

Mejoras en la Preparación y Entrega de los Chucks a las Líneas de Empaque

José A. Santiago Suárez

Programa Graduado de Gerencia de Ingeniería

Héctor J. Cruzado, PhD, PE

Departamento de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y Agrimensura

Universidad Politécnica de Puerto Rico

Resumen — Durante el proceso de cambio de las líneas de empaque, específicamente en la estación de la tapadora, se requiere el cambio de los “chucks” según el tamaño de la tapa a utilizarse. Luego de realizado el cambio, se generan intervenciones mecánicas no planificadas debido a problemas mecánicos relacionados con los “chucks”. Estas paradas impactan adversamente la eficiencia de la línea incrementando el tiempo invertido en las reparaciones. El objetivo del proyecto es reducir 20% del tiempo total invertido por causa de las intervenciones mecánicas no planificadas. Utilizando la herramienta de mejora DMAIC, el diagrama de pescado, y los cinco porqués, se logró reducir el impacto por tiempo invertido en reparaciones de “Chucks” no planificadas en un sesenta por ciento (60%). Esta metodología brindó la oportunidad de identificar las mejoras necesarias para la mitigación del problema, dirigiendo el enfoque del proyecto a reducir el tiempo en las reparaciones no planificadas. De esta manera se logra identificar la variabilidad que existía en el proceso y que los mecánicos no tenían un método estándar para realizar la tarea.

Términos claves — “Chucks”, Tapadora

INTRODUCCIÓN

La reparación y el mantenimiento de los “Chucks” en las líneas de empaque se realiza luego que la línea se ha cambiado y preparado para otra presentación. El cambio consiste en el desmontaje y montaje de las piezas necesarias para el manejo de las tapas de acuerdo con el tamaño de estas.

Las piezas desmontadas son transferidas al área de reparación y mantenimiento en donde se trabajan y preparan para ser utilizadas nuevamente. Es en este punto donde no existía una metodología para

garantizar el mantenimiento y despacho adecuado de los Chucks.

Una vez las piezas están montadas o instaladas, se verifica la operación general de la tapadora y el Técnico de Empaque certifica que el equipo está listo para ser utilizado y comienza el proceso de preparación (“setup”).

Durante el proceso de preparación llegan a la línea Chucks con situaciones que requieren intervenciones mecánicas no planificadas, impactando el proceso de inicio de corrida en las líneas de Empaque. En este punto el Técnico tiene que detener el proceso de preparación para dedicar su tiempo en la reparación y ajuste de los chucks. Esto genera pérdidas a la operación, impactando directamente la eficiencia de la línea.

En todas las máquinas Tapadoras de las líneas de empaque ocurre esta situación. En las líneas donde la frecuencia de cambios (“change overs”) es mayor, el impacto a la eficiencia de la línea es mucho mayor.

El impacto ocurre cuando el Técnico de empaque está realizando la preparación del equipo y en otras ocasiones, cuando la línea está comenzando el proceso de producción. En este punto el impacto es mayor debido a que la línea ya tiene el flujo de botellas establecido y comienza a incrementar la cantidad de botellas rechazadas, las cuales deben ser reprocesadas, impactando la calidad del producto y la eficiencia de la línea.

En este proceso se envuelven los Técnicos de Empaque, mecánicos que ejecutan el mantenimiento y servicio a las Piezas de Cambio, Ingenieros de Proceso, Líderes de turno, y Supervisores. Además, se utiliza el sistema de órdenes de trabajos computadorizado, para el registro y la documentación de las intervenciones mecánicas no planificadas.

El objetivo del proyecto es reducir un 20% del total del tiempo invertido en reparaciones no programadas a los “chucks” de la tapadora. La metodología utilizada para conseguir este objetivo fue DMAIC, incluyendo las herramientas del diagrama de pescado y los cinco porqués.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Los siguientes enunciados definen la situación detalladamente.

Durante el Proceso

- La preparación de las piezas de cambio necesarias para el equipo no se realiza a tiempo.
 - Las piezas se entregan a la línea sin estar en condiciones óptimas de operación.
- El mantenimiento de las piezas no se realiza adecuadamente y no existe una guía y/o estándar para el ajuste de torque de los chucks.
 - Los mecánicos realizan los ajustes a los chucks en diferentes maneras, lo cual genera, diferentes situaciones en el equipo.
 - El ajuste se convierte en uno tipo “artesanal” o sugestivo, difícil de replicar.

Situaciones Generadas

- “Down Time” por situaciones que requieren intervenciones mecánicas no planificadas.
 - Se detiene el proceso de preparación del equipo para realizar ajustes adicionales.
 - Intervenciones mecánicas impactando el inicio de corrida.
 - Retrasos en las líneas que resultan en tiempo perdido.
 - Impacto directo en la eficiencia de la línea de producción.
- Aumenta la cantidad de botellas rechazadas, debido a que el equipo no puede manejar las tapas adecuadamente.
 - Incrementa el tiempo invertido en el reproceso de las unidades.
 - Impacto en la calidad del producto.
 - Aumenta el costo de producción.

MEDICIÓN DE DATOS

En esta sección se describen los sistemas que se utilizan para la adquisición de datos y se presentan los datos en tablas y gráficas con una breve explicación e interpretación de estos.

Para la adquisición de los datos se utilizan los sistemas electrónicos de producción y mantenimiento respectivamente. El sistema de producción llamado “Informance” tiene un arreglo de sensores que contabilizan las botellas del flujo en proceso dentro de las líneas de producción y alimentan la base de datos.

Cada presentación de empaque tiene programado el estándar de la línea y el sistema realiza los cálculos automáticamente. Desde la base de datos del sistema es que se generan los reportes para el análisis de rendimiento y los proyectos de mejoras.

El sistema de mantenimiento llamado “EAMS”, por sus siglas en inglés, es una base de datos que guarda el registro de las órdenes de trabajo. Este sistema es alimentado de forma manual, cada orden generada tiene que completarse manualmente y entrar los detalles del trabajo realizado en diferentes campos predeterminados.

Utilizando esta base de datos el sistema es capaz de generar diferentes reportes de tiempo detenido y cuantificarlo, para realizar comparaciones y reportes según la necesidad del usuario.

La Figura 1 muestra, que el tiempo detenido generado en el equipo de la Tapadora asociado con problemas en los “Chucks”, representa un 26%. La data se obtuvo del sistema “Informance”.

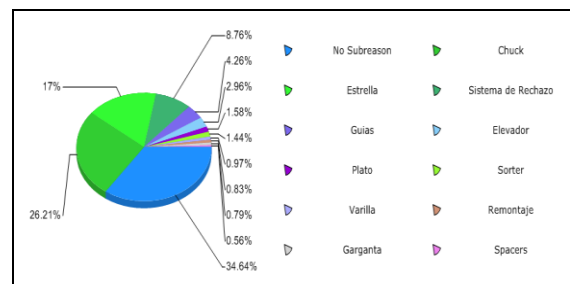


Figura 1

Análisis de capacidad de la máquina Tapadora

El tiempo total detenido de la máquina Tapadora causado por los problemas con los “chucks” (26%), se detalla en la Figura 2.0. Esta muestra que el 45% de las ocasiones se opta por la reparación o el reemplazo no programado de los “chucks”. El enfoque del proyecto es reducir el 20% del tiempo invertido en las intervenciones correctivas a esta pieza de cambio.

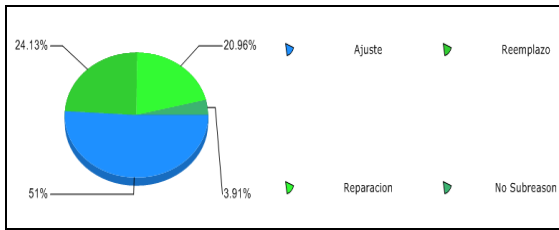


Figura 2
Data del problema mecánico en los Chucks

En adición, la Figura 3 indica la cantidad de tiempo invertido, por mes, en la reparación de “chucks”. Se calculó un tiempo detenido de mil ochocientos treinta y cinco (1,835) minutos en ocho (8) meses. Esta data fue adquirida del sistema EAMS, el cual es, el sistema utilizado para el registro de las intervenciones mecánicas.

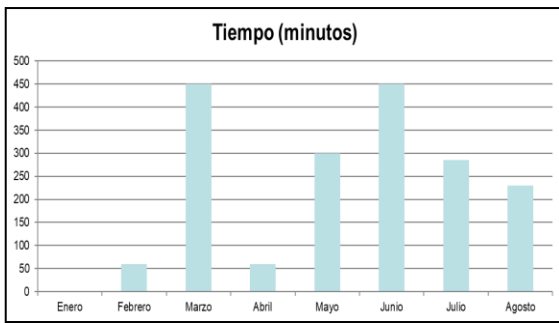


Figura 3
Tiempo invertido en reparaciones de los Chucks

ANÁLISIS

Para el análisis de los resultados se utilizaron las siguientes herramientas:

- Espina de Pescado (“Fish Bone”)
- Los Cinco Porqués (“5 Why’s”)

Luego se realizó un proceso de validación con las posibles raíces causas que salieron como resultado del análisis, utilizando las herramientas antes mencionadas.

La técnica de los cinco (5) porqués, es una metodología de análisis basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa y efecto las cuales contribuyen para que se genere un problema en particular. El objetivo final de la herramienta es determinar la raíz causa de un problema para poder solucionarlo de la mejor manera posible.

Esta metodología se basa en un proceso de trazabilidad, donde se realizan preguntas para analizar cada posible causa del problema, cambiando de nivel, hasta llegar a la última causa que originó el problema. No es necesario llegar hasta la quinta pregunta, esto dependerá de la complejidad del problema.

La Tabla 1 agrupa por niveles, los resultados del ejercicio realizado al problema de los “chucks”, utilizando la mencionada herramienta. Las raíces causa que están escritas en rojo, son las que se identificaron como posibles soluciones al problema.

Tabla 1
Análisis de los cinco porqués

Análisis de Raíz Causa					
Problema	Porque? 1	Porque? 2	Porque? 3	Porque? 4	Porque? 5
El torque de los chucks no es consistente		Unos estan mas apretados que otros	No hay un estándar o especificación de torque establecido por cada tapa		Diseño de proceso
	Gripper no funcionan adecuadamente	Las gomas del gripper estan desgastadas	No hay frecuencia ni estándar establecido para cambio o verificación de gomas de los gripper?		Diseño de proceso
Ajuste del gripper no adecuado		Material de gomas se daña muy rapido		Poca calidad de las gomas de los gripper	
Muchos ajustes o reparaciones de Chucks		Varibilidad en destrezas de ajustes por los operadores			Proceso de ajuste de gripper es subjetivo
		Ajustes de tiempo del plato no es adecuado		Varibilidad en destrezas de ajustes por los operadores	Proceso de ajuste del plato es subjetivo
	La tapa y los chucks no estan alineados				No hay llave de torque
	Desgaste acelerado de la goma de los chucks	El plato se suelta y/o se mueve con el movimiento y la vibración	No tiene suficiente torque los tornillos que mantienen el tiempo del plato		No se especifica que cantidad de torque es necesario en el tornillo adecuado
	Material de las gomas de los chucks no es resistente				Diseño de proceso
	Varibilidad en el setup de la varilla	No hay un pago para el setup de la altura de la varilla			Diseño de proceso

Una vez que los modos de fallos están definidos, se seleccionan los de mayor impacto y se procede a identificar las diferentes hipótesis para cada modo de fallo previamente definido. Las hipótesis se definen como los mecanismos que generan los modos de fallo. Al ser validada una hipótesis, por lo general, ésta se convierte en una raíz causa.

Luego de identificar las hipótesis se procede a evidenciar y/o confirmar las posibles raíces causas para cada una de las hipótesis validadas. La tabla 2

muestra los resultados de este ejercicio, en donde se presenta la posible raíz causa, la validación, y por último la confirmación de raíz causa.

Tabla 2
Proceso de Validación

ANALIZAR (Validación de Posibles Raíces Causas)		
Priorice las posibles causas Raíz del "Fishbone"	Evidencia necesaria para eliminar posibles causas raíz	Confirmar Causa(s) Raíces (Sí / No)
No hay un estándar o especificación de torque establecido por cada tapa.	Se confirmó que solo un 15% de las tapas existentes tienen estándar pero no están accesibles al momento de reparar/ajustar.	Sí
No hay frecuencia ni estándar establecido para cambio o verificación de gomas de los "gripper".	Se confirmó que no hay un estándar establecido.	Sí
Poca calidad de las gomas de los "gripper".	La goma se desgasta con más frecuencia cuando está fuera de ajuste. Se confirmó con el suplidor que la goma que se utiliza es la de mejor calidad.	No
Proceso de ajuste de gripper es subjetivo	Se validó que no existe un proceso específico de como ajustar los "grippers".	Si
Proceso de ajuste del plato es subjetivo	Se validó que no existe un proceso específico de como ajustar el plato.	Si
No hay llave de torque para ajustar el tornillo que mantiene el tiempo del plato	Se confirmó que no existe la llave por Incidencia mínima. El proyecto va a estar enfocado en el ajuste adecuado.	No
No se especifica que cantidad de torque es necesario ni el tornillo adecuado		
Material de las gomas de los "chucks" no es resistente	Se realizo prueba y se confirmó que el material es resistente.	No
No hay un "gauge" para el "setup" de la altura de la varilla	Se confirmó que no existe el gauge.	Sí

MEJORAS

Las mejoras o soluciones del problema deben seleccionarse y/o diseñarse de manera tal que eviten o al menos reduzcan la recurrencia de las intervenciones mecánicas no programadas. Las soluciones no sólo deben ayudar a mejorar el rendimiento del proceso, sino que a la misma vez deben justificarse en función de una evaluación de costo efectividad y riesgo.

Las soluciones propuestas deben satisfacer los siguientes criterios:

- **Prevenir Recurrencia**
 - Prevenir o mitigar las intervenciones mecánicas no deseadas
 - Prevenir situaciones similares
 - No generar problemas adicionales al implementarlas
- **Minimizar y Controlar**
 - Los efectos y consecuencias que traen consigo los nuevos modos de fallos aportados por las soluciones propuestas.
- **Satisfacer las metas y objetivos del proyecto**
 - Reducir el tiempo detenido en las líneas a causa de las intervenciones mecánicas no planificadas.

Una vez implementadas las soluciones propuestas, se debe medir el desempeño de éstas con el fin de estimar los valores exactos obtenidos y poder cuantificar el beneficio del cambio.

La Tabla 3 muestra la selección de las soluciones propuestas para la mitigación del problema presentado en este proyecto. Estas cinco (5) soluciones se obtienen como resultado del ejercicio de validación que se mostró en la Tabla 2.0.

Tabla 3
Proceso de selección de soluciones

Causa Raíz y Solución		
Item	Causa Raíz	Solución
1	No hay un estándar o especificación de torque establecido por cada tapa.	Generar tabla con las especificaciones de Torque por tamaño de tapa.
2	No hay frecuencia ni estándar establecido para cambio o verificación de gomas de los gripper.	Crear un “check list” para verificar las condiciones de los grippers por cada limpieza.
3	Proceso de ajuste de gripper es subjetivo.	Preparar guía para el ajuste adecuado de los grippers.
4	Proceso de ajuste del plato es subjetivo.	Preparar guía para el ajuste adecuado del plato.
5	No hay un gauge para el setup de la altura de la varilla.	Adquirir “gauge” de 1/8” para estandarizar el ajuste.

Con el fin de cumplir con el objetivo de una manera costo efectiva, es fundamental que se analice todas las soluciones desde el punto de vista del costo y esfuerzo de implementación versus los beneficios de la implementación.

Para lograr esto se utilizó una matriz de priorización en donde se puso en contraste el impacto de las soluciones contra los parámetros establecidos anteriormente, Beneficio vs Esfuerzo.

La Figura 4.0 muestra que las soluciones seleccionadas para la mitigación del problema presentado en este proyecto son costo efectivas y se pueden implementar con un esfuerzo desde bajo hasta mediano, obteniendo un alto beneficio. Según la matriz utilizada, estas soluciones están dentro del cuadrante de soluciones estrellas.

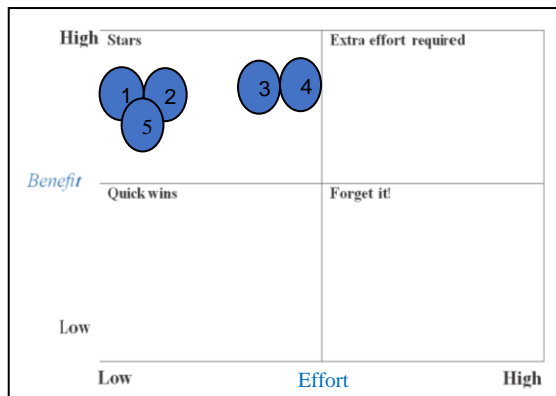


Figura 4
Gráfico de la priorización de las soluciones

La Figura 5 muestra, que el tiempo detenido generado en el equipo de la Tapadora asociado con problemas en los “Chucks”, representa un 10.58%. La data se obtuvo del sistema “Informance”.

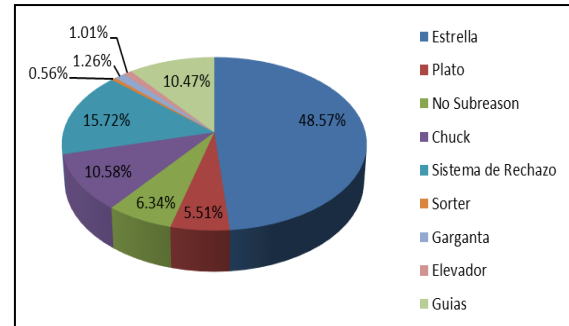


Figura 5
Análisis de capacidad de la máquina Tapadora

Previo a la implementación de las mejoras desarrolladas en el proyecto, en seis (6) meses de producción, se registraron en el sistema EAMS un total de mil ochocientos treinta y cinco (1,835) minutos trabajados en intervenciones mecánicas no programadas en los chucks de la tapadora.

Luego de la implementación de las mejoras al proceso de los chucks de la tapadora, durante el mismo período de producción (6 meses), se registraron en el sistema de EAMS un total de cuatrocientos dos (402) minutos trabajados en intervenciones mecánicas no programadas en los chucks de la tapadora. Esto resulta en una **reducción de más del 60%** en tiempo trabajado en intervenciones mecánicas en los chucks.

CONTROLES

Se generaron los siguientes controles para la implementación de las soluciones seleccionadas:

- Generar tabla con las especificaciones de Torque por tamaño de tapa. La Figura 6, es una tabla que indica el rango del valor de torque al cual debe ajustarse el “Chuck”, según el tamaño de tapa a utilizarse.

Línea	Support Document	Producto	Chuck	Application Torque (in/lbs)		Container Closure Item Code
				Range	Nominal	
2	ABP-13131-2	Adval Family	28mm CR	12-16	15	KA1270 / KA1687
3	ABP-13131-4	Adval Family	33mm CR	14-18	16	KA1271 / KA1688
3	ABP-13131-4	Adval Family	38mm CR	14-18	16	KA1219
4	ABP-13131-1	Adval Family	28mm CR	12-16	15	KA1270 / KA1687
4	ABP-13131-1	Adval Family	33mm CR	14-18	16	KA1271 / KA1688
5	ABP-13131-5	Adval Family	28mm CR	12-16	15	KA1270 / KA1687
5	ABP-13131-5	Adval Family	33mm CR	14-18	16	KA1271 / KA1688
6	ABP-13131-3	Caltrate Family	33mm	14-18	16	PAAO14634
6	ABP-13131-3	Caltrate Family	38mm	14-18	17	KA 1486
6	ABP-13131-3	Caltrate Family	45mm CT	20-25	23	PAAO1919 / PAAO20173
6	ABP-13131-3	Centrum Silver / Women	45mm CR	20-25	23	KA 1635
6	ABP-13131-3	Centrum Silver Adult	45mm NCR	20-25	23	KA1636
8	PKR-15099-1	Nexum (Tapa Amarilla)	28mm NCR	5-12	9	PAAO66717
8	PKR-18096-1	Nexum (Tapa Violeta)	28mm NCR	5-12	9	PAAO79728
8	PKR-15073-2	Nexum (Botella Redonda)	33mm CR-III	5-12	9	PAAO67640
9	ABR-15054-1	Caltrate mM/+D 320's	45mm CT	13-20	17	PAAO19118
9	ABR-15054-1	Centrum Silver/Women/Adults	45mm CR	20-25	23	KA1635
9	ABR-13057-1	Centrum Adult/Women/Silver Women	45mm CR	20-25	23	KA1635 / PAAO13100 / PAAO25999
10	ABR-13057-1	Centrum Silver Adults	45mm NCR	20-25	23	KA1636 / PAAO13263
10	ABR-13057-1	Caltrate Family	45mm CT	20-25	23	PAAO20173 / PAAO20882 / PAAO19119 / PAAO13128

Figura 6 Torque recomendado por tamaño de tapa

- Crear un “check list” para verificar las condiciones de los “grippers” por cada limpieza. La Figura 7 es una lista de cotejo generada para cada presentación con el fin de que el mecánico confirme las piezas a utilizarse y la condición de las mismas, incluyendo el ajuste de torque.

LINE 6 NEXT PRESENTATION CHANGE PARTS LIST					3oz				
Presentation #:206					Name:Centrum Silver Women 40				
#	Name	Part	On Car	Mounted	#	Name	Part	On Car	Mounted
Linscrantler									
1	Sorter Plate	1.2			1	Suction Arm	1.13		
1	Feedcrew	1.11			2	Capac Pusher	2.25		
3	Chute	3.22			3	Capac Pusher	3.1		
4	Divider	4.2			4	Magazine Guide (2b,3c)	4.3		
7	Star Count Set	7.2			5	Magazine Frame (2b,3c)	5.3		
B	Star Blank	05292077			6	Star Flip Cover Set	6.3		
A	Star Active	05292077			7	Turnover Device	7.12		
S	Star Special	05292077			Breadler				
T	Star Test	031907			25	Exchange partholding unit	25.1		
Copper									
1	Infeed Small Star Wheel	A.11			26	Exchange partholding unit	26.11		
2	Infeed Star Wheel	B.12			30	Infeed Pusher Right	30.11		
3	Grippers	C.21			31	Infeed Pusher Left	31.11		
4	Outfeed Star Wheel	D.4			32	Infeed Pusher Arm	32.1		
5	Chuck Spacers	5.7/8			33	Exchange partholding unit	33.1		
6	Chucks	6.32			Case Pusher				
7	Roots	7.7/8			33	Holding Plate, Left	33.1		
8	Center Guide	C12			34	Holding Plate, Right	34.1		
9	Flow Guide	3oz L6			38	Crossfeed Pusher	38.11		
10	Star/Star Wheel Plate	10.2			39	Star/Star Wheel Unit	39.11		
11	Cap Chute Assembly	11.4/38M			40	Suction Plate	40.2		
13	Sorter Guide	13.2			50	Suction Plate	50.11		
16	Bayonet Coupling	1.34			51	Gripper Plate, Left	n/a		
Lubric									
1	Feedcrew	1.21			52	Gripper Plate, Right	n/a		
2	Driver	D7			60	Flip Opener	60.11		
3	Driver	D5			61	Flip Opener	61.11		
					62	Flip Opener	62.11		
					63	Flip Opener	63.11		

Figura 7 Lista de Cotejo para las Piezas de Cambio

- Preparar guía para el ajuste adecuado de los “grippers”.
- Preparar guía para el ajuste adecuado del plato. La Figura 8 muestra la guía creada para la estandarización del montaje y desmontaje de la tapadora. Contiene ilustraciones e instrucciones para cada una de las piezas y están en secuencia según el orden de ejecución.

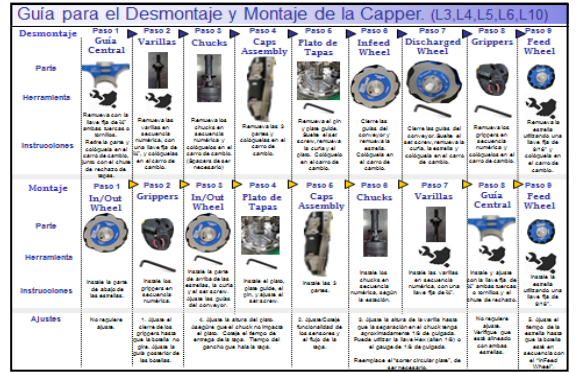


Figura 8

Guía para el Desmontaje y Montaje de la máquina Tapadora

- Adquirir “gauge” de 1/8” para estandarizar el ajuste. La Figura 9 es una foto del “gauge” de un octavo (1/8”) de pulgada, utilizado para el ajuste de altura de los “chucks”.



Figura 9

Gage para el ajuste de Altura de los Chucks

- Además, se solicitó del suplidor de los “chucks” una guía para el desmontaje y montaje, de manera tal que, los mecánicos tengan una forma estandarizada para realizar esta tarea. La Figura 10 muestra la primera página de la guía provista por el suplidor de los “chucks”. Esta guía se discutió con todos los mecánicos del área y está disponible para referencia. Con esta guía se estandariza la forma de desmontar y montar los “chucks”.

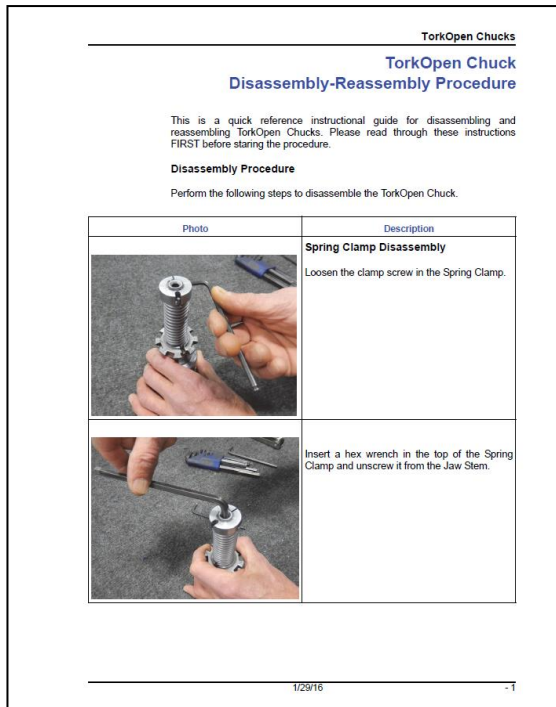


Figura 10
Procedimiento para el Desmontaje y Montaje de los Chucks

CONCLUSIÓN

La metodología utilizada para la realización de este proyecto DMAIC, brindó la oportunidad de identificar las mejoras necesarias para la mitigación del problema. Una vez definido el problema, el enfoque del proyecto se dirigió a reducir las reparaciones no planificadas de los “chucks” en la máquina tapadora.

De esta manera se logra identificar la variabilidad que existía a la hora de los mecánicos intervenir con estas piezas y no tenían un método estándar para desmontar, montar, y reparar las piezas de cambio, específicamente los “chucks”.

Luego de identificadas las raíces causas se establecieron los controles necesarios para sostener las soluciones implementadas de manera tal que, se sobrepasó el objetivo que era la reducción del tiempo invertido en reparaciones no planificadas en un 20%.

Al finalizar los seis meses del período de producción, luego de la implementación de los controles, se registró una mejora significativa de

mas del 60% en reducción por tiempo invertido en reparaciones no planificadas.

Para continuar mejorando este proceso, se está recomendando colocar un contador de unidades producidas automático en la máquina tapadora, con el fin de establecer de manera sistemática una frecuencia estándar para la reparación y/o mantenimiento de los “chucks” y no esperar hasta que sea necesaria la intervención mecánica no planificada luego que el equipo se detiene.

Teniendo la cantidad de botellas procesadas por el equipo se puede determinar la frecuencia de mantenimiento de los “chucks” e incluirlo en el plan de producción, de manera tal que, se reduzca el impacto a la eficiencia de las líneas de empaque.