

## **Implementación de Metodología “Lean” en Celda de Manufactura**

*José A. Caraballo Cruz  
Maestría en Manufactura Competitiva  
Rafael Nieves, PharmD.  
Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas  
Universidad de Puerto Rico*

---

**Resumen** — *Este artículo se enfoca en el estudio, desarrollo e implementación de técnicas de manufactura “Lean” con el objetivo de identificar causas o problemas que están previniendo un nivel de producción adecuado en la compañía Hubbell Caribe. Con el propósito de resolver los problemas y mejorar el área de trabajo para los empleados se realizará un evento “Kaizen”. El mismo incluirá un 5S y un análisis de equilibrio y redistribución de tareas en la celda de manufactura. Luego de completadas las tareas se logró mejorar la organización del área de producción y, al mismo tiempo, se cumplió el objetivo de aumentar la cantidad de piezas manufacturadas por hora.*

**Términos Clave** — *5S, “Gemba Walk”, “Kaizen”, “Lean”.*

### **INTRODUCCIÓN**

El comercio en su forma más básica, se remonta a más de 10,000 años atrás cuando un individuo que poseía algún objeto que no necesitaba lo intercambiaba con otro individuo que tenía otro objeto en condiciones similares [1]. Este intercambio se le conoce como trueque y es el predecesor al comercio actual, el cual utiliza dinero para adquirir bienes o servicios. Con el pasar del tiempo y la evolución de las civilizaciones surgió la necesidad de desarrollar técnicas de manufactura que permitieran construir objetos o productos para satisfacer unas necesidades. Con el aumento poblacional y la demanda en crecimiento para bienes y servicio llega la revolución industrial, donde el enfoque en el área de manufactura se concentra en desarrollar procesos más eficientes que permitan aumentar la producción de los artículos manufacturados.

El objetivo principal de cada compañía debe ser el enfoque a la satisfacción de sus clientes. Para lograr dicha meta, la compañía debe ser capaz de manufacturar con un alto grado de calidad y de entregar el producto requerido por los clientes en la fecha deseada por estos. Considerando el requerimiento de entregar a tiempo el producto solicitado por los consumidores, se coordinó este proyecto para verificar el proceso de manufactura en una de las líneas de producción de la compañía Hubbell Caribe, establecida en el pueblo de Vega Baja en el 1984.

El área de producción no estaba cumpliendo con los requerimientos diarios que se necesitaban manufacturar para estar a la par con el mercado y no incurrir en retrasos al momento de despachar el producto a los clientes. Antes de proceder a analizar y determinar los pasos a seguir para resolver el problema de producción, se llevó a cabo un estudio de técnicas y estrategias utilizadas actualmente en la industria de la manufactura.

### **DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

Este estudio se enfoca en el área de manufactura de Hubbell Caribe, una planta de productos eléctricos para el sector industrial. Se estudiaron técnicas y herramientas “Lean” con la intención de realizar e implementar mejoras permanentes al área de manufactura escogida. Este estudio es de suma importancia para garantizar que el área de manufactura produzca en una forma óptima que permita minimizar desperdicios durante el proceso de producción.

### **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

El objetivo principal del estudio era identificar y corregir los obstáculos que impedían que la línea

de producción pudiera cumplir con los requerimientos diarios y garantizar la satisfacción de los clientes al estos recibir su producto a tiempo.

## CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO

La contribución principal del estudio es el mejoramiento en la eficiencia con la cual el área de manufactura genera su producción diariamente.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Cuando una persona desea comprar un auto, y sabe exactamente lo que quiere, se dirige a un concesionario buscando ese modelo en específico. Si al llegar no hay personal que lo atienda inmediatamente, es muy probable que se vaya o espere unos minutos. Al llegar el representante, el cliente le describe el modelo que desea, pero este le indica que no lo tienen disponible y que no va a estarlo por al menos un mes. El cliente se decepciona con el trato y servicio recibido, por lo que decide ir a otro concesionario que tenga el modelo disponible. En este ejemplo, si al cliente le proveyeran un cuestionario para medir su nivel de satisfacción, probablemente el primer concesionario de venta de autos obtendría resultados poco satisfactorios. El término satisfacción al cliente se conoce como el número de clientes o el porcentaje de clientes que al tener algún tipo de experiencia solicitando y obteniendo algún bien o servicio reportan un nivel de complacencia igual o mayor a las metas o expectativas establecidas. Toda compañía, si desea ser exitosa, debe enfocarse en cumplir y, si es posible, exceder las expectativas de sus clientes.

En el caso de la compañía Hubbell Caribe, es inadmisibles que un contratista entre a una tienda a solicitar un producto y que el vendedor le indique que no está disponible. Este escenario podría significar la pérdida de uno o posiblemente varios clientes, ya que el contratista podría explorar otras alternativas que sean manufacturadas por la competencia y posteriormente dejarle saber a otros posibles clientes su experiencia.

Durante la Revolución Industrial, varias empresas se dieron a la tarea de diseñar y establecer métodos de manufactura más eficientes que permitieran manufacturar productos de alta calidad. Una de estas compañías pioneras fue Toyota en Japón al desarrollar la metodología “Lean”. Uno de los aspectos fundamentales de esta estrategia es el proceso de mejora continua o “Kaizen”. Los eventos “Kaizen” van dirigidos o enfocados a dos aspectos del área de manufactura:

- Mejora de calidad – El objetivo se centra en proveer a los clientes un producto o servicio con la calidad esperada por estos.
- Mejora en procesos – El objetivo es mejorar y estandarizar los procesos de manufactura para que sea uno repetitivo y de poca variabilidad.

Hay 10 reglas básicas a la hora de realizar un evento “Kaizen”; estas son [2]:

1. Eliminar el pensamiento vertical, romper paradigmas y recordar que cualquier cosa se puede mejorar.
2. Pensar en cómo hacerlo y no por qué no se puede hacer.
3. No buscar excusas. Empezar por cuestionar las prácticas actuales.
4. No buscar la perfección. Hacerlo inmediatamente, aunque sea sólo para el 50% del objetivo.
5. Corregir los errores en forma inmediata.
6. Invertir en “Kaizen”.
7. La sabiduría se presenta cuando se enfrenta la dificultad.
8. Preguntar cinco veces “¿Por qué?” y buscar la causa fundamental.
9. Buscar la sabiduría de diez personas, en lugar del conocimiento de una sola.
10. Recordar que las oportunidades para Kaizen son infinitas.

Adicional a los eventos “Kaizen”, el Sistema de Producción de Toyota (TPS) integró a su proceso de manufactura el ciclo o círculo de Deming, conocido también por sus siglas en inglés como PDCA [2]:

- Planificar (“Plan”) – En la fase de planeamiento se establecen las metas y objetivos.
- Ejecutar (“Do”) – Se procede a ejecutar el plan establecido.
- Revisar (“Check”) – Se verifica y analizan los resultados.
- Actuar (“Act”) – Luego de analizar los resultados se determina si hay que realizar cambios adicionales.

Esta estructuración tan metódica ha convertido a la compañía Toyota en un modelo a seguir por un sinnúmero de empresas a nivel global, promoviendo y estableciendo así la manufactura de productos de calidad. Con el paso del tiempo se han ido desarrollando nuevas teorías y filosofías de manufactura con el mismo objetivo de mejorar la calidad de los productos y, al mismo tiempo, agilizar el proceso de manufactura.

## METODOLOGÍA

La compañía Hubbell Caribe ha sido capaz de superar muchos retos y obstáculos debido al constante empeño de la administración y de sus empleados en mejorar el proceso de manufactura para convertirlo en uno eficiente. Para esta compañía es sumamente importante poder cumplir con las solicitudes de los clientes en el momento requerido por estos.

Con este objetivo siempre en mente, la compañía identificó una línea de producción que no estaba cumpliendo con los índices necesarios de producción para satisfacer la demanda del mercado. Para determinar posibles soluciones al problema se estableció un equipo de trabajo especializado.

El primer paso fue organizar un evento “Kaizen” en el cual se establecieron los integrantes del equipo, compuesto por representantes de diferentes áreas (ingenieros, “material handlers”, empleados de producción, un supervisor y un comprador). También se establecieron las fechas y horario del evento, y se implantaron los siguientes objetivos y metas:

1. Mejora en productividad/producción total por turno.
2. Identificar y resolver posibles riesgos de seguridad.
3. Identificar y resolver posibles riesgos ambientales.
4. Calcular y reportar mejoras realizadas en el proceso de producción.
5. Monitorear los resultados.

La palabra “Gemba” es un término japonés que significa “lugar de trabajo, el lugar real donde ocurren las cosas”. Cuando se menciona ir al “Gemba” o “Gemba Walk”, como resume la Figura 1, se indica la acción de ir a observar el proceso, entender la manera como se desarrolla el trabajo, hacer preguntas y aprender para mejorar de forma continua los procesos [3]. Esta fue una de las técnicas más importantes utilizadas en el proyecto.



Figura 1  
Puntos Clave de Ir al Gemba

Durante el “Gemba Walk” se observó el área de producción por un periodo de 20-30 minutos por varios días para hacer observaciones de cómo el personal opera la celda de producción. Con el fin de tomar anotaciones durante este proceso se creó el formulario mostrado en la Figura 2, en el cual se cotejaban los siguientes puntos:

- Si la celda estaba produciendo o estaba detenida por alguna situación.
- Número de asociados en la celda.
- Celda de producción en “one piece flow” o por lote.

### Forma de GEMBA WALK

FECHA	Set up(S)		Cantidad	Área		OBSERVACION	FLUJO	Pizarra	Hora x Hora	Line	Proximo
	Down (D)	Asociados(as)		ONE PIECE	FLUJO						
Miller	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
super	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
60 amp	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
B peq	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Rotary	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
FR	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Twislock	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Din Rail	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Adapter	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Paneles	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Switch	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Snap	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
Pre-Sw	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO
	S, D	1,2,3,4,5	1,5,10	SI/NO			SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO	SI/NO

Oportunidades de Seguridad:

Taladros guardado podrian causar accidente. Asociado puede golpear la mano con taladro

Figura 2  
Forma de "Gemba Walk"

- Si las piezas llevaban un flujo de manufactura adecuado.
- Pizarra documentada por asociados con comentarios hora por hora.
- Si el índice de manufactura por hora se estaba cumpliendo.
- Otros

Los problemas más relevantes identificados durante el proceso de "Gemba Walk" fueron:

1. El tablero hora por hora corroboró el problema inicial de que no se estaba cumpliendo con los requerimientos de producción por hora.
2. Se encontraron materiales ubicados fuera de su área designada.
3. Materiales no identificados.
4. Herramientas desorganizadas.
5. Uso de martillo para ensamblar piezas.
6. Taladros colgando a una distancia muy baja, lo cual podía causar un accidente.
7. Varios empleados esperando en lo que otro terminaba de trabajar con las piezas de la operación anterior.

Al discutir y analizar las observaciones encontradas se determinó que para corregir dichas situaciones se debía implementar un evento 5S en el área de manufactura y luego hacer un estudio de

tiempo. Este estudio permitiría verificar si las operaciones durante el proceso de manufactura estaban balanceadas y si los asociados tenían una carga similar de trabajo.

El termino 5S se originó durante la década de 1960, cuando la compañía Toyota quiso brindar a sus empleados áreas de trabajo más limpias y organizados para así aumentar la productividad y mejorar las condiciones de trabajo. Las 5S se derivan de las palabras japonesas "Seiri", "Seiton", "Seiso", "Seiketsu" y "Shitsuke" [4]. La Figura 3 muestra la definición de cada una, cuya traducción en inglés también comienza con S:



Figura 3  
5S

- "Seiri" ("Sort") - Clasificar, organizar, arreglar apropiadamente.
- "Seiton" ("Set in Order") - Ordenar.
- "Seiso" ("Shine") - Limpiar.

- “Seiketsu” (“Standardize”) - Estandarizar la limpieza.
- “Shitsuke” (“Sustain”) - Mantener la disciplina.

Luego de completar el evento 5S en el área de manufactura se procedió a realizar un estudio de tiempo. Este constituye una parte significativa para cumplir con los objetivos del proyecto porque permite identificar las áreas específicas que estaban restringiendo los resultados de la producción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Evento 5S

Durante el evento 5S en el área de manufactura se realizaron varias mejoras para agilizar el proceso de producción y aumentar la seguridad de los empleados. Como se puede observar en la Figura 4:

- Se identificaron materiales que no eran necesarios en el área y se removieron.
- Se limpió y organizó la celda de manufactura.
- Se rotularon y demarcaron áreas específicas para la ubicación de materiales y equipo, y así evitar confusiones.

### Estudio de Tiempo y Equilibrio de Operaciones

Para medir el ciclo del proceso, se realizó un estudio de tiempo, en el cual se desglosó la duración de cada paso en la línea de producción. La Figura 5 muestra un ejemplo, donde resume los tiempos medidos en cada tarea. En términos generales se obtuvieron los siguientes resultados:

- El tiempo del ciclo total según medido en el estudio fue de 111 segundos.
- El tiempo del ciclo total en la Hoja Operación Estándar (HOE) utilizada en el área fue de 119 segundos.
- Se identificó un 7% de diferencia entre el tiempo del ciclo actual y la HOE.

### Cálculos

Durante el proceso del estudio, los requerimientos de producción por turno de 8 horas

eran 975 piezas. Para realizar los cálculos de producción por turno se estableció como estándar que la celda de manufactura cuenta con un total de 26,400 segundos para producir en 8 horas, luego de los recesos mandatorios.

En la Figura 6 se puede observar que, tanto en el proceso actual como en el propuesto, la primera operación controla el “takt time”. Durante la primera operación se coloca el “ground”, “shell”, “rivet” y “blades” de la pieza. Esta es la más lenta y, por lo tanto, se convierte en el “bottle neck” o restricción en el proceso. Utilizando el tiempo de esta operación se puede calcular la producción actual por turno. Al dividir los 26,400 segundos entre los 37 segundos que tarda la operación se obtuvo un total de 714 piezas por turno.

Para disminuir la restricción en el proceso, se hizo una redistribución de tareas, asignando parte del proceso de la primera operación a la segunda. De este modo, como muestra la Figura 6, se equilibraron los tiempos para ambas operaciones.

FOTO	Situación	Resultado	Comentario
	Área de romper piezas sin identificar, cepillo y recogedor tirados en la mesa	COMPLETADO ✓	Se identifico el área, el cepillo y recogedor; se demarco el zafacón
	Piezas de Scrap encima de archivo de los visuales	COMPLETADO ✓	Solamente se colocara el cartón que divide los pisos en el bucket
	Demarcar é identificar donde se colocar los fixture, 60amp	COMPLETADO ✓	Se coloco letrero de no colocar o dejar objetos aquí
FOTO	Situación	Resultado	Comentario
	Eliminar rollo de papel o ubicarlo, 60amp	COMPLETADO ✓	Se elimino rollo de papel
	Cajas en el piso, 60amp	COMPLETADO ✓	Se demarco, se identifico y se pego un aviso de no colocar cajas en el piso
	Envases plástico vacío que viene con la plata en el piso, super celda switches	COMPLETADO ✓	Se hablo con los asoc. que usan estos envases

Figura 4  
Observaciones y Resultados 5S



## Hoja de Observación de Tiempos

Proceso:		Celda F5										Observador: Edwin Martinez		Centro de Trabajo: _____	
														Fecha: 11/15/18	
Paso No.	Elemento (Tarea)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Tiempo Promedio Tarea (s)	Observaciones:
1	1era Operacion - Plastico, Ground, Shell	18	33	48	66	82	10	37	63	87	103			16	1
		18	15	15	18	16	10	19	26	24	16				
2	2da Operacion - Rivet, Blades	33	55	81	118	184	22	43	63	82	102			20	
		23	22	26	37	24	22	21	20	19	20				
3	Retainer - Cavitas, Ensamble	10	21	30	38	47	11	25	39	53	66			9	2
		10	11	9	8	9	11	14	14	14	13				
4	Frensa - Crimp Shell	2	7	12	16	22	9	18	27	35	42			4	
		2	5	5	4	6	9	9	9	8	7				
5	Tornillos - Terminales	19	40	54	71	90	14	26	38	52	63			13	3
		19	21	14	17	19	14	12	12	14	11				
6	Captest	5	11	17	23	30	5	11	15	21	26			5	
		5	6	6	6	7	5	6	4	6	5				
7	Cover Assembly	5	10	16	22	28	7	15	23	36	53			6	4
		5	5	6	6	6	7	8	8	13	17				
8	Packaging	11	23	35	47	58	16	30	44	59	76			12	
		11	12	12	12	11	10	14	14	15	17				
9															
10															
11															
Tiempo p / 1 Ciclo (s)		87	87	83	87	84								86	Tiempo Total de las Tareas (s)
														86	Tiempo Promedio de Ciclo (s)

Figura 5  
Hoja de Observación de Tiempos

En este nuevo escenario, la producción propuesta sería 26,400 segundos dividido entre 23 segundos que toma la operación, para obtener un total de 1,148 piezas por turno. Aunque en este nuevo proceso la primera operación continúa siendo una restricción, al tardar 14 segundos menos, permite un considerable aumento en la capacidad de producción por turno.

Operador	Actual		Propuesto	
	Tiempo (s)	Operación	Tiempo (s)	Operación
1	37	Colocar Ground y Shell, Rivet, 4 Blades	23	Colocar Ground y Shell, Rivet
2	14	Colocar 4 Terminales y Sellar ensamble	21	Colocar 4 Blades, 4 Terminales y Sellar ensamble
3	18	Colocar Tornillos y Cap Test	18	Colocar Tornillos y Cap Test
4	25	Cover Assembly	25	Cover Assembly
5	17	Esamblar con Cover Assembly y Packaging	18	Esamblar con Cover Assembly y Packaging
Tiempo Ciclo Total		111	105	

Figura 6  
Equilibrio de Tiempos

## CONCLUSIÓN

Sin un cliente que necesite un producto no puede existir una empresa que pueda proveerlo. Para toda empresa, satisfacer las necesidades de sus clientes debe ser la prioridad número uno. Por esta razón la compañía Hubbell Caribe procura identificar continuamente posibles oportunidades

de mejora que permitan cumplir con los requerimientos de sus clientes y mantenerse competitivos en el mercado de los productos eléctricos. Esta motivación ha permitido superar muchos retos desde que la compañía fue establecida.

Hubbell Caribe ha adoptado desde muy temprano las metodologías “Lean” con la intención de identificar y eliminar los desperdicios que no aportan al proceso de manufactura en sus productos. La meta principal del proyecto era garantizar que el área de producción fuese capaz de manufacturar 975 piezas por turno para poder cumplir con los requerimientos diarios en ese momento. Durante el “Kaizen” se realizaron las siguientes tareas con el objetivo de resolver el problema de producción:

1. Ir al “Gemba” – Observar e identificar posibles razones del problema y así determinar próximo paso a seguir.
2. 5S en área de producción – Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Fomentar Disciplina.
3. Realizar estudio de tiempo – Verificar distribución de tareas en la línea de ensamblaje

y, de ser necesario, redistribuir operaciones para equilibrar el trabajo por asociado.

Al finalizar con todas las tareas establecidas se obtuvo un área de producción más organizada y un flujo de producción más consistente, el cual ha permitido aumentar la producción por turno de 700 piezas a sobre 1,100 piezas. Tras lograr cumplir con los objetivos del proyecto, se visitará el área periódicamente para verificar que todos los cambios implementados permanezcan en efecto y el área de manufactura continúe generando los niveles de producción requeridos.

## REFERENCIAS

- [1] A. Marino. (2018, Octubre 31). *Origen del trueque* [En línea]. Disponible en: <https://www.historiando.org/origen-del-trueque/>.
- [2] M. Gurrero Cano. (2015, Dic. 21). *El secreto de Toyota: Metodología Lean y filosofía Kaizen* [En línea]. Disponible en: <https://manuelguerrerocano.wordpress.com/2015/12/21/el-secreto-de-toyota-metodologia-lean-y-filosofia-kaizen/>.
- [3] T. Ingrande. (2015, Marzo 19). *Gemba Walk: Mira, escucha, pregunta y aprenderás* [En línea]. Disponible en: <http://kailean.es/gemba-lugar-de-trabajo/>.
- [4] C. López. (2001, Octubre 11). *5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Base de la mejora continua* [En línea]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-y-shitsuke-base-de-la-mejora-continua/>.