

APLICACIÓN DE PLAN DE CONTENCIÓN DE SCRAP PARA DISMINUIR COSTOS DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS EN LÍNEAS DE SMT EN UNA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Arely Michelle Flores Olivas¹, M.I. Karla Gabriela Gómez Bull², Dra. María Marisela Vargas Salgado³

Resumen—El *scrap* en cualquier empresa puede generar altos costos. Es por eso que en una empresa automotriz de Ciudad Juárez se llevó a cabo un plan de contención de *scrap* para disminuir los costos por desperdicio de componentes electrónicos. Este proyecto se enfocó en tres componentes utilizados en dos líneas de producción de SMT, cuyos precios van desde casi dos dólares hasta cuatro dólares por unidad. Se analizaron las posibles causas y se estableció un plan de acción para mejorar distintas áreas de oportunidad, desde septiembre de 2019 hasta febrero de 2020. Gradualmente, se llevaron a cabo las acciones propuestas en el plan y se registraron los cambios obtenidos cada mes. Como resultado, hubo una disminución de más del 50% de los costos que se generaban anteriormente por *scrap* producido en estas dos líneas, lo que conlleva a tener mejores niveles de satisfacción en la empresa.

Palabras clave—*Scrap*, costos, disminución, componente, líneas de producción.

Introducción

Manufacturar productos que no cumplen las especificaciones de los clientes es un desperdicio que no solamente aumenta la insatisfacción de estos, sino también los costos de producción (Quesada-Pineda, Buehlmann, & Arias, 2018). Según Giannasi (2012), desperdicio es todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio. En el contexto industrial, *scrap* refiere a todos los desechos y/o residuos derivados del proceso industrial (CeroScrap, 2014). Por tanto, el *scrap* o residuo industrial posee un valor económico que genera gastos innecesarios y mala inversión del presupuesto de la empresa.

En una empresa de sistemas automotrices localizada en el norte de Ciudad Juárez, encargada de la fabricación de sensores de conducción automatizada, sistemas de asistencia al conductor, cámaras de proximidad, entre otros sistemas de seguridad al conducir un vehículo, se cuenta con líneas de SMT [*Surface Mount Technology*] donde se da origen al proceso de producción. Este proceso consiste en elaborar tablillas soldando componentes electrónicos sobre un PCB o placa de circuito impreso. Para que esto ocurra, se inicia disponiendo del panel virgen para la impresión de pasta de soldadura en una máquina Ekra, luego se realiza una inspección por computadora a través de cámaras que se encuentran al interior de una máquina posterior a la máquina de soldadura para revisar que la impresión de pasta haya sido correcta y sin defectos; enseguida, el panel pasa a la siguiente etapa compuesta de máquinas de *Placement*. Éstas realizan el poblado o montaje de los componentes sobre la pasta, utilizando herramientas de diferentes tamaños, de acuerdo con las necesidades y especificaciones de cada componente. Continuando con el proceso, el panel ya poblado pasa al horno donde realiza el quemado de la pasta y posteriormente el secado, para que al final de la línea se realice una última inspección visual tanto por la computadora como por el operador capacitado para la tarea.

Lograr que una empresa maneje sus procesos con calidad no es sencillo, requiere de conocimiento en todas las actividades y compromiso de las personas involucradas dentro del proceso. Esto puede lograrse mediante procesos libres de errores, con proveedores certificados, empleados capacitados con un enfoque de calidad total, la mejora continua y la satisfacción del cliente (Zúñiga Maldonado & González Martínez, 2017). El esfuerzo continuo mediante el despliegue de las técnicas es la única forma de asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas (Hernández Matías & Vizán Idolpe, 2013).

En los últimos meses, se ha hecho notoria una cantidad alarmante de *scrap* de tres componentes: A, B y C; que se manejan en dos líneas de producción de SMT: línea 33 y línea 34. El desperdicio de este material resulta ser

¹ Arely Michelle Flores Olivas, estudiante de Ingeniería Industrial y de Sistemas en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. michelle_flrs@outlook.com (autor corresponsal)

² M.I. Karla Gabriela Gómez Bull, docente en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

³ Dra. María Marisela Vargas Salgado, profesora investigadora en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

de gran impacto ya que son elementos únicos hechos especialmente para la tablilla electrónica del producto que está en proceso de fabricación, de aquí su elevado costo. Los costos de dichos componentes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1
Costo en dólares por componente

Componente A	Componente B	Componente C
\$1.81	\$4.11	\$3.31

Fuente: Elaboración propia.

El presente proyecto tiene como finalidad encontrar las causas significativas que generan desperdicios de componentes, a través del monitoreo del *scrap* en las líneas de producción involucradas. Una vez identificados los factores que pudieran ser las causas del problema, se establecerá un plan para implementar las soluciones que se planteen, de manera gradual, continuando el monitoreo y realizando un análisis de los cambios que se presentaron.

Descripción del método



Para la elaboración de este proyecto se dispone de un diseño longitudinal, el cual recolecta datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2004). A través de este diseño se podrá analizar cómo evoluciona el nivel de *scrap* en las líneas de producción. A finales de septiembre de 2019 se recibió una alerta sobre la alta cantidad de costos de *scrap* de los componentes A, B y C en las líneas 33 y 34 de SMT de la planta. Para analizar la situación, se recabaron los datos correspondientes al mes de septiembre y los costos que representa el *scrap* de cada componente en cada línea (Tabla 2).

Tabla 2
Cantidad y costos de scrap en el mes de septiembre

	Componente A		Componente B		Componente C
Línea	L33	L34	L33	L34	L34
Cantidad	180	17	25	38	69
Costo	\$325.8	\$30.77	\$102.75	\$156.18	\$228.39

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que son varios los factores que influyen en el proceso del poblado de los paneles, las posibles causas se dividieron en dos: factores técnicos y factores humanos. El primer factor técnico que se abordó fue la selección correcta de *nozzle*. El *nozzle* es la herramienta que forma parte del cabezal para colocar componentes; el tamaño varía de acuerdo con el tamaño de los componentes. Para seleccionar el *nozzle* adecuado, se midieron las dimensiones de los tres componentes con un vernier digital, y se buscó el *nozzle* que fuera más conveniente utilizar en cada caso, siendo el *nozzle* 1004 para el componente A, y el *nozzle* 1003 para los componentes B y C, que cuentan con las mismas dimensiones. La información se muestra en la Figura 1.

Componente	Dimensiones			Nozzle
A	Longitud	Anchura	Altura	1004
	12.2	10.58	3.6	

Componente	Dimensiones			Nozzle
B	Longitud	Anchura	Altura	1003





	14.29	14.11	3.5		
Componente		Dimensiones			Nozzle
C	Longitud	Anchura	Altura	1003	
	14.29	14.11	3.5		

Figura 1: nozzles correspondientes para cada componente de acuerdo con su tamaño en milímetros. Fuente: Elaboración propia.

En muchos sistemas que involucran la interacción entre humanos y máquinas, una de las principales contribuciones a las probabilidades de falla se debe a sucesos provocados por seres humanos, según informan las estadísticas (Bedford & Cooke, 2001). Considerando esta información, se empezó a trabajar en los cambios para disminuir el error humano, es por esto que se acudió a las líneas a observar las actividades que realizan los operadores que pudiesen generar *scrap*.

Entre las actividades que realiza el operador, un punto crítico es el cambio rollos. En el rollo se encuentra una tira que contiene una cantidad determinada del componente que se está usando en el *feeder* (herramienta que suministra componentes a la máquina de *Placement*); cuando la tira de componentes está por acabarse, la máquina le solicita al operador que se cambie el rollo. Para esto, el operador toma una pequeña tira que se encuentra imantada y con un diseño especial, y realiza una unión del final del rollo en uso con el inicio del rollo nuevo; a este proceso se le llama *splicing* (ver Figura 2). La máquina continúa usando los componentes del rollo, y cuando detecta el *splicing*, comprende que utilizará un rollo nuevo y empieza la nueva cuenta de componentes.

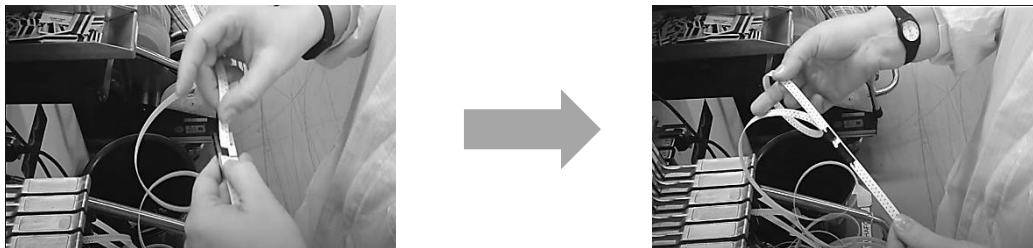


Figura 2: Proceso de *splicing*. Fuente: Grand Solution (2014).

El *feeder* está configurado para el rollo que estará utilizando, esto es, el rollo se centra en la parte del *feeder* previa a donde es tomado por el cabezal (herramienta que, en conjunto con otras, tiene la función de tomar el componente y llevarlo hasta el panel) y, para que no sea tomado en la posición incorrecta se realiza un centrado de componente. Es importante que el componente sea tomado y llevado en la posición correcta por el cabezal, ya que después de hacer el *pick up* (acción de tomar el componente y levantarlo para trasladarlo) se pasa sobre un escáner que hace un reconocimiento del tipo de componente y detecta si está en la posición correcta, de no ser así, es desechado por la máquina y marcado como *scrap*. Al hacer el *splicing*, el rollo nuevo puede quedar desfasado si no se tiene exactitud al hacer la unión entre ambos rollos y con esto ocasionar que el componente sea tomado por el cabezal en una posición incorrecta y al ser escaneado, se deseché como *scrap*. Con base en lo anterior se llevó a cabo la segunda actividad del plan de contención de *scrap*: omitir el procedimiento de *splicing* para evitar que el componente pierda centrado por mala operación. En lugar de hacer el *splicing*, simplemente esperar a que termine el rollo en uso y colocar el rollo nuevo insertándolo directamente en el *feeder*, continuando con el proceso de manera normal. Este cambio se realizó en las dos líneas mencionadas, comunicándole el cambio al supervisor líder de las líneas para que, a su vez, se encargara de que los operadores se mantuvieran informados y capacitados para este procedimiento.

En relación con lo anterior, se realizó una hoja llamada Alerta de Calidad (Figura 3), que contiene una alerta dedicada a los operadores y a todo aquel que haga uso y/o trabajo en las líneas, sobre una especial atención a los componentes A, B y C. Esta hoja se firmó por el supervisor en turno, jefe de grupo, técnico analista, técnico mecánico y los asociados (operadores) directos manifestando estar al tanto de lo solicitado. La Alerta de Calidad fue puesta al inicio de las líneas 33 y 34. Después de llegada la fecha de vencimiento, las hojas con las alertas se retiraron.

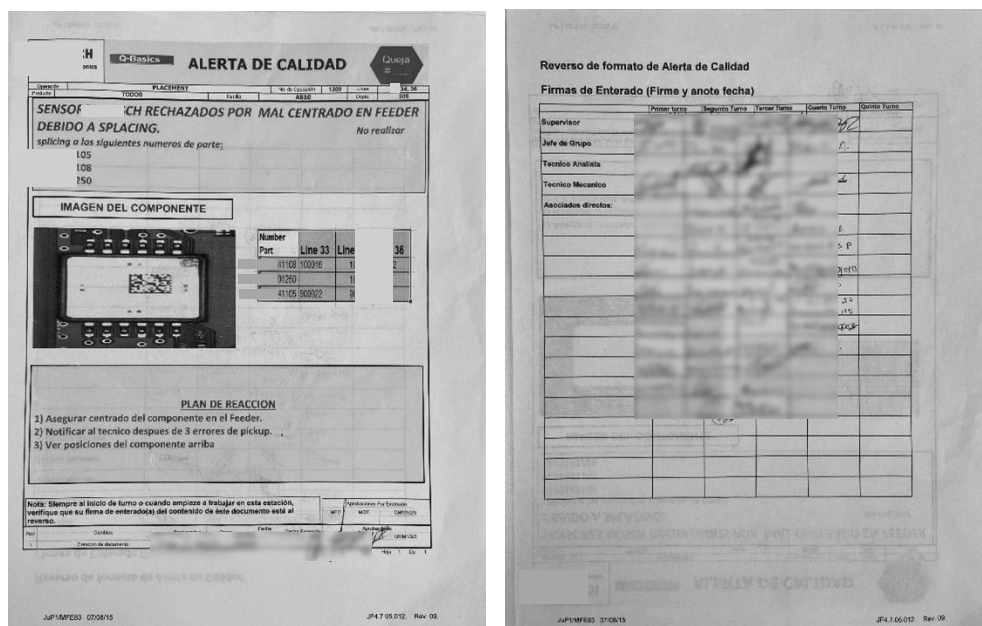


Figura 3: Alerta de Calidad. Fuente: Elaboración propia.

Inmediatamente al empezar el mes de febrero, se hizo un *debuggeo* en la línea 34, esto es, un ajuste de parámetros, que en caso de SMT hace referencia a las dimensiones del componente y parámetros de velocidad y reconocimiento de la máquina. Se bajó la velocidad de *pick up* de 100% a 80%, y se redujo la velocidad de reconocimiento de máxima a media, esto afectando a los tres componentes monitoreados en esa línea.

Resultados

Al realizar el cambio de *nozzles*, hubo una considerable mejora en la cantidad de *scrap* desde septiembre hasta el mes de octubre (Tabla 3). Sin embargo, en noviembre se registró nuevamente un aumento en los costos de *scrap* (Tabla 4).

Tabla 3
Cantidad y costos de scrap en el mes de octubre

	Componente A		Componente B		Componente C
Línea	L33	L34	L33	L34	L34
Cantidad	17	15	19	44	56
Costo	\$30.77	\$27.15	\$78.09	\$180.84	\$185.36

Fuente: Elaboración propia.

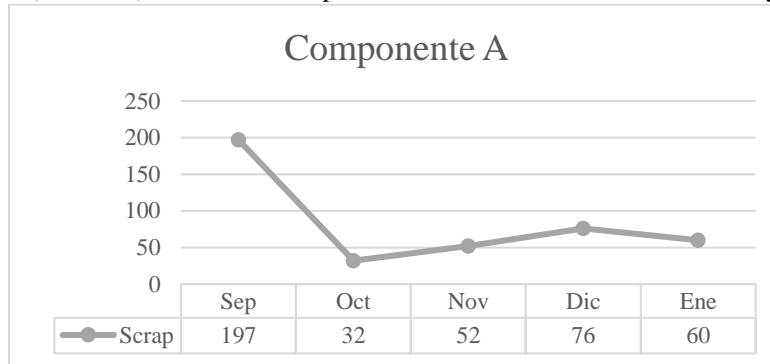
Tabla 4
Cantidad y costos de scrap en el mes de noviembre

--	--	--	--	--	--

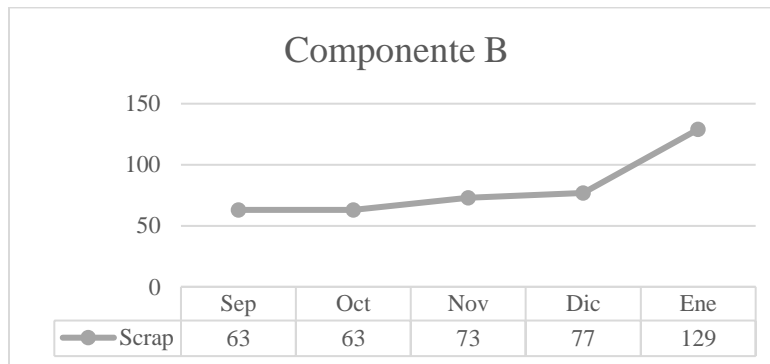
	Componente A		Componente B		Componente C
Línea	L33	L34	L33	L34	L34
Cantidad	30	22	33	40	75
Costo	\$54.30	\$39.82	\$135.63	\$164.40	\$248.25

Fuente: Elaboración propia.

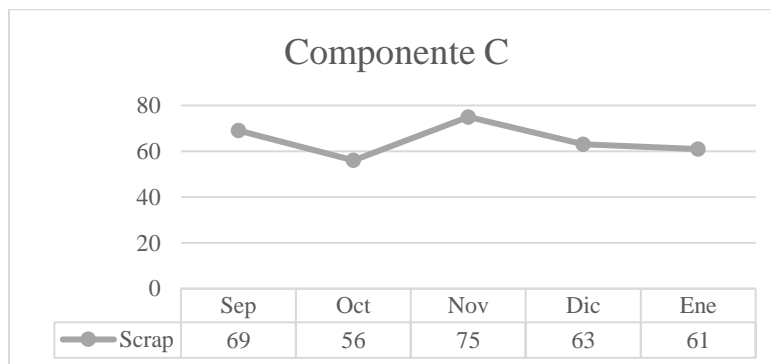
Después de la omisión de *splicing* y el lanzamiento de la Hoja de Calidad, se realizó un reporte donde se puede observar el comportamiento que ha tenido el *scrap* del componente A (Gráfica 1), del componente B (Gráfica 2), y del componente C (Gráfica 3), de los meses septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero.



Gráfica 1: *scrap* del componente A en los meses de septiembre a enero.
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 2: *scrap* del componente B en los meses de septiembre a enero.
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 3: *scrap* del componente C en los meses de septiembre a enero.
Fuente: Elaboración propia.

Analizando la tendencia de cada gráfica, se encontró que los componentes A y C han mantenido una cantidad de *scrap* estable a partir del primer cambio. Esto significa que los costos en esas líneas se encuentran controlados y que los puntos críticos que generan *scrap* ya han sido atacados; sin embargo, no se deben descuidar. Por otro lado, tenemos el componente B que mostró un incremento significativo en enero, a pesar de mantenerse estable los meses anteriores. De las 129 unidades registradas como *scrap*, el 77% pertenecía a la línea 34. Así pues, después de hacerse una modificación técnica en esta línea, al final del mes de febrero, se hizo la comparación de costos de *scrap* de enero vs febrero de la línea 34, obteniendo una disminución del 79% del *scrap* del componente B, y un 53% del *scrap* en general.

Conclusiones

Si una empresa no controla sus desperdicios y no adopta medidas para prevenir o eliminar sus causas, generará productos de mala calidad y altos costos. En la actualidad las organizaciones se enfrentan a cambios importantes, originados por las condiciones tanto internas como externas, como la competencia más aguda, la sofisticación de la tecnología, los cambios económicos, por mencionar algunos (Navarro Silva, Ferrer Reyes, & Burgos Bencomo, 2018). En este sentido la competitividad y la calidad están vistos desde la perspectiva de menores costos para la empresa.

Al definir estándares de operaciones (*nozzle* definido previamente para cada componente), tener un estudio adecuado del proceso/operación en cada línea de producción, un entrenamiento y una capacitación continua a los operadores, se logran mayores niveles de productividad, menos defectos, menores costos, mejores niveles de satisfacción, así como lograr la participación de todos, demostrando la importancia del trabajo en equipo desde todos los niveles.

Es importante que todos los cambios hechos queden registrados para crear un historial y tener evidencia de las mejoras aplicadas. Realizar mejoras pequeñas y simples muestran resultados positivos desde el momento inmediato al cambio, y a largo plazo disminuyen los costos de producción, disminuyendo consigo los costos de la empresa.

Referencias

- Bedford, T., & Cooke, R. (2001). *Probabilistic Risk Analysis: Foundations and methods*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- CeroScrap. (15 de marzo de 2014). *¿Qué significa scrap industrial?* Obtenido de <http://www.recicladoindustrial.com/2014/03/15/que-significa-scrap-industrial/> el 18 de febrero de 2020.
- Giannasi, E. (Octubre de 2012). *Desperdicios en la producción*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Industrial: <http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em..pdf> el 18 de febrero de 2020.
- Grand Solution. (17 de diciembre de 2014). *SMT splice tape in use*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=LuIPxLePZ7Q> el 24 de marzo de 2020.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idolpe, A. (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: EOI.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Navarro Silva, O., Ferrer Reyes, W., & Burgos Bencomo, O. (2018). La calidad como factor estratégico en el desarrollo competitivo de las pequeñas y medianas empresas. *Universidad y Sociedad*, 171-174.
- Quesada-Pineda, H., Buehlmann, U., & Arias, E. (2018). Pensamiento Lean: Ejemplos y aplicaciones en la industria de productos de madera. *Virginia Cooperative Extension*, 1-17.
- Zúñiga Maldonado, K. N., & González Martínez, L. A. (2017). Disminución de scrap de Top Ceiling. *Jóvenes en la Ciencia*, 263-268.