

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**INTEGRACIÓN HOLÍSTICA DE SCRUM EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE
MEJORA BAJO EL MARCO DE LEAN MANUFACTURING**

**Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

Mario Josymar Salinas Távara

ASESOR:

Wilmer Jhonny Atoche Díaz

Lima, agosto, 2020

RESUMEN

El presente trabajo de investigación nace por la necesidad de explicar que las metodologías actuales en la gestión de proyectos de mejora de procesos pueden adoptar una visión ágil e integradora; es decir, se debe integrar dos o más metodologías, según la necesidad, y no restringir a que en un proyecto se debe usar una única metodología. Frente a ello, en esta investigación se explora la integración de la metodología SCRUM y de Lean manufacturing a nivel conceptual evaluando una interrelación de herramientas mostrando una afinidad para generar una metodología sinérgica. Además, se evalúa a nivel práctico, mostrando diferentes estudios donde ambas metodologías confluyen en un mejor desempeño o desarrollo del proyecto. Finalmente, se valida la hipótesis planteada ante una vasta revisión de literatura y de otros trabajos académicos.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
1 Marco conceptual	1
1.1 Lean Manufacturing	1
1.1.1 ¿Qué es Lean Manufacturing?.....	1
1.1.2 Mudas o desperdicios	1
1.1.3 Principios de Lean Manufacturing	3
1.1.4 Herramientas en Lean Manufacturing	4
1.1.5 Beneficios de la aplicación de Lean Manufacturing	6
1.2 SCRUM	7
1.2.1 ¿Qué es SCRUM?	7
1.2.2 ¿Por qué usar SCRUM?	7
1.2.3 ¿Cómo se diferencia SCRUM de la metodología tradicional?.....	8
2 Estado de arte	10
2.1 Avances y trascendencia de Lean Manufacturing	10
2.2 Avances y trascendencia de Scrum: metodología ágil.....	16
2.3 Comparativo y análisis de integración.....	22
3 Conclusiones	24
4 Referencias bibliográficas	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Artículos aplicando Lean Manufacturing en pequeñas y medianas empresas	13
Tabla 2: Comparación de SCRUM con otras metodologías.....	17
Tabla 3: Análisis de afinidad de metodologías.....	22
Tabla 4: Sistematización de herramientas de Lean Manufacturing	23



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Los 7 desperdicios que necesitan ser eliminados o reducidos.....	2
Figura 2: Relación entre Lean manufacturing y los atributos de la Industria 4.0	10
Figura 3: Etapas de la implementación de Kanban	11
Figura 4: Estudios según la metodología usada	15
Figura 5: Modelo Deming vinculado al cronograma Gantt.....	16
Figura 6: Proceso de L-ScrumBan.....	18
Figura 7: Prototipo para identificar métricas de prueba en el desarrollo scrum para lean canvas	20
Figura 8: Modelo para replantear el trabajo Scrum.....	21



1 Marco conceptual

1.1 Lean Manufacturing

1.1.1 ¿Qué es Lean Manufacturing?

Santos, Wysk y Torres (2006) lo definen así: “Lean manufacturing consiste, básicamente, en la eliminación sistemática de despilfarro” (p.25). Por ello, muchas organizaciones y empresas de distintos rubros han profundizado en sus conceptos y han logrado aplicarlo para la mejora de sus operaciones.

Así también, Buzón (2019) afirma que “Lean Manufacturing es una filosofía/sistema de gestión sobre cómo operar un negocio. Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos” (p.9).

En el libro “Estrategia Lean”, Ballé, Jones, Chaize y Fiume (2017) brindan un concepto de esta metodología:

El pensamiento lean es, en primer lugar, una revolución cognitiva que inevitablemente da lugar a otra de carácter organizacional. Consiste en aprender una nueva forma de pensar y en practicar competencias y habilidades (aprendizaje a través de la práctica) para abordar las situaciones de la empresa de forma diferente y para buscar formas innovadoras de resolver nuestros problemas en las que hasta ahora no se había pensado, junto a todos los empleados, no contra ellos. (p.28)

Esta metodología sale del concepto y se vuelve en una cosmovisión de generar valor a través de la práctica y de la reducción de desperdicios que en muchos sectores se hacen evidentes.

1.1.2 Mudras o desperdicios

Socconini (2019), respecto a los desperdicios, menciona que:

La mejor palabra japonesa para *muda* debería ser *exceso*. Los siete tipos de desperdicio que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados todos los días en las empresas e instituciones. Uno de los objetivos de Lean Manufacturing es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios

en la industria, ya que reducen diariamente la capacidad de las empresas y representan un reto para administradores, gerentes y empleados en general (p. 33).

“Toyota clasifica en siete grandes grupos los desperdicios o mudas: muda de sobreproducción, muda de sobre inventario, muda de productos defectuosos, muda de transporte de materiales y herramientas, muda de procesos innecesarios, muda de espera y la muda de movimientos innecesarios del trabajador” (Socconini, 2019, p.33).

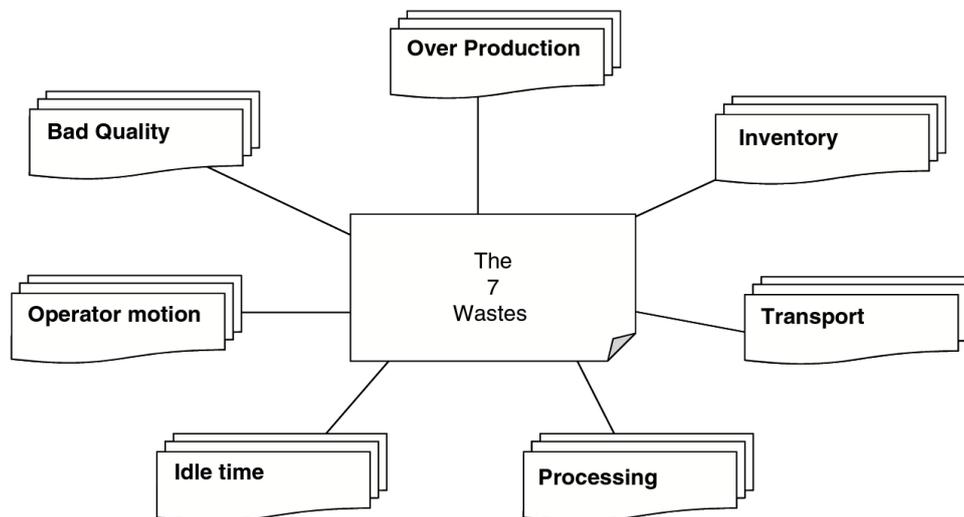


Figura 1: Los 7 desperdicios que necesitan ser eliminados o reducidos
Tomado de por M. Dudbridge, 2011, *Handbook of Lean Manufacturing in food industry*, p.191, 2011, Blackwell Publishing.

Conner (2009) agrega y explica las 7 formas de desperdicio analizadas por Toyota que son:

Desperdicio por sobreproducción (haciendo muchas partes antes de ser requeridas), desperdicio por espera (usualmente relacionado a la sobreproducción), desperdicio de transporte (moviendo partes entre operaciones), desperdicio de procesamiento (aplicando más esfuerzo que el cliente está dispuesto a pagar), desperdicio de inventario (otra vez, relacionado a la sobreproducción), desperdicio de movimiento (con un proceso) y el desperdicio por los defectos de un producto (retrabajo, reparo, reclamos o devoluciones por los clientes) (p.50).

Estas formas de cómo se pierde valor en una empresa merecen el enfoque de toda una metodología para cuidar la productividad empresarial y mejorar continuamente. En la siguiente sección se abordarán los principios en los que subyace Lean manufacturing.

1.1.3 Principios de Lean Manufacturing

En *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*, Rajadell y Sánchez (2010) mencionan que:

La implantación de lean manufacturing es una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes. Tal como se ha escrito los pilares de lean manufacturing son: la mejora continua, control total de la calidad y el just in time (p.11).

Entonces, dentro de la metodología Lean Manufacturing se valora la mejora continua de los procesos, la calidad de los productos y el tiempo de respuesta a un pedido (*just in time*).

Con respecto a la mejora continua, Heizer y Render (2009) sostienen que “bajo el TPS la mejora continua significa construir una cultura organizacional e inculcar en su gente un sistema de valores que acentúe el hecho de que el proceso se puede mejorar de hecho, esa mejora es parte integral del trabajo de cualquier empleado” (p. 656).

De acuerdo a Domínguez, García, Domínguez, Ruíz y Alvarez (1998) en “Japón todos los trabajadores luchan contra un enemigo común: los defectos, llegando a sentirse orgullosos de descubrirlos por el ahorro de costes que le supondrá a su empresa” (p.201). Por eso, dentro de los pilares de esta metodología se encuentra la calidad total porque se traduce en reducción de costos.

El Just in time, por otro lado, es un pilar que se considera un concepto profundo. Domínguez, García, Domínguez, Ruíz y Alvarez (1998) afirman que:

JIT¹ acomete todo proceso de fabricación con dos estrategias básicas: eliminar toda actividad innecesaria o fuente de despilfarro con un mínimo de personal, materiales, espacio y tiempo; y segundo, en fabricar lo que se necesite, en el momento en que se necesite y con la máxima cantidad posible (p.202).

1.1.4 Herramientas en Lean Manufacturing

- a) **5S:** la herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Hernández y Vizán, 2013, p.36).
- b) **Kanban:** se denomina Kanban a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (en japonés, Kanban), aunque pueden ser otro tipo de señales. Utiliza una idea sencilla basada en un sistema de tirar de la producción (pull) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños, mediante la utilización de tarjetas. Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado (Hernández y Vizán, 2013, p. 76)
- c) **Value stream mapping (VSM):** es una herramienta usada para crear un mapa de flujo de información o material de un producto o un servicio. VSM identifica el desperdicio a lo largo del proceso. Este enfoca sus recursos en aspectos que

¹ JIT: Juts in time

producirán mejoras significativas. VSM les permite a las compañías mapear el flujo de materiales y de información desde la orden hasta el dinero, eso es así a lo largo de la cadena de suministro (Wang, 2011, p.11).

- d) **SMED (Single Minute Exchange of Die):** es una forma sistemática de reducir o eliminar el tiempo que toma preparar una máquina o reemplazar una herramienta a lo largo de un trabajo de manufactura. Fue desarrollado por Shigeo Shingo para reducir dramáticamente o eliminar el tiempo de cambio de herramienta. El método es usado para ayudar a las compañías y brindar soluciones de bajo costo para reducir este tiempo. (Wang, 2011, p.8).
- e) **TPM (Total Productive Maintenance²):** “es un proceso que maximiza la productividad del equipo de la planta para su vida completa. Consideren las máquinas de ciencia médica, TPM reduce el tiempo de inactividad del equipo mientras se incrementa la calidad y la capacidad” (Wang, 2011, p.8).
- f) **Poka-yoke:** “son herramientas visuales que deben emplearse junto con la inspección en la fuente (concepto también creado por Shingo) para ser realmente efectivos. [...] Estos mejoran la calidad de los productos y forman parte del indicador de eficiencia global” (Santos, Wysk y Torres, 2006, p.95).
- g) **Jidoka:** se define como la automatización de los procesos. Se traduce como la autonomía del control de los equipos, pero, por otro lado, como la automatización de los procesos. El objetivo es disponer de una máquina capaz de fabricar sin producir piezas defectuosas. (Santos, Wysk y Torres, 2006, p.208).

² Mantenimiento productivo total

h) Sistemas MRP: podemos definir a un sistema MRP originario, donde la definición más difundida es la que lo conceptualiza como un sistema de planificación de componentes de fabricación que, mediante un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, traduce un Programa Maestro de producción en necesidades reales de componentes, con fechas y cantidades. (Domínguez, García, Domínguez, Ruíz y Alvarez, 1998, p. 119).

1.1.5 Beneficios de la aplicación de Lean Manufacturing

Hobbs (2004) identifica los siguientes beneficios de aplicar la metodología: primero, la **reducción de tiempo de respuesta a la demanda del cliente**, donde “las empresas Lean logran, respecto a su tiempo de producción, alcanzar valores significativamente pequeños de manufactura y de atención al cliente (lead time)” (p.32). Segundo, **la reducción de inventarios**, debido a que “el tiempo de respuesta se reduce en una línea Lean, las razones de mantener grandes cantidades de material en proceso son eliminadas” (p.33). Finalmente, rescata los beneficios operacionales, donde:

Al usar procesos relacionados y el sistema IPK³, la necesidad para la planeación de la producción subensamblada puede ser virtualmente eliminada. Con el tiempo, BOM's⁴ de muchos niveles pueden ser dramáticamente comprimidos o reducidos. [...] A medida que la línea de Lean madura, los métodos de contabilidad de costos tienen la oportunidad de ser simplificados como un resultado de la implementación de métodos de Lean manufacturing (p.37).

³ IPK: In Kanban Process

⁴ BOM: Bills of materials

1.2 SCRUM

1.2.1 ¿Qué es SCRUM?

SCRUM es una de las metodologías ágiles que ha impactado la gestión de proyectos de cualquier índole alrededor de las últimas 2 décadas.

La guía para el Cuerpo de Conocimiento de Scrum (2017) define a SCRUM como “un framework adaptable, iterativo, rápido, flexible y eficaz, diseñado para ofrecer valor considerable en forma rápida a lo largo del proyecto” (p. 25). Y debido a esas características, este marco de trabajo se ha vuelto necesario en proyectos de gran demanda como son los de tecnología o de desarrollo de software; no obstante, es aplicable en todo ámbito y sigue ampliando sus fronteras.

“El SCRUM se enfoca en las necesidades de proyectos del negocio cuando se tiene que desarrollar un producto o un servicio”. (Pries y Quigley, 2011, p.1). Por eso, no se encuentra sujeto a solo proyectos de desarrollo de software, sino que puede ser usado por todo que equipo que quiere desarrollar un producto o servicio.

En Conceptos básicos de Scrum, Dimes (2015) refuerza que “el marco de referencia SCRUM utiliza conceptos de equipos, los cuales son grupos de trabajo donde los miembros juegan roles específicos” (p.3). Es decir, la vitalidad de esta metodología se centra en el trabajo colaborativo que muestran los equipos durante todo el ciclo de desarrollo del producto o servicio.

1.2.2 ¿Por qué usar SCRUM?

La guía para el Cuerpo de Conocimiento de Scrum (2017) referencia 16 características diferenciales de la metodología de SCRUM, las cuales realzan y delimitan su aplicación: Adaptabilidad, retroalimentación, mejora continua, entrega continua de valor, ritmo sostenible, entrega anticipada de alto valor, proceso de desarrollo eficiente, motivación, resolución de problemas de forma más rápida, entregables efectivos, centrado en el cliente, ambiente de alta confianza, responsabilidad colectiva, alta velocidad y ambiente innovador (pp. 4-5).

Por esa razón, es que esta metodología de agilidad se ha vuelto tan popular en los últimos años, volviéndose un requerimiento en líderes de alto rango.

1.2.3 ¿Cómo se diferencia SCRUM de la metodología tradicional?

En “How to kill the Scrum Monster”, Bibik (2018) menciona 4 ventajas de la metodología SCRUM frente al modelo en cascada:

- a) Mejoramiento continuo: desde que se repite un ciclo completo del software en cada iteración de diseño-desarrollo-prueba, cada iteración permite una mejora.
- b) Transparencia: se obtienen varios puntos de revisión que permiten ver el resultado final. Cada sprint produce un código funcional que se puede probar, revisar e idealmente desplegar ante el cliente al finalizar cada uno.
- c) Adopción temprana: permite enviar un avance al final de cada sprint, incluso si no se ha terminado completamente el proyecto.
- d) Acepta el cambio: desde que el desarrollo de software es dividido en trozos, esto brinda la oportunidad de reflexionar y alinear las acciones, en caso no estén en la dirección correcta y de realizar cambios. (p.36).

De acuerdo a lo descrito, la metodología SCRUM toma una suma relevancia frente a otras debido a que estructura el desarrollo del proyecto en tramos pequeños, lo cual fortalece la flexibilidad y la mejora acumulada del entregable final.

Rad y Turley (2019) afirman lo siguiente: “Agile es el nombre más común para los sistemas que utilizan ciclos de vida adaptativos. [...] Los fans de Agile utilizan el término cascada para referirse a los ciclos de vida predictivo” (p.5).

El sistema tradicional en gestión de proyectos ha demostrado que el ciclo de vida en cascada es ineficiente bajo dos lentes: el alcance y la adaptación frente al cambio. Y como vemos en la actualidad, los escenarios se vuelven sumamente cambiantes y requieren de metodologías que apacigüen cambios externos a lo largo del desarrollo de un proyecto.

Rad y Turley (2019) también hacen una reflexión respecto a lo que antiguamente se pensaba: “En un momento dado, el enfoque de gestión conocido como el científico y el Taylorismo se convirtieron en la norma, tanto es así que cualquier otro enfoque se percibía como inferior e incluso equivocado. El taylorismo se basa plenamente en sistemas predictivos.” (p. 6).

La automatización y la estandarización son aspectos importantes en la industria; no obstante, es relevante también saber gestionar el cambio con rapidez y eficiencia, dirigir equipos de trabajo capaces de adaptarse a nuevas situaciones y especialmente con el conocimiento y la capacidad de tomar decisiones individuales que respalden el resultado que todos en conjunto buscan. Todo ello, es difícilmente alcanzado con la metodología tradicional.



2 Estado de arte

2.1 Avances y trascendencia de Lean Manufacturing

a) Lean Manufacturing y la Industria 4.0: una perspectiva holística integradora en el contexto integral

Este trabajo se centra en la integración de fundamentos de la Industria 4.0 con marcos metodológicos como lo es Lean Manufacturing. Por ello, Spósito y Santos (2020):

Después de observar y categorizar los principios, atributos, tecnologías y conceptos guías de Lean Manufacturing y la Industria 4.0, una matriz de relación fue desarrollada por este estudio asociando cada uno de los 5 principios de Lean Manufacturing con los de la Industria 4.0. Identificaron 22 puntos de sinergia, los cuales son presentados por 5 diagramas propuestos (p.63).

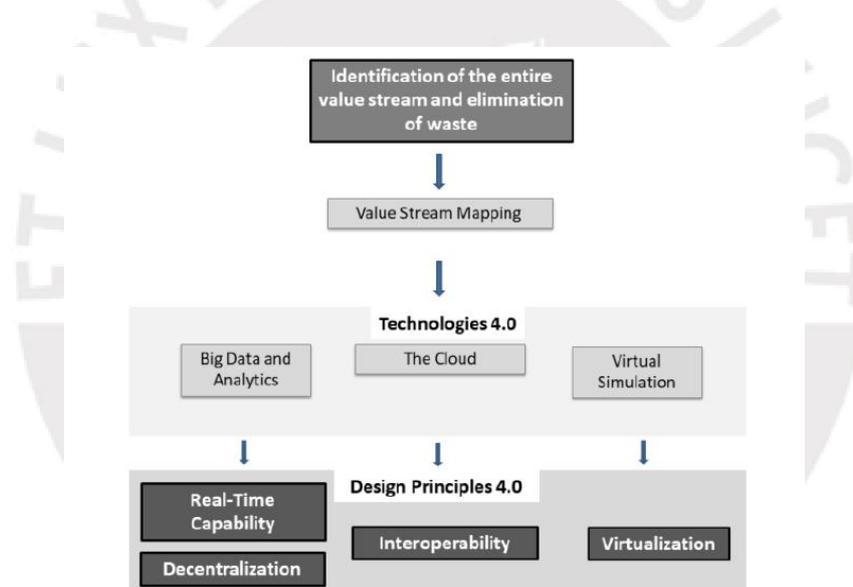


Figura 2: Relación entre Lean manufacturing y los atributos de la Industria 4.0

Tomado de por L. Spósito y A. Santos, 2020, *Lean Manufacturing y la Industria 4.0: Una perspectiva integradora en el contexto industrial*, p.65, 2020, 9th International Conference on Industrial Technology and Management.

Como se ha observado anteriormente, una de las herramientas para identificar pérdidas de valor es el *Value stream mapping*, el cual como lo describen los autores puede ser potenciado o fortalecido con la tecnología 4.0 como el Analytics y el Big data, la nube y la simulación virtual. Además, consideran los principios que son compatibles para realizar un Value Stream Mapping como la capacidad en tiempo real, interoperabilidad, virtualización y descentralización, los

cuales son principios del diseño 4.0. Los autores realizar un estudio de compatibilidad entre ambas líneas y describen las ventajas de asumir este enfoque holístico.

b) Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en las pequeñas y medianas empresas

Esta investigación describe el uso de herramientas de Lean Manufacturing en una empresa de metalmecánica para la mejora de sus procesos; no obstante, también, inserta el uso de un software de simulación para la obtención de los resultados.

Se analizan los tiempos extensos de inactividad encontrados a lo largo del proceso de manufactura de estructuras metálicas y cómo minimizarlas de manera que se incremente la productividad. El proceso estándar incluye soldadura y biselado y transferencia al área de ensamblaje, las cuales fueron identificadas como las más críticas porque tienen tiempos de paradas muy largas. La propuesta que sugieren los autores es usando las herramientas de Lean Manufacturing como Kanban y 5S para reducir los tiempos de inactividad y el incremento de las utilidades. Los resultados son obtenidos con la simulación en el Software Arena (De la cruz, Martínez, Altamirano y Alvarez, 2019, p. 551).

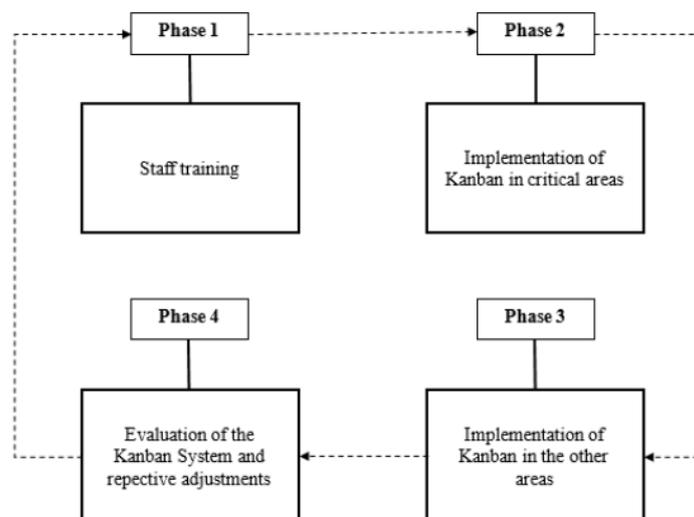


Figura 3: Etapas de la implementación de Kanban
Tomado de por F. De la Cruz, J. Martínez, E. Altamirano y J. Alvarez, 2019, *Application of Lean Manufacturing Tools to reduce downtime in a small metalworking facility*, p. 553, 2019, Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

c) Revisión de literatura de Lean Manufacturing en las pequeñas y medianas empresas

Según Driouach, Zarbane y Beidouri (2019) realizan una recopilación de literatura respecto a la aplicación de Lean manufacturing porque:

Las pequeñas y medianas empresas representan un componente importante de la economía tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo. Ahora, el ambiente industrial competitivo está desafiando a estas compañías a rediseñar sus prácticas manufactureras. Lean Manufacturing ha sido fuertemente implementado en varias industrias y se ha demostrado que tiene un impacto en el performance y desarrollo de compañías. Lo que busca esta revisión es examinar el impacto en el desempeño de compañías manufactureras (p. 930).

Como puede observarse en la tabla a continuación, la gama de rubros en los cuales se aplica Lean Manufacturing es sumamente amplio y este estudio demuestra que es aplicable y requiere ser fortalecido y agilizado.

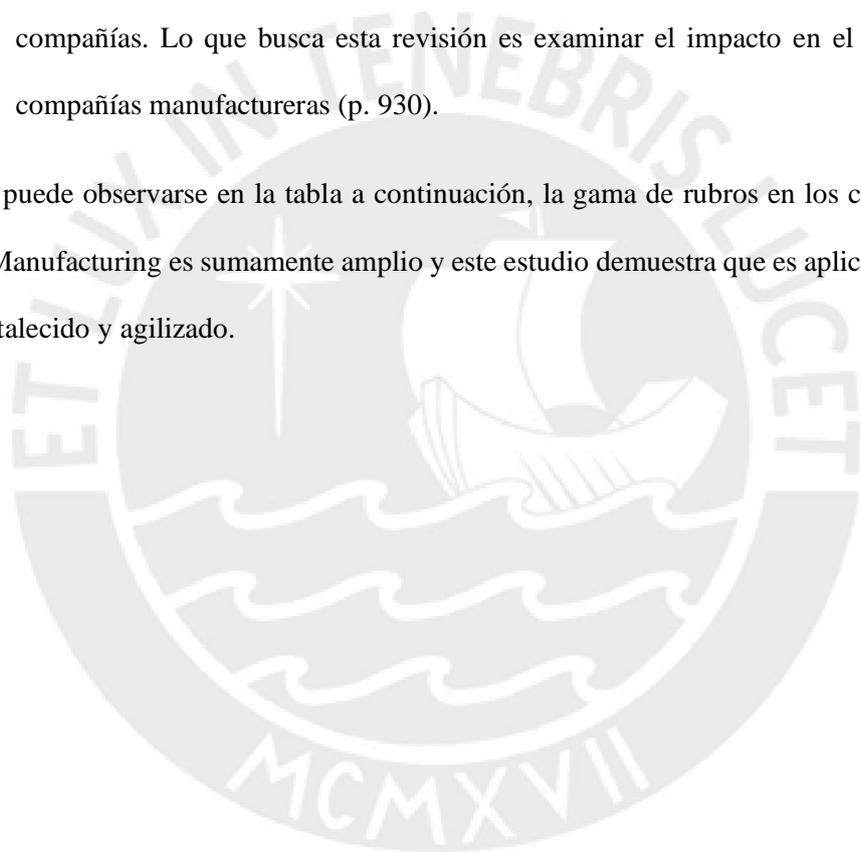


Tabla 1: Artículos aplicando Lean Manufacturing en pequeñas y medianas empresas

Autores	País de investigación	Metodología	Objetivo de investigación	Resultados principales
Rose et. al (2017)	Malasia	Casos de estudio (Six SMEs y cuatro grandes compañías)	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar preparaciones para la implementación Lean. - Investigar los beneficios y barreras del despliegue de Lean Manufacturing. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un proyecto Lean comienza por definiendo un comité de dirección. - La implementación de las 5S es de las más sencillas prácticas de Lean. - Todas las compañías comienzan implementando Lean en sus líneas de producción porque son las que tienen mayor desperdicio.
Ferreira et. al (2016)	Brasil	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de literatura. - Entrevistas y visitas semi-dirigidas. - Caso de estudio de una panadería. 	<ul style="list-style-type: none"> - La implementación de Lean en una micro o pequeña panadería en Brasil basado en el modelo de Wilson. 	<ul style="list-style-type: none"> - El enfoque de la implementación usado fue: VSM (Value Stream Mapping, 5S, Kaizen, Acciones de Mejora, Asesoría Lean).
Matt y Rauch (2013)	Italia	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas con 10 pequeños negocios. (10-49 empleados). - Casos de estudio prácticos de una empresa de 25 empleados trabajando en un taller de manufactura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza la situación actual de la aplicación e implementación de Lean Manufacturing en pequeñas empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Más pequeñas empresas consideran que implementar Lean es costoso y consume mucho tiempo. - Lean es menos conocido entre los pequeños negocios. A veces, estas compañías ponen en prácticas Lean sin darse cuenta.
Ulewicz y Kuceba (2016)	Polonia	<ul style="list-style-type: none"> - Encuesta / cuestionario 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta obstáculos que enfrentan las pequeñas y medianas empresas 	<ul style="list-style-type: none"> - Barreras Lean: falta de conocimiento, pobre entendimiento de Lean, falta de soporte, falta de preparación, recursos financieros limitados, no están convencidos de los beneficios de Lean.
Antosz y Stadnicka (2017)	Polonia	<ul style="list-style-type: none"> - Caso de estudio: Cuestionario de 49 compañías (53% medianas y 14% micro). 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación de Lean Manufacturing en pequeñas y medianas empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> - La muestra estudiada demuestra que: 94% de las compañías confirmaron que eliminar los desperdicios es uno de sus objetivos. - Las técnicas de Lean Manufacturing que fueron aplicadas (en orden decreciente) 25% 5S, 50% “5 why”, 16% SMED, 16% trabajo grupal, 12% estandarización, 12% TPM.

Tomado de por L. Driouach, K. Zarbane y Z. Beidouri, 2019, *Literature review of Lean Manufacturing in small and medium-sized enterprises*, p. 930, 2019, International Journal of Technology.

d) Conceptos y uso operativo del valor y el desperdicio en la fabricación ajustada: un enfoque interpretivista

En este artículo, Johansson y Osterman (2017) analizan cómo los conceptos de la metodología de Lean Manufacturing se encuentran inmersos y son una necesidad en el trabajo operacional de entrenadores Lean. Ellos sostienen de este caso comparativo que:

Con un enfoque mixto, usando un diseño secuencial explicativo, fue conducido una investigación a profundidad. Esto significa que un grupo de información cuantitativa con un objetivo explicativo y para comprender las medidas cuantitativas. El enfoque interpretivista es usado como marco de trabajo, el cual implica una perspectiva contemporánea de la administración de las operaciones como lo es Lean Manufacturing, como una construcción continua de experiencia intersubjetivas. Lo que llega a ser evidente en los descubrimientos empíricos es que hay tanto similitudes y diferencias en los conceptos que emplean los entrenadores Lean para reducir el desperdicio y agregar valor (p 6903).

Si observamos el objetivo de este estudio, llega demostrar la combinación de metodologías para mejorar el impacto de una investigación. Los autores sostienen que es una perspectiva nueva para aplicación de marcos de trabajo.

e) La relación entre la Industria 4.0 y Lean Manufacturing: mapeando la investigación actual y estableciendo una agenda de investigación

En este paper, los autores marcan la importancia y el potencial de Lean Manufacturing para revolucionar la industria:

En los años recientes, la Industria 4.0 ha emergido como uno de los conceptos más discutidos y ha ganado popularidad significativa tanto en la academia como en el sector industrial. Tanto la Industria 4.0 y Lean Manufacturing utilizan un control descentralizado y se enfoca en incrementar la productividad

y la flexibilidad. Sin embargo, ha habido pocos estudios de la relación entre ambos dominios. (p. 2924).

	Action research	Case study	Experimental	Mixed methods	Conceptual	Literature review	Total
2014	1	–	1	–	–	–	2
2015	–	–	–	1	1	–	2
2016	2	1	–	2	3	1	9
2017	1	1	1	2	2	1	8
Total	4	2	2	5	6	2	–

Figura 4: Estudios según la metodología usada

Tomado de por S. Buer, J. Strandhagen y F. Chan, 2018, *The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda*, p. 2924, 2018, International Journal of Production.

De esta revisión, se entiende que los métodos mixtos corresponden a una metodología útil para fortalecer los resultados de un proyecto. Además, frente al dinamismo de la industria es importante adoptar una metodología sólida.

f) Modelo de Lean Manufacturing basado en el ciclo de Deming y desarrollado en Gantt para incrementar la eficiencia en compañías de plástico

Buitron, Viacaba, Eyzaguirre y Raymundo (2019) explican en su investigación que:

Mundialmente, es sabido que, a lo largo de los años, la industria del sector plástico está moviéndose a un nivel de crecimiento que está principalmente relacionado a su amplia capacidad para la transformación, combinación, durabilidad y otras aplicaciones que, si es correctamente usado, contribuyen a la mejor de la capacidad de competitividad de las organizaciones que enfrentan otras conversiones. [...] La implementación de la metodología de Lean Manufacturing aplicada bajo el soporte del ciclo de Deming, cuyo principal objetivo será desarrollar una estrategia basada en el ciclo PHVA que incrementa la eficiencia de la máquina de una manera sostenible. [...] Esto les permitirá a las empresas buscar incrementar su productividad de sus procesos in otras fábricas del sector. (p.1)

CICLO DEMING	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING		
	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DURACIÓN
	1.0 PREPARACIÓN		6 semanas
P (planear)	1.1 Formación del equipo Lean manufacturing	Líder de implementación (LI)	1 semana
	1.2 Diseño y aprobación del cronograma		1 semana
	2.0 IMPLEMENTACIÓN (PILOTO)		19 semanas
H (hacer)	2.1 Implementación de la metodología Kaiz̄n	LI/Equipo Lean	5 semanas
	2.2 Implementación de las 5 S's	LI/Equipo Directivo/Equipo de soporte	9 semanas
	2.3 Implementación del TPM - Mantenimiento planificado		6 semanas
	SEGUIENTO Y EVALUACIÓN DE		
V (verificar)	3.0 RESULTADOS	Equipo Lean manufacturing	3 semanas
	3.1 Resultados del programa de implementación		
A (actuar)	4.0 OBJETIVOS	Equipo Directivo/Alta Dirección	2 semanas
	4.1 Revisión general - Indicadores		1 semana

Figura 5: Modelo Deming vinculado al cronograma Gantt

Tomado de por L. Buitron, G. Viacava, J. Eyzaguirre y C. Raymundo, 2019, Lean Manufacturing model based on the Deming cycle and developed in Gantt to increase efficiency in plastic companies, p. 1, 2019, IEEE 39th Central America and Panama Convention.

Como evidencia esta investigación, Lean Manufacturing está relacionado a diferentes metodologías que le brinda un mejor y estructurado plan de trabajo para aplicar las herramientas. Se pueden complementar marcos de trabajo para potenciar el impacto del proyecto.

2.2 Avances y trascendencia de Scrum: metodología ágil

a) Modelo SCRUM para la metodología ágil

Este estudio analiza la importancia y la relación de esta metodología (SCRUM) frente a otros marcos de trabajo, donde parte de ellos son herramientas de Lean Manufacturing. Srivastava, Bhardwaj y Saraswat (2017) respaldan su análisis de la siguiente forma:

El software ahora rige el mundo y su desarrollo es integral para todas las compañías de TI. El desarrollo de software es un proceso muy complejo y requiere de un crecimiento multidimensional. Teniendo un único modelo como el de cascada o de prototipo para el desarrollo no es suficiente para los requerimientos de producto y, por lo tanto, el desarrollo ágil es más útil para el desarrollo de un producto customizado. Con la naturaleza adaptable, la entrega

temprana y el ciclo de vida flexible, agile es la mejor metodología preparada para un rápido y efectivo desarrollo de software. Los investigadores además sugieren que la adaptación ágil Brinda madurez a la organización y ayuda en los niveles de cumplimiento. Existen varios marcos de trabajos para agile, pero algunos pueden ser más complejos o abrumadores para un primerizo. SCRUM es actualmente la más efectiva técnica usada en el desarrollo no solo de software sino en los campos de finanzas, investigación, etc. (p. 864).

Tabla 2: Comparación de SCRUM con otras metodologías

SCRUM	OTROS
Más prescriptiva, estructura de reunión formal, roles bien definidos e iteraciones.	Kanban Menos prescriptivo, sin reuniones formales, roles e iteraciones indefinidas.
La productividad es considerada la principal prioridad liderando a la satisfacción del cliente y es más flexible.	XP Menos flexible y la producción no tiene una prioridad clara.
Comunicación efectiva entre los miembros del equipo y menos complejidad envuelta.	FDD Menor comunicación, procedimientos más complejos envueltos.
Mejor comunicación entre los equipos de trabajo.	DSDM Menor comunicación entre los miembros del equipo.
Procedimientos seguidos son fáciles y complejos.	ASD Complejidad en una estructura procedimental.
Requerimientos del usuario estrictamente define el desarrollo y el planeamiento, mejor trazabilidad.	Crystal Considera menos los requerimientos del usuario, difícilmente traza el trabajo bien hecho.

Tomado de por A. Srivastava, S. Bhardwaj y S. Saraswat, 2017, SCRUM Model for Agile Methodology, p. 864, 2017, International Conference on Computing, Communication and Automation.

Estos autores identifican que la metodología SCRUM tiene el potencial para la gestión de proyectos y tiene ventajas claras frente a otros marcos de trabajo.

b) La metodología L-Scrumban propuesta para mejorar la eficiencia del desarrollo ágil de software

Para Abdullah y Qureshi (2018), las metodologías tienen un sentido amplio de aplicación, pueden funcionar de manera holística; por ello, ellos sostienen:

El Desarrollo de software ágil ganando la atención en el campo de la ingeniería de software. Hay muchos métodos ágiles como Scrum, Lean y Kanban. La metodología Scrum divide el producto dentro de una serie de Sprints. Lean es

un set de herramientas ágiles que tienen siete principios que facilitan la eliminación de los desperdicios, el envío rápido y la mejora del valor para el consumidor final. Kaban es un método visual que puede ayudar en manejar la producción. Para tomar ventajas de las siguientes metodologías: Lean, Scrum y Kanban, y las metodologías que producen una mejor comprensión llamada L-Scrumban que ha sido propuesta. (p.23).

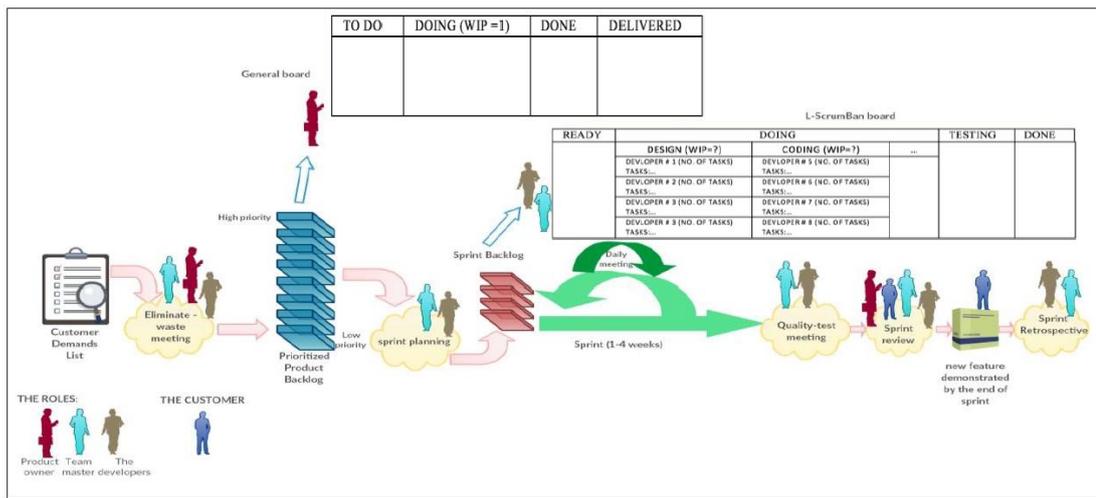


Figura 6: Proceso de L-ScrumBan
Tomado de por A. Abdullah y R. Qureshi, 2018, *The proposed L-Scrumban Methodology to improve the efficiency of Agile Software Development*, p. 23, 2018, Information Engineering and Electronic Business.

Es una investigación que es sumamente troncal para comprender la amplitud que tienen estas metodologías para aplicarlos a distintos sectores o rubros. Y describen cómo se fortalecen mutuamente para obtener resultados destacables en términos de productividad, agilidad, eficiencia e innovación.

c) Metodologías ágiles centradas en personas para desarrollar software educativo

En este artículo, González, Toledo y Muñoz (2015) presentan una propuesta metodológica para el desarrollo de software:

Basada en los enfoques actuales del proceso de desarrollo de software: las metodologías ágiles (SCRUM), centradas en el usuario (UCD) y el diseño de experiencia de usuario (UXD y Lean UX). Así, hemos adaptado algunas de las

características de las metodologías ágiles que nos han permitido producir prototipos centrados en los usuarios con retroalimentación constante de ellos. El objetivo principal de esta propuesta es identificar problemas de usabilidad y factores UX en las primeras etapas de desarrollo de software educativo. Además, hemos aplicado y validado esta propuesta en el marco de un proyecto de software educativo para los usuarios con necesidades educativas especiales. La metodología propuesta puede ser una buena filosofía de diseño a seguir en los proyectos de desarrollo de software en general, y en proyectos educativos en particular. (p.187).

Estos autores analizan la compatibilidad de metodologías ágiles para el desarrollo de software. Así, ellos experimentan uniendo principios para generar proyectos o sistemas con un alcance mejor direccionado.

d) Introducción de adaptación del modelo Lean Canvas en la prueba de software Scrum

Nidagundi y Novickis (2016) explican que:

El Desarrollo de software ágil y la prueba de software llevó a nuevas ideas y herramientas en la Industria del desarrollo de software. Día a día, cada vez más compañías están adoptando un enfoque ágil en su proceso de desarrollo de software. Scrum es una de las metodologías de desarrollo de software. El software es desarrollado de manera iterativa e incremental y SCRUM provee el marco de trabajo para administrar el proceso. El encargado de las pruebas del software juega el rol de miembro clave del equipo en el proceso de desarrollo de software Scrum. [...] Actualmente, el desarrollo de software ha adoptado varias herramientas en el marco de trabajo para el desarrollo, las pruebas y así también su planeación. En los años recientes, en términos de planeación y validación, Lean Canvas está siendo usado en los negocios y esta investigación está enfocada en encontrar las posibilidades de la adaptación del modelo Lean Canvas en las pruebas de software por Scrum. (p.97).

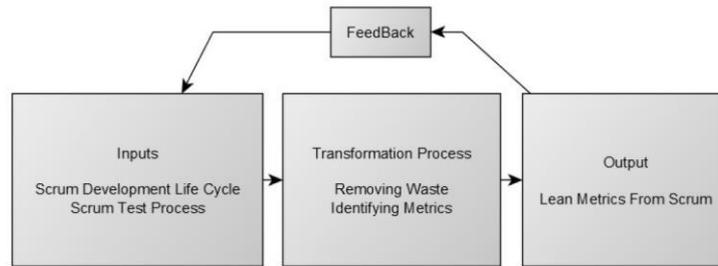


Figura 7: Prototipo para identificar métricas de prueba en el desarrollo scrum para lean canvas
Tomado de por P. Nidagundi y L. Novickis, 2016, *Introducing Lean Canvas Model Adaptation in the Scrum Software Testing*, p. 97, 2016, Division of Software Engineering of Riga Technical University.

Como se observa, los autores de esta investigación han adaptado la metodología Lean Canvas en una de las secciones del modelo Scrum para agilizar las pruebas de software.

e) **Más que código: Contribución en los equipos de Scrum de Ingeniería de Software**

Ramin, Matthies y Teusner (2020) explican en su artículo que:

Los equipos motivados y competentes son una parte vital del desarrollo ágil de Software y hacer o quebrar el éxito de un proyecto. La motivación es impulsada por el progreso continuo y el reconocimiento de esfuerzos. Estos conceptos están fundados en los pilares de Scrum que se enfoca en la autoorganización de los equipos. Los tipos de contribución de los miembros de equipos Scrum no son solo técnicos; sin embargo, sus roles no están establecidos. Se propone un modelo que incorpora los roles del equipo Scrum, específicamente trabajando con proyecto de artefactos complejos. Todo ello contribuye con mejoras y modelos para la comunidad investigadora. (p.23).

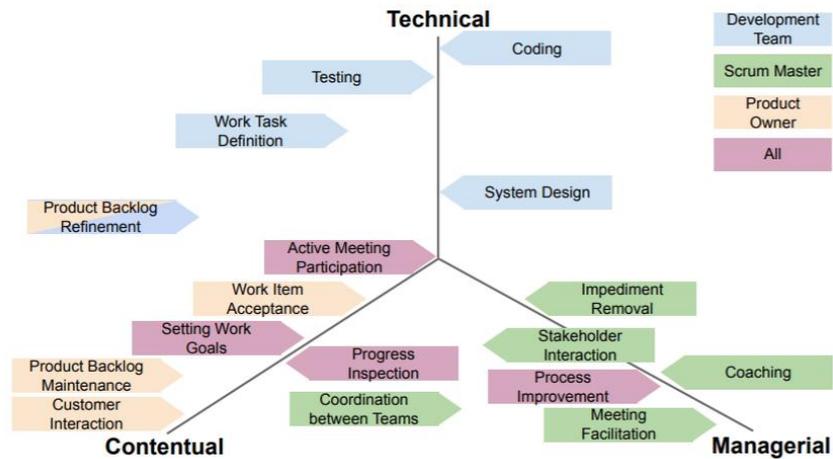


Figura 8: Modelo para replantear el trabajo Scrum
 Tomado de por F. Ramin, C. Matthies y R. Teusner, 2020, More than Code: Contributions in Scrum Software Engineering Teams, p. 23, 2020, University of Potsdam.

f) **¿De qué experiencia estamos preocupados? Análisis del ajuste de Scrum y Kanban a la experiencia de Usuario**

Chong y Lárusdóttir (2015) añaden que:

Dos enfoques de administración de proyectos, Agile y Lean, han sido adoptados en los recientes años para el desarrollo de software. Mientras que en la interacción de los humanos y las computadoras (HCI), la experiencia de usuario (UX) ha llegado a ser central en la investigación y práctica. Los nuevos híbridos entre los dos campos- Agile UX and Lean UX- nacieron hace pocos años. Como Agile, Lean and UX tienen diferentes principios y prácticas. Uno puede preguntar si los acoplamientos están bien justificados y si Agile o Lean es más compatible con trabajo UX. Hemos conducido un análisis conceptual y ha tendido a concluir que Lean es más compatible como Scrum, así como Kanban encaja con el trabajo UX mejor que Agile.

Así como fue analizado por los investigadores mencionados, el fundamento ágil se enfoca en el desarrollo de software; no obstante, la compatibilidad para crear metodologías híbridas es importante porque permite encontrar puntos fuertes de sinergia conceptual.

2.3 Comparativo y análisis de integración

En esta sección, se presentará una propuesta conceptual de la compatibilidad de la metodología ágil de Scrum con los proyectos de ingeniería que se están desarrollando bajo el marco de Lean Manufacturing. Además, se busca mostrar que ambos marcos pueden complementarse mutuamente para generar proyectos de alto impacto, bajo costo y que sean flexibles en su alcance.

En primer lugar, evaluaremos las herramientas que están incluidas en Lean Manufacturing y su compatibilidad para adaptarse a un modelo SCRUM, emplearemos 4 criterios y una escala del 1 al 5, donde 1 es baja relación y 5 es alta relación.

Tabla 3: Análisis de afinidad de metodologías

Herramienta de Lean Manufacturing	Se puede dividir en Sprints ⁵	Equipos de trabajo	Planeación estratégica	Requiere de flexibilidad ante el cambio	Afinidad en base de estos criterios
5S	5	5	5	3	18
SMED	3	3	5	5	16
TPM	3	4	5	5	17
Value Stream Mapping	3	3	5	4	15
Just in time	4	3	5	4	16
Jidoka	4	3	5	5	17
Kanban	4	5	5	5	19
Poka-yoke	4	3	5	4	16

Elaboración propia

Como se ha observado en las investigaciones anteriores, la metodología SCRUM ha sido complementada con los principios Lean; no obstante, lo que se plantea es que Lean Manufacturing pueda ser nutrida de las herramientas de SCRUM para mejorar la forma de trabajo y la gestión de equipos. No son metodologías independientes, sino la idea central es crear metodologías híbridas que permiten alcanzar mejores resultados.

En segundo, lugar se construye la siguiente tabla para evaluar la sistematización de las herramientas de Lean Manufacturing y posibles aplicaciones que ameriten el uso de SCRUM para el desarrollo de softwares que agilicen la gestión y aplicación del proyecto:

⁵ Se pueden considerar como en partes pequeñas del resultado final.

Tabla 4: Sistematización de herramientas de Lean Manufacturing

Herramienta de Lean Manufacturing	¿Es sistematizable?	Sugerencias o posibles aplicaciones
5S	Sí, para el control y la estandarización.	<ul style="list-style-type: none"> - Control de inventarios - Registro de uso de materiales - Jerarquización de materiales
SMED	Sí, para el control y el seguimiento del cambio de herramientas o matrices.	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de control de cambio - Gestión de renovación y adquisición de nuevas matrices
TPM	Sí, dependiendo del tamaño de la industria y las máquinas con las que trabaja necesitará sistematizar el control y evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> - Pronósticos del mantenimiento preventivo - Seguimiento de la duración del mantenimiento
Value Stream Mapping	Sí, para su óptima actualización frente a cambios en la cadena de suministros.	<ul style="list-style-type: none"> - Value Stream Mapping electrónicos - Cadenas de suministros de visualización rápida
Just in time	Sí, para la oportuna y óptima planificación de las entregas y solicitud de los materiales.	<ul style="list-style-type: none"> - MRP sistematizados - Adaptación de softwares para la industria (Customización)
Jidoka	Sí, para la detención automática del proceso y para agilizar la comunicación.	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de comunicación rápidos para la atención de la falla. - Sistemas de parada automática
Kanban	Sí, para la gestión de equipos de trabajos y el seguimiento electrónico de las órdenes de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> - Tableros de control electrónicos - Seguimiento en tiempo real
Poka-yoke	Sí, seguimiento y comunicación de las mejoras en los puestos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas automáticos de diseño de piezas o controles físicos. - Tableros electrónicos de instrucciones - Registro electrónico de fallas

Elaboración propia

Como se ha descrito, las herramientas Lean tienen un alto potencial para ser sistematizadas y allí es donde la metodología SCRUM es un buen complemento para lograr las aplicaciones ágiles y el cumplimiento de los objetivos.

3 Conclusiones

Este estudio se ha enfocado en analizar las líneas de investigación de ambas metodologías y también en presentar evaluaciones que se han realizado por otros autores creando metodologías híbridas o propuestas de metodologías sinérgicas.

Actualmente, en la era de la transformación digital, las empresas están abrazando metodologías que les permitan crear valor; sin embargo, la ejecución de los proyectos de mejora se está realizando bajo directrices tradicionales que no le brindan flexibilidad al proyecto frente al continuo cambio. Por ello, se ha revisado literatura que permita sugerir al sector empresarial o industrial reforzar su planteamiento de gestión de proyectos de mejoras, que usualmente son herramientas de Lean Manufacturing, con los pilares de SCRUM, que son los entregables a corto plazo y las reuniones colaborativas que promueve este marco trabajo.

Así también, se sugiere la integración de ambas metodologías para crear sistemas que ayuden a implementar las herramientas de lean manufacturing en la industria, ya que son necesarios para incrementar la agilidad y la respuesta al cambio.

Por otro lado, los sistemas brindan un apoyo a los equipos de trabajo para darle seguimiento a las mejoras. Además, mejoran la comunicación de las partes interesadas de los cambios que se están realizando y de los resultados que se están obteniendo.

Como se ha afirmado, anteriormente, los marcos de trabajos no han sido creados para trabajar independiente uno del otro. Frente a la sistematización de las herramientas, los proyectos se ven en la necesidad de implementar softwares para asegurar la sostenibilidad de los resultados, allí es donde radica la necesidad de unir ambas metodologías.

Naturalmente, en el rubro de mejoras de procesos, se está haciendo evidente este tipo de sinergias y de requerimientos porque tienen ventajas en términos de tiempo, alcance, costos, sostenibilidad, reutilización, etc.

Ante el planteamiento de un proyecto, es vital analizar la sistematización de las mejoras y de adaptabilidad para el equipo de trabajo existente. Es importante recalcar que para la mejora de un proceso, no necesariamente se tiene que sistematizar, sino hay diversas formas; por ello, se debe evaluar la causa-raíz del problema. No obstante, sí es relevante manejar una metodología de ejecución ágil independientemente del trabajo que se realice.

Finalmente, el trabajo investigativo es para motivar a los investigadores a reformular los proyectos que realicen y quebrar el pensamiento arcaico que las metodologías aplicadas son independientes y que debemos limitarnos a aplicar solo una.



4 Referencias bibliográficas

- [1] SCRUMstudy (2017). *Una guía para el cuerpo de conocimiento de SCRUM (Guía SBOK™)*. Recuperado de: <https://www.scrumstudy.com/SBOK/SCRUMstudy-SBOK-Guide-3rd-edition-spanish.pdf>
- [2] Pries, K. y Quigley, J (2011). *Scrum Project Management*. London: CRC Press.
- [3] Dimes, T. (2015). *Conceptos básicos de Scrum: desarrollo de software agile y manejo de proyectos agile*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=ETuXBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=scrum&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjim9bR4-pAhXhD7kGHZIIAkoQ6AEILjAB#v=onepage&q=scrum&f=false>
- [4] Bibik, I. (2018). *How to kill the Scrum Monster*. Québec: Apress.
- [5] Rad, N. y Turley, F. (2019). *Los fundamentos de Agile Scrum*. VW 's-Hertogenbosch: Van Haren Publishing.
- [6] Santos, J., Wysk, R. y Torres, J. (2006). *Mejorando la producción con lean thinking*. Madrid: Pirámide.
- [7] Ballé, M., Jones, D., Chaize, J. y Fiume, O. (2017). *Estrategia Lean: Utilizar lean para crear ventaja competitiva, generar innovación y facilitar el crecimiento sostenible*. Barcelona: Profit editorial.
- [8] Buzón, J. (2019). *Lean Manufacturing*. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=vMfIDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- [9] Rajadell, M. y Sanchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos
- [10] Dominguez, J., García, S., Domínguez, M., Ruíz, A. y Alvarez, J. (1995). *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Madrid: Mc Graw Hill.
- [11] Hobbs, D. (2004). *Lean Manufacturing Implementation: A complete execution manual for any size manufacturer*. Florida: Roos Publishing.
- [12] Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a paso*. Barcelona: Marge Books.
- [13] Dudbridge, M. (2011). *Handbook of lean manufacturing in the food industry*. Puducherry: Blackwell Publishing.
- [14] Wang, J. (2011). *Lean manufacturing: Business Bottom-Line Based*. London: CRC Press.
- [15] Conner, G. (2009). *Lean Manufacturing for the small shop*. Michigan: Society of manufacturing engineers.
- [16] Spósito, L. y Santos, A. (2020). *Lean Manufacturing y Industry 4.0: A Holistic Integration Perspective in Industrial Context*. International Conference on Industrial Technology and Management, 9, 63-68.

- [17] De la Cruz, F., Martínez, J., Altamirano, E. y Álvarez, J. (2019). *Application of Lean Manufacturing Tools to reduce downtime in a small metalworking facility*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- [18] Driouach, L., Zarbane, K. y Beidouri, Z. (2019). *Literature review of Lean Manufacturing in small and medium-sized enterprises*. International Journal of Technology, 10, 930-941.
- [19] Buitron, L., Viacava, G., Eyzaguirre, J. y Raymundo, C. (2019). *Lean Manufacturing model based on the Deming cycle and developed in Gantt to increase efficiency in plastic companies*. IEEE 39th Central America and Panama Convention. 2019. 1-5.
- [20] Srivastava, A., Bhardwaj, S. y Saraswat, S. (2017). *SCRUM Model for Agile Methodology*. International Conference on Computing, Communication and Automation. 2017. 864-869.
- [21] Abdullah, A. y Qureshim R. (2018). *The proposed L-Scrumban Methodology to improve the efficiency of Agile Software Development*. Information Engineering and Electronic Business. 2018. Vol.10, No.3, 23-25.
- [22] González, C., Toledo, P. y Muñoz, V. (2015). *Agile human centered methodologies to develop educational software*. Universidad Nacional de Colombia. 2015. 187-194.
- [23] Nidagundi, P. y Novickis, L. (2016). *Introducing Lean Canvas Model Adaptation in the Scrum Software Testing*. Division of Software Engineering of Riga Technical University. 2016. 97-103.
- [24] Chong, E. y Lárusdóttir, M. (2015). *Whose Experience do we care about? Analysis of the Fitness of Scrum and Kanban to User Experience*. Department of Computer Science of the University of Leicester. 2015. 584-602.
- [25] Arevalo, B., Parreño, F. Quiroz, J. y Álvarez, J. (2019). *Waste Reduction Using Lean Manufacturing Tools: A Case in the Manufacturing of Bricks*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias aplicadas. 2019. 1285-1289.
- [26] Johansson, P. y Osterman, C. (2017). *Conceptions and operational use of value and waste in lean manufacturing – an interpretivist approach*. International Journal of Production Research. 2017. Vol. 55, No. 23, 6903-6915.
- [27] Buer, S., Strandhagen, J. y Chan, F. (2018). *The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda*. International Journal of Production Research. 2018. Vol. 56, No. 8, 2924-2940.
- [28] Ramin, F., Matthies, C. y Teusner, R. (2020). *More than Code: Contributions in Scrum Software Engineering Teams*. Seoul: ICSEW.