



Una Enseñanza de Calidad

# LEAN SIX SIGMA: UNA RUTA HACIA LA AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

Ing. Saylin Vindas  
CSSYB

# BIENVENIDA

Hola, mi nombre es Jorge Céspedes Chinchilla, fundador de CCCespedes, y si estás leyendo esta bienvenida es porque quieres tomar la decisión de enrumbarte a una aventura en el mundo de mejora continua.

Puedo asegurar con firmeza que con CCCespedes este viaje será de provecho y de gran ayuda para su desarrollo profesional, donde vamos a crear juntos unos lentes nuevos de cómo ver los procesos de manera positiva y retadora. El minibook trae una visión de Lean Six Sigma:

Una ruta hacia la automatización de procesos, que te va a llevar a querer obtener mucho más conocimiento sobre este universo tan amplio y atractivo para el mercado laboral de hoy en día.



Puedes sentarte con un café, tomar una hoja e invertir un tiempo tranquilo para tomar notas de todo lo que puedes empezar a aprender con nuestro mini e-book. Disfruta esta nueva experiencia porque al hacer cosas nuevas obtendremos resultados diferentes.

Después de que decidas enrumbarte en esta nueva aventura, ¡dejarás de ser el mismo!

-Ing. Jorge Céspedes Chinchilla  
Fundador de CCCespedes

# AUTORA

Para todos nuestros lectores, el agradecimiento por inspirarnos a crear este minbook para ustedes y su desarrollo profesional.

Sin ustedes, la pasión por la mejora continua y el interés de seguir creciendo profesionalmente, CCC no estaría donde está hoy.



-Ing. Saylin Vindas Ruiz

Un especial agradecimiento para la ingeniera Saylin Vindas quien apasionada por el tema, diseñó y creó este minibook para el crecimiento de usted.

## ¿Qué es Lean?

Lean Manufacturing es una metodología orientada a la eliminación o reducción de desperdicios en los procesos productivos. Donde se obtendrán mejoras tangibles, medibles y significativas de la competitividad, mejorarán las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador sin tener que aumentar los costos o inversiones de manera inadecuada en la mejora de procesos, nos invita hacer mejoramientos de cosas sencillas de manera asertiva. Debemos verlo como una estrategia, no solo como una técnica más.

Se debe definir cuál es el estado actual del proceso y qué potencial de mejora tenemos. Pero, ¿por dónde empezamos? Una forma de comenzar es teniendo un listado de las herramientas más importantes con sus definiciones y una breve descripción de cómo debe ayudarnos a mejorar la productividad de la empresa.

Lean se puede implementar si la empresa necesita, por ejemplo:

- Incrementar la capacidad de producción.
- Mejorar tiempo de entregas.
- Mejora de calidad.
- Incrementar la productividad.
- Reducir tiempos de ciclo.
- Reducir inventarios.
- Reducir costos.
- Reducir la variabilidad de sus procesos.
- Entender y controlar procesos complejos.

## ¿Qué no es Lean?

- Lean no necesariamente reduce los puestos de trabajo.
- Lean no solo es aplicable a las plantas de producción, se puede aplicar a todos los procesos, independientemente de la sección o departamento.
- Lean no es una moda, es la mejora real.
- Lean no es cambiar la creatividad de las personas por la estandarización y sistematización. Más bien eso es el resultado de la creatividad y aporte de lo mejor de todos los implicados en el proceso.

Lean incorpora técnicas y herramientas diferentes orientadas a eliminar desperdicios, facilitar el proceso de mejora continua y el cambio cultural de todos los miembros de la organización.

## ¿Qué son desperdicios?

Desperdicios son todos aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Así que tenemos 8 desperdicios:

- **Sobreproducción:** Es producir en exceso, o producir con demasiada anticipación.
- **Exceso de movimientos:** Cualquier movimiento que no agregue valor. Esto es debido a una falta de organización en la empresa.
- **Esperas:** Significa esperar por piezas, personas o equipos.
- **Sobrepesamiento:** Es hacer más de lo necesario o hacer actividades que no generan valor.
- **Inventario:** Se refiere a un exceso de materia prima, productos y procesos no en uso. Este desperdicio está relacionado con la sobreproducción, al final los productos tienden a dañarse o elevar el costo por almacenamiento.
- **Transporte:** Es transportar de un lugar a otro que no sea esencial.
- **Corrección de defectos:** Es cualquier actividad que sea consecuencia del error anterior.
- **Talento no percibido:** No utilizar la idea de los que trabajan con el proceso todos los días es un desperdicio de talento. Las personas que usan el proceso son los más adecuados para saber cómo mejorarlo. Escucharlos aportará resultados positivos tanto para el proceso como para los propios empleados, pues si alguien tiene una idea que nadie escucha, es probable que esa persona no compartirá su próxima idea.

## ¿Qué es valor agregado?

Anteriormente se ha mencionado "valor de un producto", esto ocurre cuando satisface las necesidades de un cliente. Por ejemplo, que un producto sea resistente, de buena calidad, precio, entrega rápida...

Tenemos actividades que añaden valor y otras que no, por ejemplo:

- Las actividades con valor añadido transforman las materias primas en un producto final con las características que algún cliente esté dispuesto a comprar. La mejora continua debe ser la actividad primordial del personal de una empresa.
- Las actividades sin valor añadido son las que más bien añaden un costo y no un valor al producto y servicio. Por lo tanto, el cliente no estaría dispuesto a pagar por ello.

## Casa Toyota

Se utiliza una casa porque esta representa una estructura que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas sean fuertes. En el momento que cualquiera de las partes esté en mal estado debilitaría todo el resto del sistema. Por ejemplo:

- Los cimientos: Todos los miembros de la compañía deben de disponer de la información adecuada y tener los procesos y operaciones estandarizadas y confiables. Es la estabilidad de la casa.
- El corazón: Se refiere a la mejora continua. Para ello los equipos y personas trabajan orientados a obtenerla, reduciendo para ello los despilfarros y las ineficiencias.

o *¿Qué es Mejora Continua?*

Las empresas deben mejorar cada día. Los esfuerzos de mejora de la calidad deben ser dirigidos hacia la búsqueda constante de oportunidades para dicha mejora, no esperar la aparición del problema para revelar las nuevas oportunidades.

Las ventajas más destacables de la Mejora Continua con respecto a otras metodologías son:

- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
- Reduce el % de productos defectuosos.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar procesos repetitivos.

o *¿Qué es el factor humano?*

Lean implica la participación del personal trabajando en grupos multidisciplinares cuyos miembros se comprometen con el cambio, aportan sus conocimientos y aprenden a mejorar de forma continua.

Un ejemplo de esto son los operarios, ellos tienen más conocimientos o familiaridad con los procesos así que están más capacitados para proponer soluciones de mejora. Solo en estas condiciones puede llegarse a un cambio de “cultura”.

- Los pilares: En los pilares tenemos las herramientas Just in time y Jidoka. Ambas se explicarán más tarde.
- El tejado: Aquí se representa todo lo que vemos (calidad, costos, plazos...). Representa los resultados de la solidez del resto de la casa. Se busca el Lead Time más bajo (los días desde que se realizó el pedido hasta que este llegó al cliente), la mejor calidad y el costo más bajo.

# Revolución Industrial

Cada revolución industrial ha tenido lo que se denomina sus “habilitadores tecnológicos”, que han permitido su desarrollo.

- Industria 1.0: Empezó a mediados del siglo XVIII en Gran Bretaña, poco después se extendió por Europa Occidental y Norteamérica, y concluyó entre 1820 y 1840. Se destaca la máquina de vapor y el telar mecánico.
- Industria 2.0: Fue aproximadamente en 1850 hasta 1870 y la primera guerra mundial 1914. Podemos encontrar la electricidad y la cadena continua de producción.
- Industria 3.0: La tercera revolución industrial fue posible por la aparición de la electrónica, los PLC's, las técnicas de la información o la robótica. Algunos dicen que se produjo a partir de los años 70.
- Industria 4.0: Las tecnologías que la conforman son la realidad aumentada, IoT, trazabilidad, mantenimiento predictivo, visión artificial, cloud computing, CPS, Big Data, simulación, ciberseguridad, impresión 3D y robótica colaborativa. Se puede decir que actualmente estamos viviendo esta cuarta revolución industrial.

Lean no estaba sustentada en avances tecnológicos. Pero, actualmente las empresas deben competir buscando la mejora de la calidad del servicio y de los productos que comercializan, para fidelizar a sus clientes y automatizar procesos. Para poder lograr esto, también es necesario mejorar la eficiencia y los costos de producción.

Los proyectos de automatización requieren de importantes inversiones económicas, que se diseñan con el objetivo de asegurar los niveles de costos, calidad, cero desperdicios y productividades mejores a los tradicionales.

## ¿Encaja Lean con la Industria 4.0?

Por lo general, en las distintas empresas las máquinas avanzadas necesitan materiales e información que se les presente de manera precisa, consistente y predecible; así como también requieren de un ambiente limpio y organizado, además de mantenciones periódicas, con tal de garantizar un rendimiento óptimo de parte de estas. Cuando las cosas van mal, necesitan de un proceso para encontrar la causa raíz y resolver los problemas.

Dado esto, Lean aún podría considerarse como una parte necesaria para conseguir éxito en una fábrica automatizada, ya que proporciona la base para la excelencia operativa al estandarizar los procesos, inculcar una cultura de mejora continua y capacitar a los trabajadores en la planta de modo que estos puedan transmitir ideas y tomar decisiones que favorezcan el entorno de trabajo.

Cuando se automatiza un proceso, generalmente los trabajadores se centran en los pasos que realmente transforman los materiales en productos terminados que son denominados pasos de creación de valor, pero la mayoría de los desechos son localizados entre procesos. En algunos casos, automatizar, puede incluso hacer que el desperdicio empeore al aumentar la sobreproducción y el trabajo en progreso entre procesos.

Debidos a problemas como estos, es que Lean todavía se considera como una herramienta esencial para controlar los desperdicios en los distintos procesos, así como también una parte necesaria para perseguir el éxito en una fábrica automatizada.

De ahí viene la siguiente pregunta: *¿Lean se aplica antes o después de automatizar?*

Se considera a Lean como un requisito previo para la introducción exitosa de soluciones de la industria 4.0, ya que la automatización de los procesos ineficientes aumentará su ineficiencia. Si pensamos en automatización sería en un robot haciendo las labores de un humano, por lo tanto, es una mejora de procesos a través de diferentes tecnologías, antes de invertir el dinero en procesos de automatización, se debe buscar la forma de conexión de las herramientas lean para saber realmente el objetivo y cómo hacer una inversión asertiva en la mejora de los procesos.

Por lo tanto, los procesos lean se consideran como una base para la implementación eficiente y económica de la Industria 4.0, además es una interacción mutua porque persiguen el mismo objetivo, la excelencia operativa. Así mismo, se mejoran áreas como:

- Productividad: Con Analítica, los Algoritmos Predictivos promueven el Mantenimiento Autónomo, por lo tanto, provoca un ahorro en los costos de operación.
- Flexibilidad: Con la Interconexión entre Sensores y Sistemas se hace más eficientes los cambios de la línea de producción.
- Velocidad: El acceso a DATA en tiempo real les permite a los diferentes protagonistas conseguir rápidamente la causa raíz del problema y tomar acciones para solventar la falla, mejorando con esto la Gestión de Producción.



## Ciclo de mejora para automatizar un proceso

Se realiza este ciclo para automatizar un proceso junto con las herramientas Lean. Cada uno de los cuatro pasos tiene un conjunto de actividades, se deben realizar en el siguiente orden:

### 1. Planear

- Definir cadena de valor (VSM).
- Todos deben comprender e identificar los desperdicios.

### 2. Hacer

- Eliminar los desperdicios y mejorar las operaciones de VA.
- Definir lo que la automatización puede o no hacer en el proceso.
- Definir los eventos kaizen para la automatización.
- Mapear el estado futuro.
- Implementar las automatizaciones.

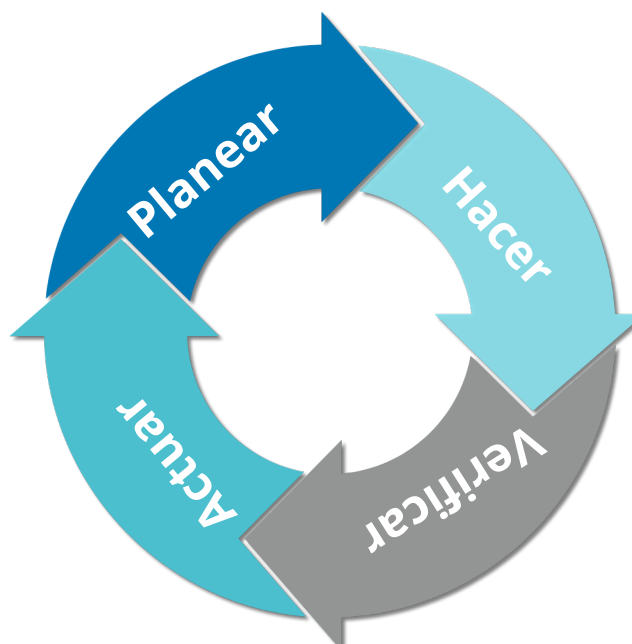
### 3. Verificar

- Los resultados de la automatización vs Indicadores (data base).
- Análisis de proceso para definir un estándar para la organización.

### 4. Actuar

- Crear los estándares e implementarlos.
- Recopilar resultados de cada proceso seleccionado mediante simulación o registros de campo real.

Figura 1. Ciclo de mejora. Elaboración propia de CCCéspedes.



## Just In Time

El método Justo a Tiempo (JIT) se refiere a ofrecer el producto adecuado, en el momento, lugar y calidad adecuada en la cantidad adecuada por los costos adecuados y con una gran velocidad de entrega.

El JIT no se refiere a un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, más bien está orientada a la demanda.

### Objetivos JIT

1. Atacar los problemas fundamentales.
2. Eliminar despilfarros.
3. Buscar de la simplicidad.
4. Establecer un sistema para identificar los problemas.

### Términos importantes que debes saber:

- **Sistema de fabricación “push” (empujar):** Sistema de fabricación clásico, donde los trabajos inician en una fecha determinada y se fija una fecha para su entrega de acuerdo con los requerimientos de mercadeo. El material se mueve a través del sistema de producción pasando de un proceso a otro y no importa lo que suceda delante de él. De ahí se debe el nombre “empujar”, ya que el material es empujado por el sistema de producción. Dentro de los sistemas push, se encuentran los sistemas de planeación de requerimientos materiales (MRP), que son métodos para la planeación efectiva de todos los recursos de una organización de manufactura.
- **Sistema de fabricación “pull” (jalar):** Permite que una empresa realice los productos para ser entregados en el momento preciso y en la cantidad requerida por los clientes, a través de una producción que utiliza las cantidades necesarias de su inventario, de materias primas, de producto en proceso o de producto terminado, con el fin de evitar su desperdicio y los altos costos en relación con las cantidades y los precios de los materiales necesarios para cada producto.
- **Kanban (tarjeta, o ficha):** Es un método visual, formado por un sistema de señales a lo largo de toda la cadena de producción que controla el proceso de reabastecimiento y empieza con el conocimiento de lo que el cliente demanda, hasta que se obtiene el producto final. El sistema Kanban se encarga de controlar que las piezas o componentes que se encargan en la cadena de producción se realicen en cantidades suficientes para reemplazar las que ya se han utilizado, consiguiendo así una producción sin existencias. Kanban va de la mano con el sistema Pull, así que todo lo que se produzca fuera de la planificación se considerará sobreproducción, la cual será una fuente de desperdicio importante para la empresa.

## ¿Just In Time 4.0?

Los objetivos JIT no siempre se cumplen debido a productos incompletos, incompatibles entre los productos requeridos, transportados, y retrasos inesperados durante procesos de transporte. Varias herramientas de la Industria 4.0 pueden contribuir a esta herramienta y automatizar el proceso.

Los vehículos guiados automatizados (AGV), por ejemplo, pueden transportar objetos dentro del flujo de material automáticamente. Esta minimiza los errores humanos y los viajes vacíos. Además, el material se suministra a las estaciones de trabajo de acuerdo con los requisitos. En caso de obstáculos el sistema de transporte desviaré el vehículo a una ruta alternativa. Esta autoorganización ayuda a construir sólidas redes logísticas para la producción.

Además, la tecnología Auto-ID, como RFID (identificación por radiofrecuencia), puede ser aplicado para rastrear el material en tiempo real y para localizar objetos en la cadena de valor de manera precisa. Esto da como resultado un tiempo de búsqueda reducido, así como una transparencia mejorada del proceso y un reconocimiento de componentes incorrectos. La selección automática de etiquetas RFID permite un seguimiento continuo de las existencias que finalmente resulta en niveles de inventario reducidos y facilita un proceso de reabastecimiento automatizado de proveedores.

También se puede aplicar Big Data y técnicas de análisis de datos. La oportunidad de analizar detalladamente la información del proceso en tiempo real proporciona información sobre parámetros, ayuda a identificar tendencias y permite deducir reglas para el sistema de producción. Además, el flujo continuo de material se apoya en la reducción de los tiempos de inactividad de la máquina mediante acciones de mantenimiento predictivo.

En general, el análisis de datos tiene el potencial de contribuir a una mejora del rendimiento del sistema de toda la cadena de suministro. El JIT e Industria 4.0 convence con una mayor transparencia, plazos de entrega más cortos y flexibilidad mejorada. Aparte de esto los actores de la cadena de suministro se benefician de una mejor cooperación y resistencia mejorada contra disturbios.

## Jidoka

---

Es un diseño de máquinas donde a estas se les da inteligencia humana, ya que tienen un sistema automático que les permite distinguir entre la condición normal de trabajo y una anormal, se detienen cuando detecta un problema, evitando fabricar productos defectuosos. Esto se refiere a una verificación de calidad integrada al proceso.

Al parar la máquina cuando falla, hace que todos trabajadores se fijen en ella, lo que significa que solo se puede mejorar un problema cuando se conoce a profundidad qué es lo que lo causa. Anteriormente las personas encargadas del proceso tenían el poder y responsabilidad de presionar un botón o tirar de una cuerda llamada Andon (se traduce como “lámpara”), para alertar en un proceso de producción la presencia de problemas que hace que la línea pare.

Los colores del Andon pueden ser determinados según las necesidades de cada proceso. Los colores que pueden ser usados son:

- Rojo: Máquina descompuesta.
- Azul: Pieza defectuosa.
- Blanco: Fin de lote de producción.
- Amarillo: Esperando por cambio de modelo.
- Verde: Falta de Material.
- No luz: Sistema operando normalmente.

La implementación de Jidoka reduce el tiempo de ciclo y previene el desperdicio tal como la espera, transporte, inspección y por supuesto defectos, mejora el área de procesos donde se genera el cuello de botella para empezar y poder reducir costos y aumentar la producción, y luego se puede ir aumentando las mejoras. Aquí es cuando también se pueden utilizar más herramientas de Lean para resolver el problema en cuestión y mejorar el proceso.

## ¿Jidoka 4.0?

---

Ahora a las máquinas se les añade dispositivos que detectan anomalías y paran automáticamente la producción, se colocan dispositivos como tabletas, teléfonos, pantallas y con el uso de los relojes inteligentes permite que se envíe una notificación que muestra en tiempo real independientemente de la distancia entre el operador y la máquina, evaluar la necesidad de actuar con un vistazo a la muñeca del operador.

Así se logra que una persona supervise todo el proceso de producción y mediante el control automático de defectos el proceso se detenga justo en el momento en el que se produce el problema a través de sensores, pulsadores, señales, luces, un PLC...

Jidoka permite automatizar tareas repetitivas logrando mantener los procesos con actividad continua y sin errores y liberando a las personas del trabajo “robótico”. Jidoka es una solución robusta, escalable y de fácil mantenimiento que aplica un enfoque RPA diferencial, centrado en facilitar la colaboración entre los responsables de los procesos automatizados y el área IT.

## ¿Cómo será Lean 4.0?

1. Principios Lean no se van a empobrecer con la Industria 4.0, más bien adquirirá mayor relevancia.
2. El principio Lean: “Hacer más con menos” tendrá plena vigencia para el futuro. La reducción de la complejidad y evitar lo que no añade valor, seguirá siendo una seña de la Industria 4.0.
3. Las fábricas darían respuesta de forma más rápida y eficiente a la demanda personalizada.
4. Los almacenes sufrirán un proceso de robotización.
5. Los empleados deberán convertirse en Coaches para el resto de la organización.

Lean 4.0: el qué no cambia... pero si cambia el cómo!

## Para finalizar ...

Luego de conocer los dos pilares de Lean, nos damos cuenta que utilizar ambos junto a las tecnologías de la industria 4.0, ayudan en la búsqueda del valor y la excelencia. Además, no hay que olvidar que se debe comenzar con el proceso de implementación Lean para que luego la automatización con la Industria 4.0, sea un proceso natural.

La filosofía Lean es el camino y la automatización a través de la Industria 4.0 es una herramienta que hará de manera más sencilla la llegada a la meta fijada, ya que previamente se debe haber eliminado los “desperdicios”, alcanzado una producción en flujo, sin interrupciones, tener implementados los procesos de Mejora Continua, entre otros. Todos estos principios del Lean harán que surja un nuevo concepto llamado Lean 4.0, es cuestión de encontrar la complementariedad entre este y la tecnología que impone la Industria 4.0.

***“En tiempos de cambio, quienes estén abiertos al aprendizaje se adueñarán del futuro, mientras que aquellos que creen saberlo todo estarán bien equipados para un mundo que ya no existe”.***

***- Eric Hoffer -***

# SI LLEGASTE HASTA ESTE PUNTO...

Es porque te interesó nuestro material de valor agregado, por lo cual por parte de CCCespedes quedamos a tu disposición, para todos los servicios y cursos que ofrecemos.

Esperamos que la información plasmada en este minibook haya sido de gran calidad e interés, queremos que te sirva de una forma real y genuina, nuestra intención no es cobrar por este material, aunque sabemos que hubo horas de trabajo y dedicación, sin embargo nos recompensa el hecho de saber que es útil para la persona que lo posee.

Puedes acceder a nuestra página [www.cccespedes.com](http://www.cccespedes.com) y redes sociales para mucha más información.

Te invitamos a utilizar el código PROYECTATE para que obtengas un 20% en nuestros cursos.

