

Mejoramiento de la productividad mediante la reducción de costos en una línea manufacturera de arneses eléctricos

Karlos Gerardo Moreno Perea
Universidad Autónoma de Querétaro
gerardo.moreno9@hotmail.com

Octavio Reyes López
Universidad Virtual del Estado de Guanajuato
dr.octavio.reyes@gmail.com

(Tipo de Artículo: Investigación. Recibido el 05/03/2015. Aprobado el 11/07/2015)

Resumen. En la actualidad debido a una gran diversidad de proveedores automotrices, las empresas han adoptado por tener un sistema de reducción de costos el cual les permita ser competitivas para las principales OEM's (Fabricantes de Equipamiento Original) manufactureras automotrices. Tal es el caso de la organización bajo estudio en la cual se estableció como objetivo a mediano plazo el mejoramiento de la productividad en una de sus líneas de producción la cual manufacturaba arneses eléctricos automotrices de la familia *Clutch Jumper* durante dos turnos de trabajo, utilizando treinta y cinco operadores directos por turno. Mediante la elaboración de un modelo de planeación de optimización de recursos se logró al finalizar el proyecto de investigación la reducción de la manufactura a un solo turno de trabajo optimizando así la cantidad de operadores, equipos de manejo de materiales, equipos eléctricos y recursos naturales. Esto sin afectar la cuota de producción diaria y la calidad de los arneses terminados.

Palabras clave. Arnese eléctricos, *Clutch Jumper*, Línea de Producción, Optimización de recursos, Productividad.

Productivity improvement through cost reduction of a manufacturing line of electrical harnesses

Abstract. Nowadays due to the great variety of automotive suppliers, the companies have adopted a cost reduction system which allow them to remain competitive for the main automotive OEM's (Original Equipment Manufacturers). In this particular case, the studied company established as a mid-term objective the improvement of the productivity in one of its production lines that produced automotive electrical harnesses of the *Clutch Jumper* family during two work shifts, using thirty five direct operators per shift. Through the development of a resource optimization planning model, at the end of this research project, the manufacturing process in a single work shift was accomplished, thus optimizing the number of required operators, material handling equipment, electrical devices and natural resources. This without affecting neither the daily production rate nor the quality of the finished harnesses.

Keywords. *Clutch Jumper*, Electrical Harnesses, Manufacturing line, Productivity, Resource optimization.

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del producto es uno de los más importantes factores de competitividad organizacional y sustentabilidad económica de crecimiento. Para una alta calidad de los productos y para lograr la satisfacción del cliente, un sistema de gestión debe ser implementado y continuamente mejorado dentro de la organización [1]. El aumento de la productividad del trabajo ha sido decisivo para el avance empresarial, y para el desarrollo de la sociedad [2]. Generalmente, los términos productividad y calidad son conceptos utilizados uno en lugar del otro. Pero existen algunas diferencias entre los dos conceptos visualizadas desde los puntos de vista organizacionales, de dirección y de los clientes. Actualmente existen diferentes puntos de vista sobre calidad y productividad, esto debido a que la productividad es una vista interna de las organizaciones, mientras que la calidad cubre la parte interna y externa de las organizaciones. La dirección entiende el termino productividad, pero el termino calidad es más fácil de entender por la mano de obra y los clientes. No es posible uno sin el otro. La mayoría de los negocios de excelencia tienen sus raíces en la productividad, pero sus salidas son la calidad [3]. En [4], la calidad es la satisfacción y lealtad al cliente, así como

la adaptabilidad al uso, mientras que por productividad se entiende como la optimización en la utilización y administración de todos los recursos disponibles, el desarrollo de investigaciones sobre los recursos mejor conocidos, la generación de nuevos recursos a través del pensamiento creativo e innovación tecnológica, así como su búsqueda y desarrollo [3]. De acuerdo con la referencia [5], junto con la calidad y la productividad, los costos juegan un papel importante en la estrategia competitiva de las organizaciones ya que a grosso modo, hablar de costos implica hablar de una serie de recursos necesarios para alcanzar una meta y/o lograr un objetivo. La mejora de un proceso representa un reto para las industrias, éstas invierten una cantidad importante de capital con ese fin. El destino de esos recursos se orienta a la compra de nueva maquinaria, a la capacitación del personal, y al esfuerzo por alcanzar estándares de calidad más competitivos [6].

El mejoramiento de la calidad y la reducción de costos son compatibles. La calidad aplicada a los procesos de trabajo induce a la reducción de costos. Una mejora de la calidad en los procesos de trabajo respecto a la fabricación, venta y distribución de productos o servicios, origina como resultado una menor cantidad de errores, de

productos defectuosos y de repetición del trabajo, corta el tiempo total de ciclo y reduce o elimina el desperdicio de recursos, disminuyendo por tanto, el costo de las operaciones. En cuanto a las relaciones entre productividad y costos, la productividad mejora cuando una menor cantidad de insumos, que significa también menores costos, genera la misma producción [5]. Al igual que en la mayoría de las organizaciones, dentro de la compañía bajo estudio se buscó el mejoramiento de la productividad en una de sus líneas de producción (*Clutch Jumper*) para lo cual se propuso la reducción de recursos internos basados en un modelo de planeación consistente en seis etapas. En cada una de las etapas se buscó alcanzar el objetivo establecido por la organización de aprovechar al máximo los recursos disponibles sin afectar la calidad de los productos terminados. Al unir los términos “planeación” y “calidad” se tiene que la planeación de la calidad establece que es un proceso estructurado para desarrollar productos (tanto artículos materiales como servicios) que asegura que las necesidades del cliente sean satisfechas por el resultado final [7]. La metodología APQP es una técnica de planeación de la calidad, la cual incorpora conceptos de prevención de error y mejoramiento continuo en contraste al error de detección, y está basado en un enfoque multidisciplinario el cual consiste en cinco etapas; a).- Planeación y definición del programa, b).- Diseño y desarrollo del producto, c).- Diseño y desarrollo del proceso, d).- Validación del producto y proceso, e).- Inicio de producción, retroalimentación y acciones correctivas [8]. Dentro de esta última etapa se permite enfocar en reducción de variaciones y en la mejora continua (mejoramiento de la productividad) identificando las salidas y las relaciones con las expectativas de los clientes y futuros programas de productos [9]. El mejoramiento de la productividad se refiere al aumento de la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado. Las técnicas fundamentales que dan como resultado incrementos en la productividad son: métodos, estándares de estudios de tiempo (también conocidos como medición del trabajo) y diseño del trabajo [10].

2. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

Un arnés eléctrico es un conjunto de uno o más circuitos eléctricos, al que se le pueden ensamblar adicionalmente conectores, clips, terminales, cintas, espumas, cuerinas, conduits, grommets y otros productos con el objetivo de transmitir corriente a todos los dispositivos eléctricos de un automóvil. Dentro de la organización bajo estudio, en el año 2013 se comenzó la manufactura de diferentes arneses para pedal de automóvil del tipo *Clutch Jumper*, para lo cual fue necesario el diseño, implementación y liberación de una línea de producción la cual manufacturara los volúmenes estipulados por el cliente, sin perder de vista el cumplimiento de sus requisitos de calidad.

Con el objetivo de cumplir con los requisitos establecidos por el cliente, la línea de producción se diseñó con el flujo de proceso mostrado en la Tabla 1.

TABLA 1
Diagrama de flujo del proceso

No de operación					Descripción de la operación
	Fabricar	Mover	Almacenar	Inspeccionar	
5				X	Evaluar componentes
10		X	X		Abastecer componentes y tinas al área de producción
15	X			X	Cortar, desferrar, aplicar sellos y terminales
20	X			X	Aplicar empalmes sónicos
25	X			X	Aislar/proteger empalme
30	X			X	Trenzar circuitos (cables)
35	X			X	Ensamblar circuitos (cables) en conectores
40	X			X	Colocar componentes de retención
45	X			X	Encintar / Etiquetar
50	X			X	Colocar componentes de sujeción
55				X	Probar dimensionalmente
60				X	Probar eléctricamente
65				X	Comparar arnés
70				X	Inspeccionar al 200%
75	X			X	Amarrar arnés
80	X			X	Empacar arnés
85				X	Auditar producto terminado
90		X			Enviar cajas al almacén para envío al cliente

Como se muestra en el diagrama de flujo del proceso, para manufacturar un arnés eléctrico de *Clutch Jumper* se consideraron inspecciones de detección durante el proceso con el fin de asegurar la calidad de los arneses terminados, así como diez operaciones (Fabricar) las cuales de manera secuencial generarían un producto terminado que cumpliera con los requisitos del cliente. De manera adicional, para lograr la manufactura de arneses y alcanzar el cumplimiento en cuanto a volúmenes de producción se incurrió en los siguientes recursos; dos turnos de trabajo de ocho horas cada uno para lograr una cuota por hora de noventa y ocho piezas, treinta y cinco

operadores directos en el proceso de manufactura por turno de trabajo, cinco operadores indirectos y un supervisor por turno de trabajo, así como el uso de un equipo de aplicación por ultrasonido para el soldado de cables y una maquina trenzadora de circuitos durante dos turnos de trabajo. Como objetivo a mediano plazo, se propuso eliminar un segundo turno de trabajo y concentrar el total de la mano de obra en un único turno de trabajo sin afectar la calidad de los arneses terminados. Para lograr éste objetivo, se planteó la elaboración de una planeación la cual estuviera estructurada para lograr la optimización de los recursos disponibles y aplicables al armado de los diversos arneses de *Clutch Jumper*.

De manera específica a continuación se muestran los pasos definidos dentro de las etapas de la planeación de optimización de recursos:

1. Planeación y definición de objetivos
2. Elaboración de propuestas de mejora al producto y al proceso
3. Definición de recursos adicionales necesarios
4. Implementación de propuestas de mejora seleccionadas al producto y al proceso
5. Elaboración de una medición al trabajo y reasignación de recursos
6. Evaluación de la productividad alcanzada

A continuación se muestra el seguimiento desarrollado durante cada etapa.

2.1 Planeación y definición de objetivos

Durante la primera etapa de la planeación se definió el objetivo de reducción de personal dentro de la línea de producción de *Clutch Jumper* para el cual se necesitaba lograr la manufactura en un único turno de trabajo. Para alcanzar el objetivo, se definió el estado actual de la línea de manufactura en cuanto a volúmenes de producción y costos incurridos por turno de trabajo. La Tabla 2 muestra los volúmenes de producción anuales considerando un 15% adicional de arneses de acuerdo con lo solicitado por el cliente.

TABLA 2
Volúmenes de producción por número de parte de los arneses de *Clutch Jumper*

Número de parte	Volumen de producción anual	Volumen de producción diario	Volumen de producción por hora
26131944	250	1	1
26131947	117,312	469	29
26131948	57,994	232	15
26131949	40,733	163	11
26131950	97,771	392	25
26131951	38,913	156	10

26131952	27,002	109	7
Totales:	330,411	1523	98

El volumen de producción diario se obtuvo considerando 250 días laborales en la organización, así como las 15.5 horas disponibles por día.

En cuanto a los costos incurridos por la manufactura en los dos turnos de trabajo, en la Tabla 3 se muestra un resumen semanal de los recursos utilizados.

TABLA 3
Costos semanales antes de realizar la mejora en línea de *Clutch Jumper*

Recurso	1er Turno	2do Turno	Unidad de medida	Costo USD	Total USD
Mano de obra directa	35	35	Operadores	\$50.0	\$3500.0
Mano de obra indirecta	6	6	Operadores	\$95	\$1140.0
Luz eléctrica	14.55	11.05	Kw/hr.	\$0.19	\$414.6
Total					\$5054.6

Por otro lado, en cuanto a los niveles de calidad internos a continuación en la Tabla 4 se muestran las PPMs obtenidas durante el mes de abril del 2013 considerando una producción mensual reportada de 32,500 arneses.

TABLA 4
Problemas de calidad antes de implementar mejora

Problema	Cantidad
Circuitos en cavidad errónea	4
Circuitos omitidos	1
Circuitos repetidos	2
Clips desplazados	1
Conector mal cerrado	1
Seguros omitidos	1
Encintado mal elaborado	3

A continuación en la Fig.1 se muestra un gráfico de Pareto en el cual se muestra la mayor contribución de defectos en el mes de abril.

En cuanto a las partes por millón obtenidas, a continuación se expresa en (1) los cálculos realizados.

$$PPM = \frac{13}{32500} \cdot 1,000,000 \quad (1)$$

$$PPM = 400 \quad (2)$$

Considerando el valor obtenido en (2), se puede observar que las PPMs se encontraron dentro del objetivo organizacional ya que este fue menor de 475 PPMs. En cuanto al nivel de calidad externo es importante destacar la ausencia de reportes de mala calidad por parte del cliente.

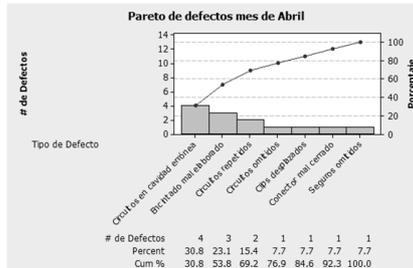


Fig. 1. Pareto de problemas de calidad antes de mejora

2.2 Elaboración de propuestas de mejora

Una de las propuestas que ayudaría a disminuir los tiempos de proceso de encintado fue el cambio de cinta de vinyl (M4206004) de un ancho de 19 mm por una cinta (M4206007) de un ancho de 32 mm. Con esta propuesta se estarían optimizando tiempos estándar y cantidades de cintas en proceso, considerando que las dos cintas contenían 26 metros y la única diferencia sería su anchura. De manera adicional se trabajó en una propuesta de instalar una estación de trabajo adicional (Tableros estacionarios) en la cual se pudieran fabricar exclusivamente arneses con menor cantidad de componentes (circuitos y conectores) y que tuvieran menor tiempo de proceso y así disminuir el costo de adquisición de nuevos equipos, maquinarias y dispositivos de manejo de materiales. La idea consistió en llevar la línea de manufactura de 98 piezas por hora a 196 piezas por hora en un solo turno de trabajo. Para ello se definió en la Tabla 5 la propuesta de manufactura en un solo turno de trabajo considerando los tiempos estándar de manufactura por número de parte.

TABLEA 5
Mezcla de producción de arneses por estación de trabajo de línea Clutch Jumper

Número de parte	Tiempo estándar de armado	Volumen por hora Carrusel	Volumen por hora Estacionarios
26131944	9.12	0	1
26131947	20.60	59	0
26131948	20.68	29	0
26131949	20.77	23	0
26131950	11.28	0	49
26131951	16.41	21	0
26131952	17.03	0	15
Totales:		132pzs/hr.	65 pzs/hr

Como se muestra en la Tabla 5, con la propuesta de incorporar una estación de trabajo adicional se aumentaría el volumen de producción por hora de 98 pzs/hr a 196 pzs/hr en un solo turno de trabajo. La incorporación de tableros estacionarios absorbería la producción de los números de parte más pequeños y de menor volumen, dejando así el carrusel de armado con los números de parte con mayor volumen en cuanto a producción y número de componentes para así evitar la pérdida de piezas generada por el cambio continuo de número de partes.

2.3 Definición de recursos adicionales necesarios

Durante esta etapa, se definieron los recursos humanos, de espacio, materiales e inversiones necesarias para lograr la manufactura de la línea de Clutch Jumper a 196 pzs/hr en un único turno de trabajo. En la Tabla 6 se muestran las inversiones en dólares de la fabricación de una nueva estación de trabajo, así como en la Fig. 2 se muestra el área adicional necesaria para la localización de la nueva estación de trabajo.

TABLEA 6
Inversión necesaria para instalación de una estación de trabajo adicional.

Maquina	Cantidad	Total (USD)
Tableros de fabricación	5	\$10,496.11
Equipos de prueba	1	\$11,810.16
Bases para tableros	9	\$2088.48
Equipo de manejo	5	\$75.0
Tapetes	14	\$1,138.2
Bajadas eléctricas	3	\$690.0
PC de empaque	1	\$2,800.0
Pistola corta cintillos	3	\$276.0
Rehiletos	2	\$75.0
Total:		\$29,448.95

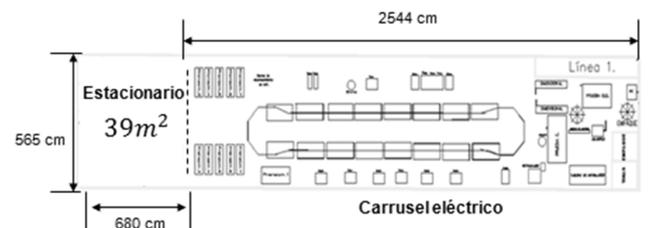


Fig. 2. Área de trabajo adicional para alcanzar la manufactura en un turno de trabajo

2.4 Implementación de propuestas seleccionadas

Una vez definidas y aceptadas las propuestas, se prosiguió con su implementación en la línea de manufactura de Clutch Jumper. Tomando como referencia los tiempos estándar predeterminados por operación considerando la reducción del tiempo por el cambio de

cinta y la cantidad de operadores asignados a dos turnos de trabajo, se realizó la reasignación del personal por cada estación de trabajo. Tanto en el área del carrusel que trabajaría con un objetivo por hora de 132 piezas, como en los estacionarios que trabajarían a 65 piezas por hora como se muestra en la Tabla 7.

Durante esta etapa las personas sobrantes de la plantilla original se reubicaron a otras actividades en diferentes líneas de la organización. En cuanto al layout definido, en la Fig. 3 se muestran las estaciones de trabajo propuestas para producir la mezcla de arneses en un único turno de trabajo.

TABLA 7
Cantidad de operadores por estación de trabajo

Operación	Carrusel	Estacionarios
Corte de circuitos	2	2
Soldado por ultrasonido	0.5	0
Aislado de empalme	0.5	0
Trenzado de circuitos	1	0
Ensamble de circuitos	12	5
Encintado de arnés	14	2
Dimensión de arnés	1.25	0.5
Prueba de arnés	2	0.5
Inspección al 100%	1	1
Inspección al 200%	0	0
Amarre de arnés	1	0.5
Empaque de arnés	0.75	0.5
Totales:	36	12

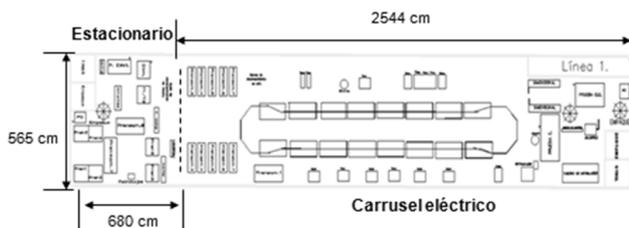


Fig. 3. Layout propuesto para reducción a un turno de trabajo

2.5 Medición del trabajo

Una vez difundidas las instrucciones de trabajo, se prosiguió a realizar un estudio de tiempos y movimientos para balancear las cargas de los operadores por cada número de parte con las modificaciones realizadas. En las Fig. 4 y Fig. 5 se muestran las gráficas con los tiempos estándar obtenidos de cada una de las operaciones involucradas en la manufactura de los números de parte 26131947 y 26131950.



Fig. 4. Gráfico de tiempos estándar obtenidos del número de parte 26131947



Fig. 5. Gráfico de tiempos estándar obtenidos del número de parte 26131950

Los tiempos estándar actualizados por número de parte tomados una vez cambiado el tipo de cinta a 32 mm se muestran en la Tabla 8 y validan la nueva asignación de operadores en la estación de trabajo.

TABLA 8
Actualización de tiempos estándar por cambio de cinta de 19 mm a 32 mm

Arnés	Nuevo tiempo estándar de armado
26131944	8.06
26131947	14.89
26131948	15.20
26131949	15.30
26131950	8.94
26131951	10.33
26131952	10.76

De manera simultánea y con el objetivo de garantizar la satisfacción del cliente debido al movimiento interno en el proceso de producción, se realizaron estudios de capacidad y control estadístico de los procesos involucrados. Las principales estaciones afectadas fueron las operaciones de aplicación de empalme por ultrasonido, aislado de empalme ultrasónico, trenzado de cables, ensamble de terminales y encintado de arneses ya que se redujeron las personas asignadas o se distribuyó la carga de trabajo en estaciones de trabajo

adicionales. Tal es el caso de las estaciones de ultrasonido, aislado de empalme y trenzado de cables en las cuales se asignó la carga proveniente del segundo turno de trabajo en diferentes estaciones disponibles con el objetivo de dejar desocupadas las estaciones en el segundo turno de trabajo para nuevos proyectos potenciales de la organización.

Para garantizar un empalme dentro de especificaciones elaborado en equipos de ultrasonido disponibles, se realizó un estudio de la capacidad del proceso para garantizar que la tensión de desprendimiento del empalme no fuera menor a 16 kg. Para ello se tomó una muestra aleatoria de 30 piezas proveniente de 6 piezas recolectadas durante el turno de trabajo en 5 días de la semana. En la Fig. 6 y Fig. 7 se muestran los resultados obtenidos.

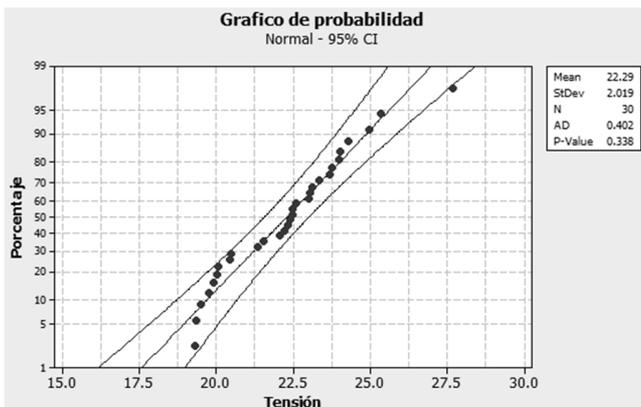


Fig. 6. Gráfico de probabilidad de tensión de empalmes

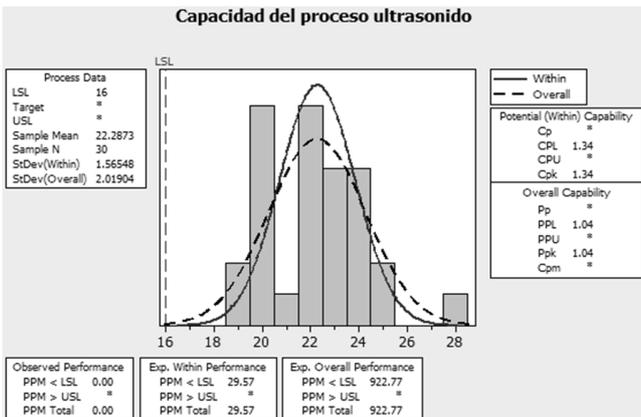


Fig.7. Gráfico de capacidad del proceso

Considerando los resultados obtenidos en las Fig. 6 y Fig. 7, se puede concluir considerando un valor de $\alpha = 0.05$ que existió evidencia para demostrar que los datos seguían una distribución aproximadamente normal. Así como con el valor obtenido de Cpk mayor a 1.33 se concluyó que el proceso se encontró produciendo piezas de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Por otro lado, para garantizar el cumplimiento de los trenzados realizados, se realizó un estudio por atributos considerando 100 piezas en las cuales se evaluaron los atributos siguientes:

- Núcleo de empalme expuesto
- Aislante deformado
- Aislante despedazado
- Aislante desgarrado
- Aislante picado

Como se puede observar en la Fig. 8, no se encontraron piezas defectuosas por lo cual se liberó la estación de trabajo para la elaboración de trenzados. Con una única trenza incorrecta, el estudio hubiera sido rechazado y el proceso se hubiera tenido que revisar.



Fig. 8. Evaluación de trenzados por atributos

En cuanto al seguimiento de las estaciones de ensamble y armado se realizó un control estadístico de proceso por atributos para garantizar la fabricación de arneses dentro de parámetro de proceso. Para ello se realizó una carta de control C mostrada en la Fig. 9.

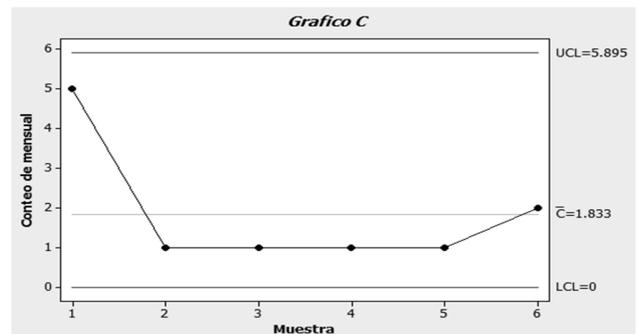


Fig. 9. Grafico C de defectos mensuales (Julio)

De acuerdo con la gráfica C mostrada, se pudo observar un proceso en control estadístico.

2.6 Evaluación de la productividad

Una vez validados los cambios, se demostró el objetivo de producción por día en un solo turno de trabajo sin afectar la calidad de los arneses terminados. A continuación se indican en la Tabla 9 los recursos optimizados una vez implementada la propuesta.

TABLA 9

Recursos optimizados eliminando segundo turno de trabajo.

Recurso	Inicial (2 turnos)	Propuesta (1 turno)
Mano de obra directa	70 operadores	48 operadores
Mano de obra indirecta	12 operadores	6 operadores
Electricidad	25.6 Kw/hr.	16.4Kw/hr.
Máquina de ultrasonido	15.5 hrs	8 hrs
Maquina aisladora de empalme	15.5 hrs	8 hrs
Maquina trenzadora	15.5 hrs	8 hrs

Por otro lado, en cuanto a la productividad alcanzada con la reducción de la mano de obra directa, en (3) se muestra la fórmula para el cálculo correspondiente.

$$PR = \frac{P}{M} \tag{3}$$

Donde *P* es la producción de arneses anual de la línea de manufactura y *M* la mano de obra directa utilizada

$$P_{2turnos} = \frac{330,411}{70 \times 15.5 \times 250} \tag{4}$$

$$P_{2turnos} = 1.21 \text{ Horas / hombre.}$$

Por otro lado, una vez implementadas las mejoras y eliminado el segundo turno de trabajo se obtuvo el nuevo nivel de productividad mostrado en (5).

$$P_{1turno} = \frac{330,411}{48 \times 8 \times 250} \tag{5}$$

$$P_{1turno} = 3.44 \text{ Horas / hombre.}$$

De acuerdo con las ecuaciones (4) y (5) se concluyó que la productividad alcanzada reduciendo la cantidad de turnos de trabajo fue de 2.23 horas / hombre lo que equivalió a un ahorro anual en mano de obra directa de \$52,800.0 USD, además de mantener disponible la máquina de ultrasonido, maquina aisladora de empalme y la maquina trenzadora de circuitos para nuevos proyectos en el segundo turno de trabajo y así ahorrar en la compra de equipos nuevos. En lo que respecta a la inversión generada de \$29,448.95 por la nueva estación de trabajo, éste costo fue remunerado dentro de los primeros siete meses una vez implementada la reducción de mano de obra directa. De manera adicional, se obtuvieron ahorros anuales de mano de obra indirecta por \$27,360.0 USD y de \$13,484.16 USD por concepto de reducción del consumo de energía eléctrica.

En cuanto a los niveles de calidad una vez establecida la mejora se obtuvieron los siguientes resultados en el mes de julio. En la Tabla 10, se muestran los problemas de calidad internos dos meses después de implementada y difundida la mejora.

TABLA 10
Problemas de calidad después de mejora

Problema	Cantidad
Circuitos en cavidad errónea	5
Circuitos repetidos	1
Seguros omitidos	1
Salidas mal elaboradas	1
Encintados omitidos	1
Clips repetidos	2

En la Fig.10 se muestra un gráfico de Pareto en el cual se muestra la mayor contribución de defectos en el mes de julio.

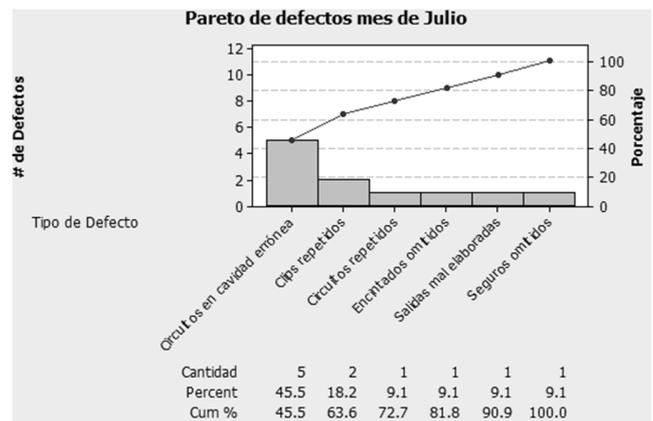


Fig. 10. Pareto de problemas de calidad después de mejora

En cuanto a las partes por millón obtenidas, a continuación se expresan los resultados considerando una producción reportada mensual de 31,254 arneses de *Clutch Jumper*.

$$PPM = \frac{11}{31254} \cdot 1,000,000 \tag{6}$$

$$PPM = 351.95 \tag{7}$$

Considerando la sustitución de valores en (6) y el resultado obtenido en (7), se puede observar que las PPMs al igual que en el mes de Abril, se encontraron dentro del objetivo organizacional. En cuanto al nivel de calidad externo no se reportaron problemas con el cliente.

3. TRABAJOS FUTUROS

Como propuesta para futuros proyectos de investigación en el ámbito de la industria de arneses eléctricos se consideraría interesante el uso del modelo de planeación propuesto para optimizar líneas de

manufactura de arneses pero para una sector aún más exigente que el de la automotriz como lo es el de la aviación.

4. CONCLUSIONES

En la actualidad, la optimización de recursos se encuentra directamente proporcional a la cantidad de negocios nuevos obtenidos por alguna empresa de cualquier giro o sector. El reducir los costos ayuda a ser más competitivos y a ofrecer mejores precios a los clientes activos o potenciales. Tal es el caso de la organización bajo estudio la cual durante su etapa propuesta de mejora continua logró la eliminación de un segundo turno de trabajo lo que generó una reducción de costos los cuales ayudaron a obtener ahorros internos en consumos de cintas, número de operadores y consumos de electricidad que contribuyeron a proporcionar costos de producción más bajos a nuevos clientes potenciales y así aumentar la productividad en 2.23 horas / hombre dentro de la organización lo que generó un ahorro en la organización de \$64,195.21 USD en el primer año por concepto de las inversiones realizadas, y para años posteriores se generaría un ahorro de \$93,644.16 USD por el tiempo que se mantuviera activo el proyecto. De manera general, se concluyó que en una línea de manufactura en donde se producen arneses eléctricos automotrices de *Clutch Jumper* durante dos turnos de trabajo, es posible la reducción de la cantidad de recursos a un solo turno, aumentando la productividad y sin afectar la calidad de los productos.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente reconocimiento es para cada uno de los autores y revisores, por su tiempo y recursos invertidos en la elaboración u revisión del presente artículo de investigación. Que Dios los bendiga y les siga dando más.

6. REFERENCIAS

- [1] D. Vykydal, J. Plura, P. Halfarová, R. Fabík, and P. Klaput, "Use of quality planning methods in optimizing welding wire quality characteristics," *Metalurgija*, vol. 4, pp. 529-532, 2013.
- [2] A. C. Santos, y M. V. Rodríguez, "La productividad del trabajo del trabajador del conocimiento," *Artigo*, vol. 29, pp. 421-436, 2010.
- [3] R. Daghani, M. Nasr, and M. Khanbeigi. "Productivity, new paradigm for management, accountant and business environment," *International journal of business and management*, vol. 6, pp. 247-262, 2011.
- [4] F. Gryna, R. Chua y J. Defeo, "Conceptos básicos," en *Método Juran análisis y planeación de la calidad*, 5ta ed., P. E. Roig, Ed. México, McGraw-Hill, 2007, pp.9-26.
- [5] H. Rincón de Parra, "Calidad, productividad y costos: análisis de relaciones entre estos tres conceptos," *Actualidad contable faces*, vol. 4, pp. 49-61, 2001.
- [6] J. Domínguez, "Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos en procesos," *Ingeniería y Ciencias*, vol. 2, pp. 147-162, 2006.
- [7] H. Pulido y A. T. Quirarte, "Planeación avanzada de la calidad del producto (APQP); conceptos básicos y un caso práctico," *E-Gnosis*, vol.5, pp. 1-14, 2007.
- [8] K. Sanongpong, "Automotive product realization; a process-based management," *IMECS*, vol. 2, pp. 1-7, 2009.
- [9] AIAG, ASQ, *Advanced product quality planning (APQP) and control plan*, 2da ed., Troy, U.S.A.: AIAG, 1995, p. 155.
- [10] B. Niebel and A. Freivalds, *Métodos, estándares y diseño del trabajo*, 11va ed., México: Alfaomega, 2004, p. 745