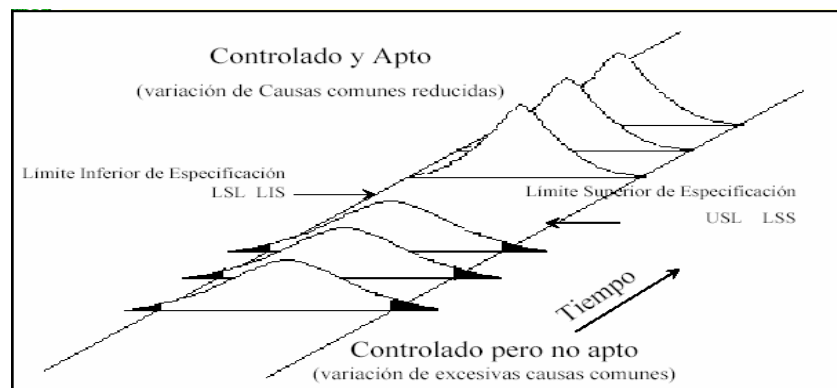


Figura 3. Campana de Gauss

Proceso Controlado Apto / No apto

Fuente: Ing. Ana María López – Universidad del Salvador

3. PLANTEO DEL CASO DE ESTUDIO

3.1. Tema de trabajo

El presente trabajo está relacionado con la implementación del control de la calidad y la metodología de la mejora continua en una empresa de transporte de pasajeros de media distancia.

3.2. Objetivo

Lograr la solución a un problema específico detectado en la empresa, a través de la metodología de mejora continua y el control estadístico de procesos.

3.3. Proceso involucrado

Diagramación del servicio y Titularidad de las unidades.

3.4. Definición y análisis - Antecedentes

La situación al inicio era de 20 conductores por unidad, por mes, cuando lo esperado era de 4. Históricamente se le asignó una unidad a un conductor, de manera que hubiera conductores efectivos. Antes, las unidades tenían dueños particulares con conductores que formaban parte de una tropa, quienes manejaban las unidades del mismo dueño. Se trabajaba con menos conductores, menos servicios y recorridos.

3.5. Situación al inicio

Se percibe un exceso de conductores por unidad. Esto genera menor compromiso por parte de los mismos para con el vehículo que se le asigna. Un 80% de la flota de unidades se ocupa con más de 8 conductores por mes.

3.6. Problema detectado

Unidades conducidas por una cantidad de conductores mayor al establecido por la empresa, generando una falta de compromiso para con el cuidado del vehículo, sumado al desconocimiento de la unidad asignada.

3.7. Equipo de mejora

Se conforma un equipo de mejora o de calidad, conformado por: el Coordinador General, los Gerentes de Tráfico, Servicios Generales, Mantenimiento y Abastecimiento, la Analista de Calidad y, como facilitadores, los consultores en temas de Calidad y Normas ISO 9000.

4. IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA DE MEJORA CONTINUA – CICLO DE DEMING

4.1. Identificación de las causas

Por medio de la herramienta *Brainstorming* se realiza una identificación, en el equipo, de las posibles causas del problema planteado (Ver Tabla 1).

- Falta de repuestos.
- No se para la unidad, para la solución del problema, por falta de repuestos.
- Falta de personal en Mantenimiento en determinados horarios (sábados después 17 hs hasta domingo 22 hs; lunes a viernes 18 hs a 22 hs. De viernes a lunes, mitad de personal nocturno.
- En temporada de vacaciones no se dispone de los reemplazos necesarios.
- Ausentismo, por enfermedad y otras causas, muy alto.
- Cambios de turno, de franco y de unidades.
- No se da atención a los requerimientos de mantenimiento y los relacionados con la administración de personal.
- Tratamiento no adecuado, por parte de los Inspectores.
- No aplicar sanciones a conductores u otro personal, cuando habría que aplicarla para fijar pautas de conducta.
- Falta de maniobristas.
- Falta de cumplimiento del procedimiento, en cuanto a completar el Parte de Novedades.
- Existe limitación de unidades A y B para prestar los servicios necesarios por diagrama.
- Diagramación en función de los servicios que se necesitan y no teniendo en cuenta las unidades disponibles.
- Se percibe como necesario analizar la posibilidad de diagramar a mayor cantidad de días.
- Diversidad de modelos de unidades lo que obliga a diversificar extremadamente las compras de repuestos.
- Desvío de la atención específica de Compras, para efectuar tareas superpuestas o de otro sector.
- Falta de un inventario eficaz.
- Falta de especificaciones claras en repuestos nuevos solicitados.
- Falta de capacitación del personal de Compras para la adquisición de los repuestos solicitados.

- Problemas para solicitar a la Dirección la ampliación del presupuesto de principio de mes, con el fin de aumentar la adquisición de repuestos.

Tabla 1.- Lista de causas

Fuente: elaboración propia

A partir de la identificación de dichas causas se efectuó una ponderación de las más importantes a las menos, obteniendo el diagrama de Causa-Efecto (Ver Figura 4).

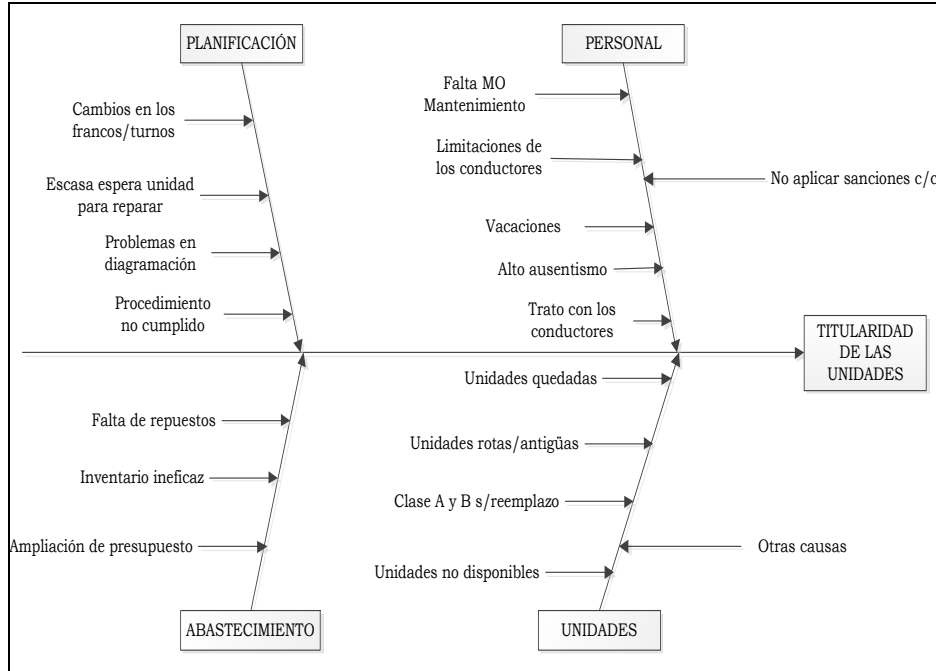


Figura 4. Diagrama de Causa-Efecto

Fuente: elaboración propia

Luego de la ponderación de las causas se obtuvo el Diagrama de Pareto (Ver Figura 5).

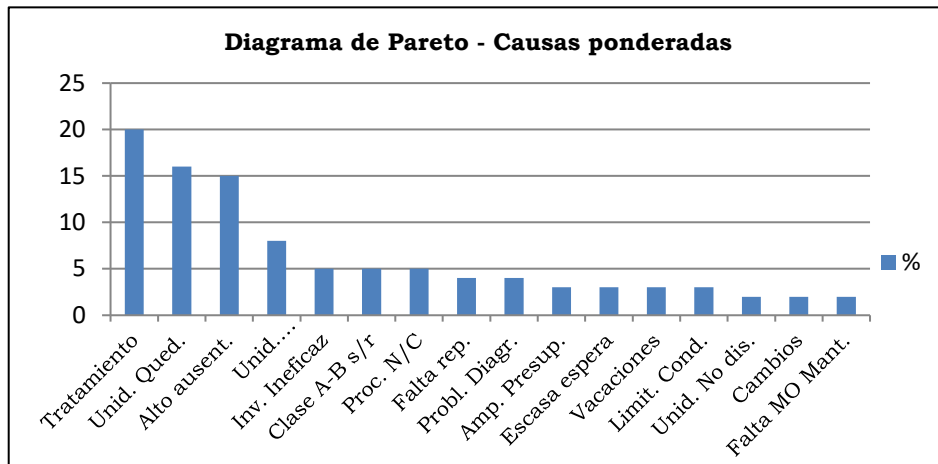


Figura 5. Diagrama Pareto

Fuente: elaboración propia

4.2. Planificar

Se releva información y/o datos sobre los siguientes temas:

Tratamiento no apropiado a los conductores

- Grado de conformidad de los conductores para con la empresa.
- Respuesta inapropiada de los conductores.
- Respuestas favorables de los conductores ante requerimientos específicos por parte de Tráfico (TRAFICO)
- Conductores con conductas no apropiadas (con o sin sanción) (RRHH)

Falta de unidades por cortados / quedados / otras causas

- Incidencia del faltante de repuestos en el total de quedados (COMPRAS)
- Motivos de quedados / cortados. Buscar las causas que impliquen la mayor cantidad de casos (MANTENIMIENTO)
- Costo de MO Mantenimiento trabajando los días de semana vs. Trabajando fines de semana. Compararlo con las unidades mantenidas. (MANTENIMIENTO)

Se dispone de una cantidad ajustada de personal

- Causas de ausentismo (RRHH)

- Análisis de las vacaciones (fechas, cantidad de días, etc.) (RRHH)

En base a lo anterior, se plantean los objetivos de mejora según el tema, con sus respectivas metas (Ver Tabla 2).

CONCEPTO	OBJETIVO	ANTES	META
Titularidad	Reducir la cantidad de unidades conducidas por más de 8 conductores.	160 unid. c/ más de 8	45 unidades con más de 8
Respuestas favorables de los conductores	Aumentar la cantidad de respuestas favorables en un 15%	60%	75%
Faltante de repuestos	Eliminar o minimizar los faltantes de repuestos en el total de rotos..	20% diario, de los rotos	5%
Ausentismo	Minimizar el ausentismo en un 3,5%	9,5%	6%
Horas de uso de la unidad	Equilibrar las horas de uso de las unidades, especialmente las que cumplen más de 18 hs. diarias.	14	Definir
Unidades quedadas / cortadas.	Disminuir la cantidad de unidades quedadas / cortadas.	25 unid. X día	15 unid. x día

Tabla 2. Objetivos de Mejora

Fuente: elaboración propia

Curva de Gauss al Inicio e Indicador de Titularidad (ver ANEXO 1)

Hacer - Soluciones

En función de los objetivos propuestos se establecen las acciones por cada sector involucrado (Ver Tabla 3).

SECTOR INVOLUCRADO	ACTIVIDAD
Tráfico – RRHH - Mantenimiento	<i>Respuestas favorables de los conductores:</i> -Involucrar al cuerpo de delegados. -Buscar las causas de la no colaboración o indiferencia.

	-Mejor atención al Conductor en los servicios que la empresa debe brindarle (respuesta ante auxilios, trámites de RRHH, etc.).
RRHH	<i>Respuestas favorables de los conductores:</i> -Efectuar una Encuesta de Clima interno. Se realizarán reuniones entre RRHH y HST para definir el formato de la encuesta.
Tráfico	<i>Titularidad:</i> -Realizar una diagramación que permita cumplir desde el inicio con el objetivo de Titularidad -Analizar la posibilidad de diagramar a 30 días.
Tráfico	<i>Horas de uso de la unidad:</i> -Efectuar los cambios en el diagrama que permitan una mejor distribución de las horas de uso en las unidades que cumplen más de 18 hs. diarias.
Abastecimiento	<i>Faltante de repuestos:</i> -Ajustar y aumentar la planificación de las compras rutinarias - Mejorar la coordinación con Mantenimiento y con el predio Pilar - Reorganización de la entrega de repuestos en Pilar
Mantenimiento	<i>Unidades quedadas / cortadas:</i> -Analizar las causas de quedadas diarias y actuar en función de las mismas. -Buscar alternativas para contar con mayor cantidad de personal los fines de semana. Por ausencias en el turno mañana queda mayor volumen de trabajo para el fin de semana. -Intensificar la cantidad de unidades para realizar el mantenimiento programado ("la preventiva"), especialmente en los Agrale, Materfer y unidades que ingresan en el mes de junio. -Mejorar la administración de los módulos informáticos de mantenimiento y gomería. -Mejorar y completar el personal administrativo de las Oficinas Técnicas (consensuar con RRHH, Tráfico y Administración).
RRHH	<i>Ausentismo:</i> -Se relacionan con las acciones a efectuar con la Respuesta favorable de los Conductores. -Análisis permanente con el centro médico para determinar las causas. -Mejorar la posición de manejo de las unidades Materfer nuevas.

	-Mejorar las unidades. Se está en proceso de cambios de los Deutz por unidades más nuevas.
Servicios Generales	<p><i>Mantenimiento preventivo de equipos:</i></p> <p>-Incorporar a la revisión periódica los equipos del predio Pilar.</p> <p>-Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que contenga los equipos a mantener y a los que deben efectuarse una calibración sistemática.</p>

Tabla 3. Acciones por Sector Involucrado

Fuente: elaboración propia

4.3. Verificar - Mediciones

En forma mensual se verifican los resultados obtenidos, a efectos de establecer el nivel de avance de las mejoras propuestas y el nivel de cumplimiento de las metas (Ver Tabla 4)

OBJETIVO	ANTES	META	DESPUES	RESULTADO
Reducir la cantidad de unidades conducidas por más de 10 conductores.	160 unid. c/ más de 8	45 unidades con más de 8	157 u. c/ más de 8 – 32 mal diagramados	IGUAL
Aumentar la cantidad de respuestas favorables en un 15%	60%	75%	60%	IGUAL
Eliminar o minimizar los faltantes de repuestos en el total de rotos..	20% diario, de los rotos	5%	11,5% diario, de los rotos	MEJOR – 42,5%
Minimizar el ausentismo en un 3,5%	9,5%	6%	9,5%	IGUAL
Equilibrar las horas de uso de las unidades, especialmente las que cumplen más de 18 hs. diarias.	14 unid.	Definir	Solo 13 u. entre 15 y 18 hs.	MEJOR

Disminuir la cantidad de unidades quedadas / cortadas.	25 unid. X día	15 unid. x día	21 u. x día	MEJOR – 16%
--	----------------	----------------	-------------	-------------

Tabla 4. Verificación de resultados obtenidos

Fuente: elaboración propia

La Curva de Gauss al Final e Indicador de Titularidad se presenta en ANEXO 2.

El Gráfico de Control al Final e Indicador de Titularidad, se presenta en ANEXO 3.

La verificación de los resultados se puede observar a través del seguimiento de Indicadores de Gestión. (ANEXO 4)

En la Tabla 5 muestra la Revisión Final y el Resultado Final.

OBJETIVO	ANTES	META	REVISION PARCIAL	RESULTADO	REVISION FINAL	RESULTADO FINAL
Reducir la cantidad de unidades conducidas por más de 8 conductores	160 unid. c/ más de 8.	45 unidades con más de 8	157 u. c/ más de 8 – 32 mal diagramados	IGUAL	86 u. c/ más de 8	MEJOR
Aumentar la cantidad de respuestas favorables en un 15%	60%	75%	60%	IGUAL	75%	CUMPLE LA META
Eliminar o minimizar los faltantes de repuestos en el total	20% diario, de los rotos	5%	11,5% diario, de los rotos	MEJOR -	5% diario, de los rotos	CUMPLE LA META
Minimizar el ausentismo en un 3,5%	9,5% mensual	6%	9,5% mensual	MEJOR	9,38% mensual	MEJOR
Equilibrar las horas de uso de las unidades, especialmente las que cumplen más de 18 hs. diarias.	14 unid.	Definir	Solo 13 u. entre 15 y 18 hs.	CUMPLE LA META	0 unid.	CUMPLE LA META

Disminuir la cantidad de unidades quedadas / cortadas.	25 unid. X día (promedio mensual)	15 unid. x día	21 u. x día	CUMPLE LA META	9,11 x día	CUMPLE LA META
--	-----------------------------------	----------------	-------------	----------------	------------	----------------

Tabla 5. Revisión Final y Resultado Final

Fuente: elaboración propia

4.4. Actuar - Estandarizar

En la Tabla 6 se definen las acciones que se deberán estandarizar para hacerlas permanentes, así como también aquellas que quedan pendientes y se continuarán en posteriores proyectos de mejora:

OBJETIVO	ESTANDARIZAR
Reducir la cantidad de unidades conducidas por más de 8 conductores.	Se deberá continuar con las acciones seguidas hasta el momento. Analizar los datos existentes en el tablero, incluyendo el resto de los indicadores, de manera de verificar inclusive las metas previstas. Se originará un nuevo proyecto de mejora continua.
Aumentar la cantidad de respuestas favorables en un 15%	Se concretará una encuesta de clima interno a los Conductores y personal de Mantenimiento. Poner en práctica las acciones que surjan de la encuesta.
Eliminar o minimizar los faltantes de repuestos en el total de rotos.	Continuar con las medidas adoptadas en los últimos meses
Minimizar el ausentismo en un 3,5%	Intensificar las medidas que lleven a una baja en los resultados de ausentismo. Este es uno de los temas que origina un nuevo proyecto de mejora continua.
Equilibrar las horas de uso de las unidades, especialmente las que cumplen más de 18 hs. diarias.	Se disponen solo 13 unidades con una ocupación entre 15 y 18 hs.
Disminuir la cantidad de unidades quedadas / cortadas.	Modificación del informe de quedados/cortados, de manera que brinde información más acertada, así como también sobre los porcentajes de servicios brindados. Continuar con las acciones implementadas para el logro de los objetivos.

Tabla 6. Acciones a estandarizar

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

Luego de llevado a cabo el proyecto descrito, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Al modificarse la meta y los criterios de evaluación del Indicador de Titularidad, se pueden visualizar mejoras no solamente en el último mes sino también en los meses anteriores, al modificarse la forma de obtención del indicador.
- El Indicador de Ausentismo muestra una leve mejoría la cual se terminará de analizar en los nuevos resultados.
- Además de mejoras en los indicadores de unidades quedadas y cortadas se percibe en el tablero de la dirección mejoras y cumplimiento de la meta en el indicador de “Km. recorridos x litro”.
- A través de las acciones seguidas en el proceso de Planificación del Servicio, entre las cuales se destaca el cambio en la metodología de diagramación en algunos de los servicios/ramales, se visualizan mejoras en los indicadores que fueron objeto de estudio, así como también en el de “Total de Servicios Vacíos”.
- Posibilidad de una comunicación fluida entre todos los responsables/gerentes.
- Mantener reuniones para el análisis de los datos y de oportunidades de mejora con la posibilidad de analizar las causas de los problemas.
- Fortalecimiento del concepto de equipo de trabajo compuesto por dichos responsables/gerentes.

5. BIBLIOGRAFIA

Avedissían, J.; Castillo, O.; Chahin, T.; Ferrari, A. y González Escudero, A. (2006). *Práctica de la Calidad para la Gestión de Excelencia*. Buenos Aires: EDICON Fondo Editorial, Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Borsetti, Claudio (2010). *Cómo multiplicar ganancias en tiempos turbulentos: aplicando el método de gestión Lean Six Sigma en su empresa*. Buenos Aires: EDICON Fondo Editorial, Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Chang, Richard (1996). *Mejora Continua de Procesos*. Barcelona: Ediciones Gránica,

Chang, Richard (1996). *Herramientas para la Mejora Continua*. Barcelona: Ediciones Gránica.

Deming, W.E (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Juran, J.M. y Gryna, F.M. (1996), *Análisis y Planeación de la Calidad*. México. Editorial Mc Graw Hill.

ANEXO 1**Curva de Gauss al Inicio – Indicador de Titularidad**

La Figura 6 muestra la Curva de Distribución de las muestras, que se tomó para el caso en cuestión, al inicio del proyecto.

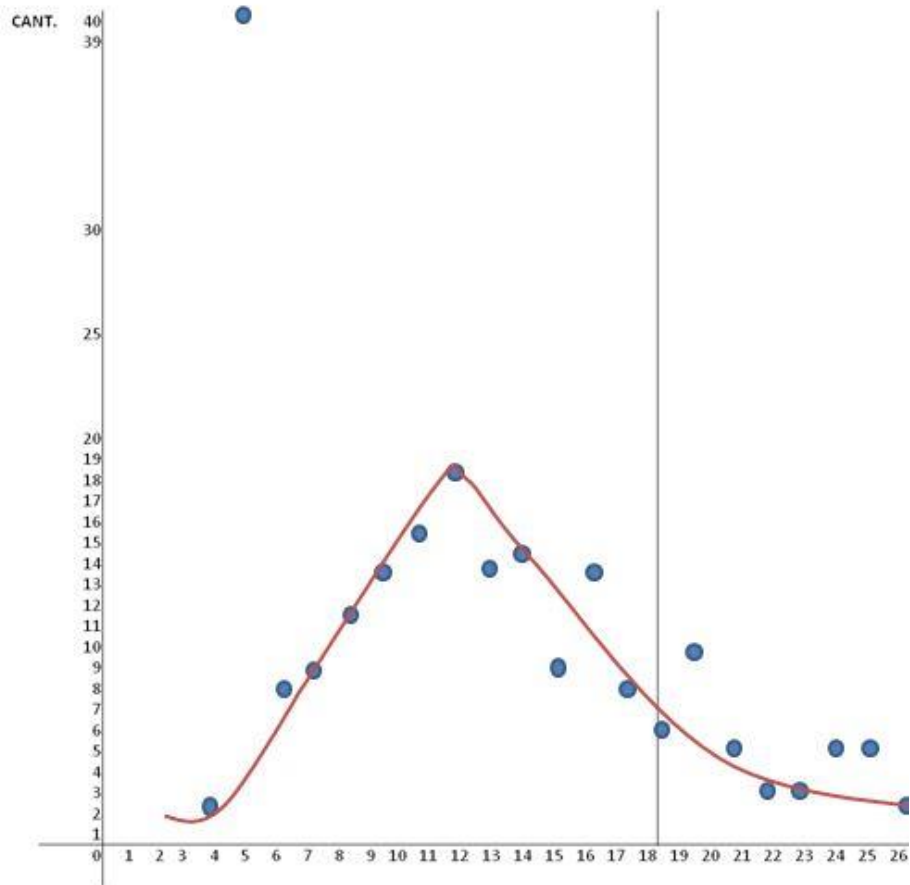


Figura 6. Curva de Gauss al Inicio – Indicador de Titularidad

Fuente: elaboración propia

- DESVIACIÓN STD = 7,07
- PROMEDIO = 18,50
- COEF. DE VARIACIÓN = 0,38

Desviación Estándar / Media

Comentarios del Anexo 1

Como puede observarse en la Figura 6, se dispone de una desviación standard de 7,07, dando muestras del alto nivel de falla existente en el proceso.

El coeficiente de variación indica una dispersión respecto de la media del 38%.

La Curva Normal muestra un sesgo hacia la izquierda producto justamente de la desviación existente y el alto nivel de fallas. Por este motivo la Curva no posee el equilibrio deseado para un proceso controlado y apto para la realización de las tareas.

Existe un punto de la curva que se encuentra fuera de los límites de la curva, tratándose de una excepción.

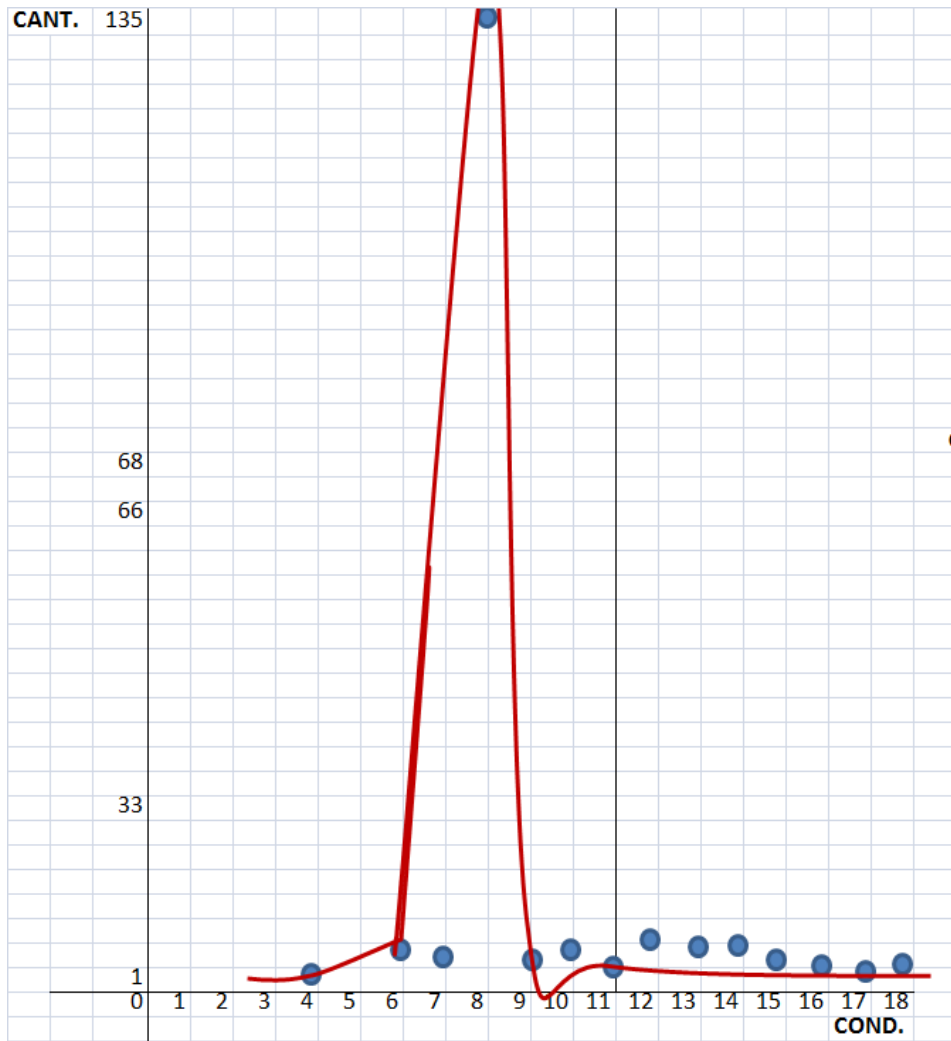
ANEXO 2**Curva de Gauss al Final – Indicador de Titularidad**

Figura 7. Curva de Gauss al Final – Indicador de Titularidad

Fuente: elaboración propia

- DESVIACIÓN STD = 4,47
- PROMEDIO = 11,0
- COEF. DE VARIACIÓN = 0,40

Comentarios del Anexo 2

La Figura 7 muestra la Curva de Distribución de la muestra que se tomó para el caso en cuestión, al final del proyecto. La desviación standard de 4,47, refleja las mejoras introducidas en el proceso, reduciéndose su variabilidad.

La mejora es de tipo cualitativo, al observar que cada unidad utiliza menor cantidad de conductores.

La Curva Normal de la muestra es de tipo amesetada, la cual muestra la mejora arriba mencionada. Si bien no se puede hablar de una Curva equilibrada, ya no existe el sesgo del principio.

ANEXO 3**Gráfico de Control al Final – Indicador de Titularidad**

A efectos de obtener los límites superior e inferior del Gráfico de Control se realizaron los siguientes cálculos:

$$p: \text{media muestra} = \frac{N^{\circ} \text{ errores}}{N^{\circ} \text{ revisiones}} = \frac{1525}{2400} = \mathbf{0,6354}$$

$$\delta_p: \text{desvío estándar media muestra} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = \sqrt{0,000097} = \mathbf{0,000985}$$

$$LCS = p + (z * \delta_p) = 0,6354 + (3 * 0,000985) = 0,638355 = \mathbf{63,84\%}$$

$$LCI = p - (z * \delta_p) = 0,6354 - (3 * 0,000985) = 0,632445 = \mathbf{63,25\%}$$

X + 3

Para la confección del Gráfico de Control se tomaron como muestras las 200 unidades por cada uno de los 12 meses del año, con el porcentaje de errores de cada mes (ver Tabla 7).

MES	TAMAÑO MUESTRA	CANTIDAD DE DEFECTOS	% DEFECTOS DE LA MUESTRA	LCS	LCI
1	200	160	80%	63,84%	63,25%
2	200	148	74%	63,84%	63,25%
3	200	163	82%	63,84%	63,25%
4	200	141	71%	63,84%	63,25%
5	200	141	71%	63,84%	63,25%
6	200	122	61%	63,84%	63,25%
7	200	141	71%	63,84%	63,25%
8	200	157	79%	63,84%	63,25%

9	200	86	43%	63,84%	63,25%
10	200	111	56%	63,84%	63,25%
11	200	105	53%	63,84%	63,25%
12	200	50	25%	63,84%	63,25%
TOTAL	2400	1525			

Tabla 7. Datos de las muestras

Fuente: elaboración propia

A continuación, la Figura 8 muestra el Gráfico de Control al Final.

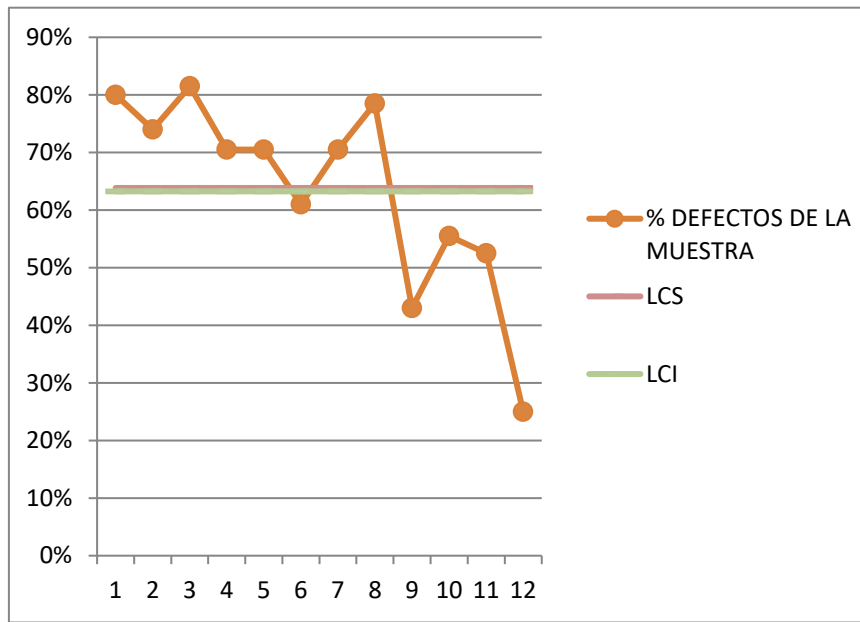


Figura 8. Gráfico de Control al Final

Fuente: elaboración propia

Comentarios del Anexo 3

En el gráfico 9 los límites superior e inferior están muy cerca, y los datos obtenidos están fuera de esos límites. Si bien la tendencia de los

resultados se considera positiva, se percibe una gran variabilidad en el proceso.

A los efectos de lograr mayor claridad y brindar un mejor análisis, se efectuó el análisis siguiendo la misma metodología, pero partiendo del promedio de defectos y considerando sigma de 3, para establecer los límites superior e inferior. El resultado fue el siguiente:

MES	CANTIDAD DE DEFECTOS	LCS	LCI	PROMEDIO
1	160	136,08	118,08	127,08
2	148	136,08	118,08	127,08
3	163	136,08	118,08	127,08
4	141	136,08	118,08	127,08
5	141	136,08	118,08	127,08
6	122	136,08	118,08	127,08
7	141	136,08	118,08	127,08
8	157	136,08	118,08	127,08
9	86	136,08	118,08	127,08
10	111	136,08	118,08	127,08
11	105	136,08	118,08	127,08
12	50	136,08	118,08	127,08

Tabla 9. Datos de las muestras (sigma 3)

Fuente: elaboración propia

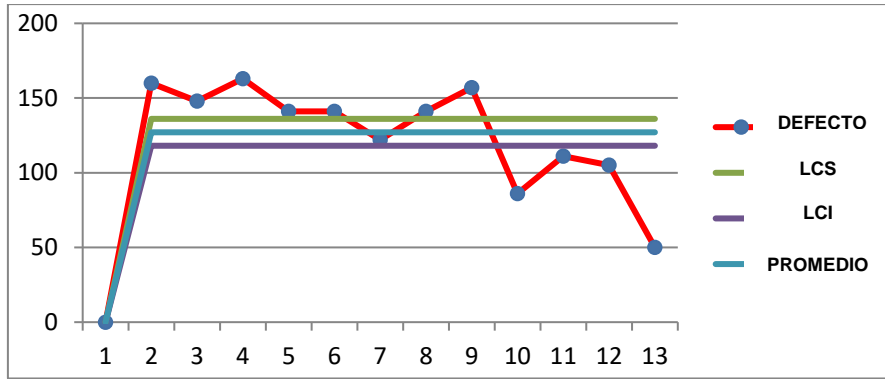


Figura 9. Gráfico de Control al Final (sigma 3)

Fuente: elaboración propia

En la Figura 9, el Gráfico de Control muestra que los límites superior e inferior quedan mucho más separados, aunque también se resalta la poca diferencia entre ambos. Asimismo, se puede observar cómo, a medida que pasaron los meses, las muestras fueron mejorando considerablemente, quedando fuera del límite inferior establecido.

El análisis del periodo que finaliza queda como oportunidad de mejora para el siguiente y, a partir de las mejoras logradas en los resultados, se pueden modificar los límites hacia abajo, producto de la menor cantidad de fallas en el proceso.

ANEXO 4

Seguimiento de los Indicadores de Gestión Involucrados

INDICADOR	OBJETIVO	META	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
TRAFICO	TITULARIDAD	Reducir la cantidad de unidades conducidas por más de 8 conductores.	<= 45	Mensual	100,00	148,00	163,00	141,00	141,00	132,00	141,00	167,00	80,00	110,53	104,59	50,00
	RESPUESTA DE LOS CONDUCTORES	Aumentar la cantidad de respuestas favorables en un 15%	>= 75	Mensual	60,00	60,00	63,00	65,00	60,00	65,00	69,50	75,00	75,40	78,00	78,20	78,50
	HORAS DE USO DE LA UNIDAD	Equilibrar las horas de uso de las unidades, especialmente las que cumplen más de 18 hrs. diarias. (C= 14 u. n°15 y 18 hrs. - 0 u. n° 18 hrs.)	<= 14	Mensual	26,00	26,00	23,00	23,00	19,00	18,00	16,00	14,00	15,00	14,00	13,00	13,00
COM. PRAB	FALTANTE DE REPUESTOS	Eliminar o minimizar los faltantes de repuestos en el total de robots.	<= 5	Mensual	20,00	24,00	24,00	22,50	24,00	20,00	10,00	8,70	7,50	5,00	4,00	4,20
RHH	AUSENTISMO	Minimizar el nivel de ausentismo.	<= 6	Mensual	8,00	8,00	8,54	8,20	8,44	8,18	8,20	8,40	8,33	8,20	8,75	8,36
MANTENIMIENTO	UNIDADES QUEDADAS / CORTADAS	Disminuir la cantidad de unidades quedadas / cortadas.	<= 15	Mensual	20,00	24,00	24,00	20,00	24,48	23,80	21,00	9,11	10,00	11,58	10,07	9,08

Tabla 10. Seguimiento Indicadores de Gestión

Fuente: elaboración propia