

Optimizing the Supply Chain through World Class Practices.

Milva Eileen Justavino Castillo, Ing.¹

¹ *Universidad Tecnologica de Panama, Panama, milva.justavino@utp.ac.pa*

Abstract— This article describes the research experience in a company X that sought certification as a world-class company. The objective of this paper was to implement strategies to provide greater flexibility in manufacturing operations. Both tools were applied, the SMED (Single Minute Exchange of Die) method for decreasing the time of preparing the machine and diagrams quick fix, which contribute to minimizing the downtime due to damage to the machines.

Keywords— preparation change, world-class company, flexibility in manufacturing, continuous improvement, SMED, diagrams quick fix, strategy push, pull strategy.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.048>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?”
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.048>

Optimización de la Cadena de Suministro Mediante Prácticas de Clase Mundial.

Ing. Milva Eileen Justavino Castillo
milva.justavino@utp.ac.pa

Abstract— Este artículo recoge la experiencia investigativa en una EMPRESA X que buscaba certificarse como una empresa de clase mundial. El objetivo de este trabajo fue implementar estrategias que proporcionaran mayor flexibilidad en las operaciones de manufactura. Las dos herramientas aplicadas fueron, el método SMED (Single Minute Exchange of Die) que permite la disminución del tiempo de preparación de las máquinas y los diagramas de arreglo rápido, que contribuyen a la minimización del tiempo improductivo por daños en las máquinas.

Index Terms— cambio de preparación, empresa de clase mundial, flexibilidad en la manufactura, mejora continua, método SMED, diagramas de arreglo rápido, estrategia push, estrategia pull.

I. INTRODUCCIÓN

Podemos decir, siguiendo la conceptualización de Michael Porter ¡Se acabó la época de los clientes cautivos![1]

Y al referirme a clientes incluyo tanto a los internos como externos: proveedores, distribuidores, consumidor final, entre otros. Las empresas concentran sus esfuerzos en la diferenciación e invirtiendo en la creación de productos innovadores y atractivos para el cliente. Sin embargo, olvidan que la diferenciación puede ser marcada por la creación de un producto hecho bajo las especificaciones de cantidad, tiempo y calidad exigidas por el cliente.

Es hora de modificar el concepto de una producción únicamente *push* y trabajar más por una estrategia con enfoque *pull*.

Solo basta recordar el modo de operación de los sistemas de producción de Ford y Toyota. Ford producía diariamente 8000 vehículos mientras Toyota producía 40 vehículos diarios [2]. ¿Existía razón alguna para que Toyota estuviera preocupada por esta diferencia de producción con su competidor?

Ford fomentó la fabricación a gran escala y la homogenización, así, más que lo exigido por el mercado (enfoque *push*) mientras que la producción de Toyota se

caracterizaba por ser diversificada y en pequeñas cantidades, teniendo como mira las preferencias de sus clientes (enfoque *pull*)[3].

Una estrategia con enfoque *pull* sólo puede ser avalada por un modelo de gestión *lean*, el cual promueve la mejora continua[4].

Hoy, muchas empresas que han aceptado el modelo de gestión *lean*, como parte de la filosofía de sus empresas, aspiran ser reconocidas como empresas de clase mundial. El objetivo es alcanzar los mejores resultados inicialmente en las siguientes tres variables (trilogía competitiva japonesa) tiempo de respuesta, productos y servicios de gran calidad y costos competitivos) [5].

II. PROYECTO REALIZADO EN LA EMPRESA X

En la investigación que se realizó en la Empresa X que optaba por certificarse como una empresa de clase mundial el proyecto se circunscribió a dos prácticas: flexibilidad en la manufactura, la cual consiste en la reducción del tiempo de montaje y en la práctica de medición visual, que se refiere a la medición del desempeño por los mismos equipos de trabajo.

Para el desarrollo de la práctica de flexibilidad en la manufactura, se utilizó la metodología SMED como herramienta de reducción de tiempo de preparación. Y para el desarrollo de la práctica de medición visual se aplicó la herramienta de diagrama de arreglo rápido.

III. GENERALIDADES SOBRE LA METODOLOGÍA SMED

Se ha definido la metodología SMED como la teoría y las técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de montaje a un dígito, tal cual lo describen sus siglas en inglés Single Minute Exchange of Die. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o iniciación de proceso debería durar menos de 10 minutos, de ahí la frase “single minute”, expresar los minutos en un solo dígito.

Se le denomina cambio de montaje al conjunto de operaciones que se desarrollan desde que se detiene la

máquina para proceder al cambio de lote, hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto, en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el proceso de cambio [6].

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (Just in Time), una de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño. Se basa en un concepto clave: hay pasos de la preparación de la máquina que pueden hacerse sin detener su funcionamiento. Se busca identificar y convertir las actividades (internas en externas) que se pueden realizar cuando la máquina está en marcha y por lo tanto obtener la mayor ganancia de tiempo posible [7].

Se aplicó la metodología SMED en la encajetadora Tetra Cardboard Packer 70 del área de empaque de la empresa X. Esta máquina empaqueta productos de 236 ml en dos tipos de formatos: mini cajas (2x6) y cajas grande (3x9).

IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED

A continuación se detalla cómo se desarrolló las cuatro etapas de la metodología SMED para reducir el tiempo de montaje en la encajetadora TCP 70.

Etapa preliminar

Con la finalidad de conocer la situación actual del proceso se realizaron las siguientes actividades.

1. Entrevistas con los operarios.

La aplicación de estas entrevistas consistió en una retroalimentación a doble vía, ya que se informaba al operador del proyecto mientras que ellos aportaban sus experiencias e ideas.

2. Se filmaron cuatro cambios de formato de la encajetadora TCP 70.

3. Se analizaron los videos.

4. Se mostraron los videos a los trabajadores.

Se realizó un estudio de tiempos para ambos cambios de formato, 2x6 y 3x9, con el fin de conocer el tiempo total que empleaban en este proceso. El cambio de la placa empujadora de paquetes fue el elemento que mayor tiempo les tomaba en realizar (3.896 minutos). En la tercera etapa de esta técnica

podrán observar qué cambios hicimos para disminuir este tiempo a 1.764 minutos.

Primera etapa

En esta etapa se identificaron las tareas internas y externas.

La referencia [7] define la preparación interna y externa de la siguiente manera:

Preparación interna: Incluye las tareas que solo pueden hacerse estando la máquina parada.

Preparación externa: Incluye las tareas que pueden hacerse estando la máquina en marcha.

Para la clasificación de estas tareas, internas y externas se elaboró una lista de verificación.

TABLA I
LISTA DE VERIFICACIÓN DE LA ENCAJETADORA TCP 70

Lista de Verificación	Sí	No
La terminación de la preparación es incierta.	✓	
Se ha estandarizado el procedimiento de preparación.		✓
El procedimiento se observa debidamente.		✓
Los materiales, las herramientas están dispuestos antes del comienzo de las operaciones de preparación.		✓
Las actividades de acoplamiento y separación duran demasiado.	✓	
Es alto el número de operaciones de ajuste.	✓	

Segunda etapa

Algunas tareas internas que se convirtieron a externas giran en torno a la preparación de las bandejas de cartón y herramientas necesarias para el cambio de formato.

Durante el estudio se observó que los operadores colocaban una gran cantidad de bandejas de cartón del formato anterior en la banda transportadora lo que le restaba tiempo al momento de retirarlas, por lo que se le estandarizó la cantidad de bandejas que deben tener puestas en los últimos diez minutos de producción.

En varias ocasiones el operador tenía que ir a buscar las bandejas de cartón a la bodega cuando el montacargas se tardaba en llevarlas, teniendo como resultado pérdida de tiempo. Para minimizar este problema se destinó un área más próxima para tener a mano un inventario mínimo de bandejas de cartón de ambos formatos.

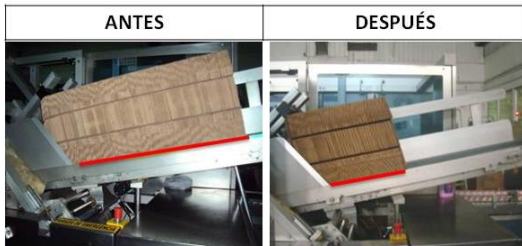


Fig. 1. Bandejas de cartón al finalizar la producción



Fig. 2. Áreas destinadas para el almacenamiento de Bandejas de cartón.

Tercera etapa

Durante esta etapa se eliminaron ajustes (ver Tabla 2), se modificó la estructura del equipo (ver Fig. 3 y Fig. 4.) y se estandarizó el procedimiento de cambio, para ambos tipos de formatos.

Generalmente se le da mucha prioridad a la capacitación del operador con el fin de mejorar su nivel de competencia, sin embargo, también es necesario que se realicen cambios a la misma estructura de la máquina con el fin de facilitar el trabajo del operador, tal cual lo describió el ingeniero japonés Shigeo Shingo: “tradicional y erróneamente, las políticas de las empresas en cambios de formato, se han dirigido hacia la mejora de la habilidad de los operarios y pocos han llevado a cabo estrategias de mejora del propio método de cambio”[7].

Como los cambios son progresivos, durante esta etapa se filmaron otras muestras, teniendo como escenario operadores más conscientes de los aspectos que debían mejorar. Logramos así que algunos cambios implementados en la máquina, mostraran avances significativos en cuanto a reducción de tiempo.

TABLA 2
EJEMPLOS DE ACTIVIDADES DE AJUSTE ENCONTRADAS EN LOS CAMBIOS DE FORMATO DE LA TCP 70

Operación	Descripción
Ajustar las guías de formato	Operador mueve hacia adelante las guías sin topes que le indiquen hasta qué punto; entonces, una vez que lo hace según su criterio, lo mide con la caja de referencia
Cambiar guías del puente	Operador realiza los respectivos cambios de las guías del puente, pero luego de ajustar las guías del pistón del brazo sostenedor pasa a la estación de llenado para ajustar una vez más las guías del puente.
Ajustar guías de doblez de caja	Las guías de doblez de caja son ajustadas en dos tiempos diferentes durante el cambio de formato.
Ajustar la pieza de altura de cartón	El operador ajusta la pieza de altura de cartón en dos tiempos diferentes durante el cambio de formato.



Nombre: Pieza de ajuste de altura de cartón. Función: Ajustar la altura de la bandeja de cartón.	
Antes	Después
	
Se tenía que aflojar un tornillo, lo que indicaba el uso de llave 10 mm.	Reducción de tiempo y no es necesario utilizar herramientas, porque ya está incorporada a la máquina.

Fig. 3. Cambios en la estructura de la TCP-70 (Ajuste de altura de bandeja de cartón)



Nombre: Guías del pistón (guías del cierre de caja) Función: Cerrar las pestañas de las bandejas de cartón	
Antes	Después
	
Se tenían que sacar los tornillos de la placa que compone el montaje del pistón en su totalidad, mover la placa al punto correspondiente para nuevamente enroscarlos cuando se realizaba el cambio de formato.	Se rediseñó la placa. Ahora es más grande y tiene la ranura más larga, de tal manera que permite que solo se aflojen los tornillos y se deslice todo el montaje del pistón sin tener que sacar los tornillos en su totalidad.

Fig. 4. Cambios en la estructura de la TCP-70 (Guías del pistón)

Nombre: Placa empujadora de paquetes. Función: Empujar los paquetes para ubicarlos hacia la caja.	
Antes	Después
	
<p>Se tenían que retirar los tornillos de la placa empujadora en su totalidad.</p> <p>Al momento de realizar el ajuste había que colocarle a un extremo de la placa un tornillo, una arandela y la tuerca y al otro extremo un tornillo y dos arandelas para compensar el desbalance.</p>	<p>Se le realizaron dos ranuras a la placa para que funcionara como corredera y además se invirtió la posición de los tornillos para poder ajustar la placa empujadora de paquetes con una tuerca y de esta manera solo es necesario aflojar las tuerca y no tener que retirar todo el tornillo.</p>

Fig. 5. Cambios en la estructura de la TCP-70 (Placa empujadora de paquetes)

Dentro del procedimiento que estandarizamos se trató de corregir ciertas actividades que eran innecesarias y otras que ponían en riesgo la salud del operador. Por ejemplo, los operadores preferían pasar por debajo de la banda transportadora en vez de utilizar la escalera. La causa de esto radicaba en el hecho de que la escalera se encontraba obstaculizada por cajas, envases y materiales. Éste es tan solo un ejemplo de las condiciones de trabajo que podrán propiciar accidentes y retrasos en las actividades laborales.

Con esto solo queremos decir que el éxito de una certificación de clase mundial no sólo está condicionada al desarrollo óptimo de las prácticas y técnicas de manufactura, sino también en la generación de una nueva cultura. Y éste sentido de pertenencia y colaboración solo es posible si la dirección se involucra desde el inicio. Tal como dijo Dennis Staman, director de servicios industriales en la oficina de Atlanta CH²M Hill [8]: “dos de cada tres compañías que intentan implantar el sistema *lean manufacturing* fallan en el primer intento porque no tienen entendimiento a nivel ejecutivo y no se aplica como iniciativa a nivel global”.

V. RESULTADOS OBTENIDOS CON LA METODOLOGÍA SMED

Para el proyecto desarrollado en esta empresa, realizamos diferentes estudios de tiempos con la finalidad de conocer el tiempo que les tomaba a los operadores realizar el cambio de formato de la encajetadora TCP 70- Línea 3.

Las entrevistas efectuadas, durante la etapa preliminar informaron que el tiempo máximo que tomaban en realizar el cambio de montaje era aproximadamente 30 minutos. Con base en esta información, utilizamos para este estudio 5 ciclos, apoyándonos en el criterio de General Electric. Este criterio establece que si el tiempo de ciclo se encuentra entre los 20 y 40 minutos se recomienda realizar 5 ciclos [9].

El primer estudio de tiempos realizado a la encajetadora TCP 70, dio como resultado un tiempo estándar de 29.746 minutos, bastante alto desde el punto de vista productivo y más cuando sabemos que este tiempo puede ser menor con la implementación de buenas prácticas de trabajo.

Una segunda muestra de estudio de tiempos, sin estandarización, con la diferencia de que para esta ocasión se tenían todos los materiales y herramientas listas, mostró una reducción de tiempo. El resultado fue de 18.583 minutos

Es en la tercera y última etapa de la metodología, donde finalmente se logra que todos los operadores realizaran el cambio de montaje bajo un método estandarizado. Para esto, elaboramos un manual que explica detalladamente los pasos que deben seguir al momento de realizar el cambio de formato de 3x9 a 2x6 y de 2x6 a 3x9. Una vez que los trabajadores dominaron el método estandarizado procedimos a realizar el tercer estudio de tiempos. El tiempo obtenido fue de 16.207 minutos.

Si comparamos el tiempo estándar del estudio 1 que fue de 29.746 minutos con el estudio 3 cuyo valor fue de 16.207 minutos se observa que hay una disminución de 45.5%. Un porcentaje bastante representativo del trabajo realizado en cada etapa del SMED. Si traducimos este tiempo a unidades la empresa estaba dejando de producir en el formato de 3x12, 203 cajas, es decir 2436 unidades y en el formato de 3x9, 80.22 cajas es decir 2166 unidades.

Los diagramas de proceso de flujo elaborados para cada cambio de formato que detallan el procedimiento estandarizado, reflejan el trabajo logrado debido a la aplicación del sistema SMED y el estudio de métodos. Las operaciones se redujeron de 60 a 39, los transportes de 24 a 11, las esperas de 2 a 0, las inspecciones de 10 a 1 y las

operaciones-inspecciones de 16 a 3. La distancia del recorrido quedó reducida de 85 a 25 metros.

La reducción de operaciones también se debe a los diferentes cambios implementados en la máquina que permitió la disminución de herramientas. La tabla 3, muestra una comparación de las herramientas que se utilizaban antes y después de la implementación de la metodología, para cada parte de la encajetadora TCP 70.

Tal como podemos apreciar en la tabla 3 la máquina no tenía herramientas fijas y con los cambios implementados ahora se tienen cinco (5) herramientas fijas que facilitan el trabajo, y además se implementó la llave manivela (herramienta multifuncional) que se utiliza en tres puntos de la máquina.

La creación de esta llave surge debido a la dificultad al girar el eje cuadrante, porque se zafaba la herramienta al momento de realizar el giro, lo cual hace que aumente el tiempo de ejecución del ajuste. Algunos operadores retiraban la tapa para que les fuera más cómodo trabajar.

La manivela ayuda al giro del eje, evitando que la herramienta se desplace, ya que posee un sistema de anclaje. Permite que el operador lo pueda realizar de forma segura y con mayor rapidez.

TABLA 3
REDUCCIÓN DE CANTIDAD DE HERRAMIENTAS

Herramientas (Llaves)	Partes de la encajetadora TCP 70	Nuevas Herramientas
14 mm	1. Punto 1	Llave Manivela
	2. Punto 2	
	3. Punto 3	
13 mm	1. Ventosas	
	2. Guía centro del puente	
	3. Acople del eje principal	
	4. Pieza de altura de cartón	4. Llave L
	5. Pistón receptor separador	
	6. Placa empujadora de paquetes	
	7. Guías para formato	7. Llave estilo T
	8. Brazo empujador ordenador de paquetes	8. Llave estilo T
	9. Pistón del brazo sostenedor	
	10. Guías de la cadena transportadora.	
Allen	1. Placa empujadora de paquetes	1. No utiliza
10 mm	1. Guía lateral del puente	
	2. Punto 4	2. Eje con pasador
11mm	1. Pistón receptor separador entrada de la corredera	1. Llave estilo T
	2. Brazo sostenedor	2. No Utiliza
Total: Fijas: 0 No Fijas: 5		Total: Fijas: 5 No fijas: 3

VI. GENERALIDADES DE LOS DIAGRAMAS DE ARREGLO RÁPIDO

En un diagrama de arreglo rápido conocido también conocido como “Quick Fix” se describe el problema y las posibles soluciones rápidas del mismo. [10]

El diagrama debe ser suficiente claro para que el trabajador lo comprenda y pueda solucionar el problema sin necesidad de llamar al especialista.

VII. DIAGRAMAS DE ARREGLO RÁPIDO APLICADOS EN LA EMPRESA X.

Uno de los problemas que tenía la Empresa X eran las constantes interrupciones a la producción debido a daños en las máquinas que solo podían ser resueltas por parte de los mecánicos.

Con la finalidad de optimizar el tiempo, se confeccionaron diagramas de arreglo rápido para aquellas maquinarias que tenían mayores reportes de incidencias. Algunas de estas máquinas fueron las envasadoras, encajetadoras y procesadores.

Al momento de diseñar se tomó en cuenta cuál podría ser la causa primera del problema, si el operador hacía lo que se indicaba y el problema persistía se continuaba con las siguientes posibles soluciones y si el operador no lograba solucionarlo entonces ya podía llamar al mecánico. En la fig.6 se muestra un ejemplo de diagrama de arreglo rápido elaborado para la envasadora TBA3, para cuando presente problemas con el brazo descargador.

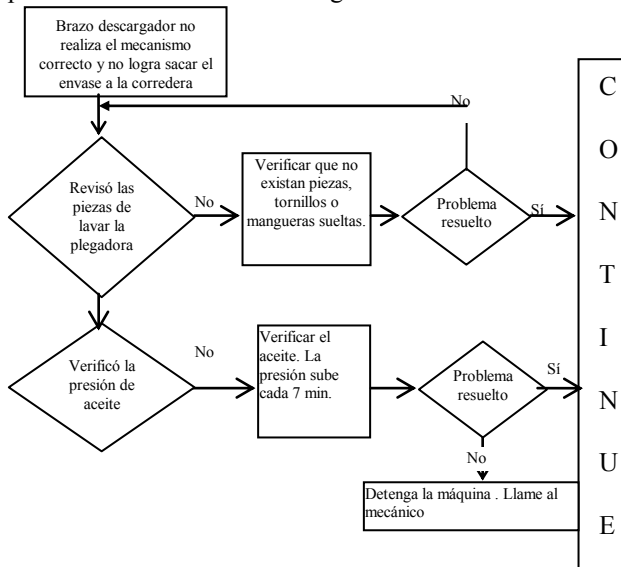


Fig.6. Diagrama de Arreglo rápido. Problemas con el brazo descargador.

Hoy podemos decir que el área de producción de la Empresa X, logró un perfil renovado de sus colaboradores. Ahora cuenta con trabajadores más autónomos, que saben enfrentarse a los problemas, resolverlos y determinar cuándo es necesario llamar al especialista. Y por lo tanto, el tiempo ocioso tanto del trabajador como de la máquina disminuye.

VIII. CONCLUSIÓN

La manufactura de clase mundial es la realización de los procedimientos de la mejor forma, con el fin de disminuir desperdicios, pérdida de tiempo y accidentes. Estos tres objetivos se han logrado mediante la implementación de la metodología SMED en la encajetadora TCP 70 del área de empaque de la empresa X y los diagramas de arreglo rápido.

La técnica SMED fue aplicada para el cambio de formato de las cajas (3x6 y 3x9) por ser la línea de producción que mayor demanda tiene actualmente en la empresa. En base a los positivos resultados obtenidos se considera la implementación de la técnica en otras máquinas y para otros tipos de formato.

Las entrevistas con los operarios, realizadas antes de comenzar con la aplicación de estas técnicas, fueron fundamentales para identificar los elementos de la preparación que mayor tiempo tomaba y los problemas más recurrentes de cada máquina con el fin de idear mejoras. Además estas reuniones contribuyeron a concienciar al personal involucrado en pro de los objetivos planteados.

Los beneficios obtenidos por la implementación del sistema SMED en el proceso seleccionado fueron inmediatos. Antes que se aplicara esta metodología el tiempo que tomaba realizar el cambio era de 29.746 minutos y en la segunda etapa del SMED el tiempo de cambio disminuyó a 36.6%, es decir a 18.583 minutos. Esta reducción de tiempo se consiguió al identificar y convertir las tareas internas en externas. Y en la cuarta y última etapa de la implementación de la técnica, el tiempo de preparación fue de 16.207 minutos. Esta reducción de 45.5 % se logró una vez que el proceso fue estandarizado. Como vemos desde la segunda etapa encontramos una reducción del tiempo.

Uno de los grandes beneficios del SMED es que no requiere grandes sumas de dinero para obtener resultados representativos. Las entrevistas con los trabajadores, la estandarización de los procesos, la implementación de prácticas lean y el rediseño de la piezas fueron actividades claves para la disminución del tiempo. Para los cambios implementados a la misma máquina (piezas rediseñadas) se utilizó materiales que diariamente utiliza el taller de la empresa.

Por otra parte, la aplicación de diagramas de arreglo rápido, contribuye a minimizar el tiempo improductivo. Para poder comparar los resultados obtenidos antes y después de la implementación de estos diagramas es necesario de un tiempo prolongado.

El éxito obtenido en ambas técnicas, SMED y diagramas de arreglo rápido, se debe a que integramos a las distintas áreas funcionales de la empresa: mantenimiento, producción y recursos humanos.

Aplicar la metodología SMED o diseñar diagramas de arreglo rápido, son técnicas que toda empresa debería implementar por su baja inversión y altos beneficios que puede llegar a obtener. Además permiten una mayor flexibilidad en la planificación de la producción por lo que la empresa puede responder más rápidamente a las exigencias del cliente

Para seguir con la filosofía de mejoramiento continuo, es necesario que las metodologías aplicadas sean revisadas y actualizadas constantemente.

IX. Referencia

- [1] R. Kaplan y D. Norton. La organización focalizada en la Estrategia. Editorial Gestión 2000. 2001.
- [2] Y. Togo M y W. Wartman AGAINST ALL ODDS. The Story of the Toyota Motor Corporation and the Family That Created It. 2003. 260 págs.
- [3] A. De Diego, N. Sierra y S. García. Las claves del éxito de Toyota. LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas. Cuadernos de Gestión, vol. 9. N° 2 (Año 2009), pp. 111-122 113.
- [4] Anbor Consulting. Lean Manufacturing. Febrero 2007. [En línea]. Disponible: www.anbor.com/lean_manufacturing.htm
- [5] G, Santiago. El concepto de World Class. [En línea]. Disponible: <https://www.xing.com/communities/posts/el-concepto-de-world-class-1004976478>.
- [6] A. Casanova y L. Cuatrecasas. Logística Integral: Lean Supply Chain Management. Barcelona 2011.
- [7] S. Shingo. Evolución en la Producción: El Sistema SMED (4a ED.) 2003. 432 págs.
- [8] K. Higging. 2005. [En línea]. Disponible: www.learn.org
- [9] R. García. Medición del Trabajo. Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., México 1998.
- [10] Competitive Capabilities International (CCI). Manual del TRACC: Reducción del tiempo de Montaje. Versión 4 – 2004